



mircea băduț

informatică și tehnologii conexe

București - 2025

EDITURA



Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
BĂDUȚ, MIRCEA

Informatică și tehnologii conexe / Mircea Băduț. -
București : Fin Watch, 2025
ISBN 978-973-88375-7-7

004

O panoramă pasionantă a tehnologiilor emergente

Puțini sunt cei care își urmează cu talent și minuție pasiunea pentru soluțiile high-tech care schimbă într-un ritm amețitor viața societății, în ansamblul ei. Puțini își păstrează cu cerbicie calea indicată de busolă și vocație.

În cazul inginerului vâlcean Mircea Băduț, cu profilul său polivalent, de scriitor și jurnalist IT, roadele entuziasmului cu care a observat și observă fenomenele și piața de profil se pot vedea cu ușurință în portofoliul său personal de cărți și articole publicate.

A scris unsprezece cărți tehnico-științifice (de informatică aplicată) și opt cărți de beletristică (proză scurtă ficțională; proză eseistică de nuanță filosofică, psihologică și antropologică). De asemenea, a scris sute de articole tehnico-științifice pentru reviste din România și din Europa (CAD Report, CHIP, ComputerWorld, ENERGIA, GEOconnexion, GEOinformatics, Hello CAD FANS, IT Trends, My Computer, NET REPORT, PC MAGAZINE, PC REPORT, PC WORLD, Tehnică și Tehnologie, Market Watch).

Prin contribuțiile sale timpurii (articole, cărți, lucrări) în domeniile CAD (proiectare asistată de calculator) și GIS (sisteme geo-informatic), s-a numărat printre pionierii acestor subdomenii ale informaticii în România.

În domeniul cărților tehnice, Mircea Băduț a inventat și lansat cu succes conceptul editorial „în trei timpi”: fiecare subiect/subcapitol din cărți fiind prezentat pe trei nivele distincte de accesibilitate (începător, mediu, avansat - însă cu o redundanță minimă), astfel încât cititorul să-și poată alege singur nivelul potrivit pentru autoinstruire. (Cărțile „Calculatorul în trei timpi” și „AutoCAD-ul în trei timpi” s-au reditat de mai multe ori.)

Această a douăsprezecea lucrare de specialitate, „Informatică și tehnologii conexe”, editată de Fin Watch, reunește în patru capitole distincte opiniile sale avizate despre dinamica din hardware, software, aplicații diverse, presă de profil.

Sunt adunate în paginile care urmează articolele unui autor coerent și lucid, publicate de-a lungul a cinci ani de colaborare cu revista Market Watch, în care acestuia nu i-au scăpat referiri și comentarii care au vizat cele mai fierbinți teme din domeniu.

Cu scurte repere istorice, date și accente critice, autorul a reușit să transmită cititorilor informații prețioase despre evoluția sistemelor de operare Windows, ale aplicațiilor software de tip Office sau calcul tabelar, baze de date, procesare a documentelor și imaginilor, noutăți din zona aplicațiilor de *business enterprise*, software CAD și GIS etc.

Nu au lipsit comentariile și analizele construite în manieră originală pe tema PC-urilor, memoriilor, imprimantelor, camerelor foto, rețelelor telecom ș.a.m.d.

În centrul atenției autorului au stat, de asemenea, amănunte up-to-date privind perspectivele sistemelor de inteligență artificială, ale calculatoarelor cuantice (Quantum Computing), autovehiculelor autonome/neasistate, LiDAR (altimetria laser, o tehnologie cu senzori optici), ale realității virtuale/augmentate, capabilitățile dronelor și gadget-urilor cu aplicații directe, relevante în medicină și domenii audio-video, etc.

Cu echilibru și simț analitic, Mircea Băduț a avut chiar și ambiția de a scrie despre și a evalua „soarta” revistelor românești de informatică care s-au tipărit în ultimii 30 de ani, de a pune sub lupă trei decenii de jurnalism IT, cu plusuri și minusuri.

Ce ar mai fi de spus? Aplecarea sa ca scriitor, apetența și imaginația sa, revelată în cele opt volume de proză fiction și science-fiction, în zecile de intervenții directe în varii conferințe/simpozioane tehnico-științifice din România și din Europa, în traduceri sale pentru revista „Science in school” (publicație EIROforum), ba chiar și în selecția de imagini etalate în nume propriu în diverse saloane naționale de fotografie din România, au fost și sunt, laolaltă, convingătoare. Concluzia: Mircea Băduț este un personaj polivalent, demn de atenția unui public avizat.

Este notabil și deopotrivă merituos itinerariul său editorial, reflectat fidel în această culegere de texte publicate consecvent, lunar, de revista Market Watch.

Nu vom povesti de-a fir a păr felul în care a reușit să-și aștearnă gândurile și informațiile, ci vă invităm să „navigați” printre idei valoroase, să „compilați” în tihnă secvențele relevante descrise aici privind tehnologiile emergente.

CUPRINS

1. În loc de preambul

Trei decenii de jurnalism IT	6
Realitatea mixată	10
Drone și imagerie aeriană	12
Inteligența artificială. Prime concretizări publice	14
Hiperspectralitate și alte tendințe în imageria satelitară	16

2. Despre hardware

PC-ul – de la reformă la evoluție	18
Microprocesoare	20
Memoriile ,drive' pentru calculatoare	22
Adaptoare video pentru PC	24
Imprimantele: evoluție și actualitate	26
Camere foto – evoluție cu accente dramatice	28
Senzori foto mari	32
Multigigabit – reformă LAN în pași mici	34
Provocări tehnice în telecomunicațiile 5G	36

3. Despre Software

20 de ani de la Windows XP	38
Software-uri de tip Office	39
Calcul tabelar	40
Baze de date	42
Aplicațiile software pentru documente	44
Rezoluția imaginilor digitale	46
Aplicațiile pentru imagini rasteriale	48
De la ERP la Taxe și impozite	50
De la GIS la geomatică	52
Sisteme geo-informaticice (GIS)	54
Piața CAD	56
CAD: proiectare asistată de calculator	60
Software CAD entry-level	62

4. Aplicații diverse

Micro-clinică la purtător	64
Sunetul digital	66
Limite ale electro-acusticii muzicale	68
SACD-ul, o reformă electro-acustică semi-reușită	70
Perspective LiDAR pentru vehicule autonome	72
LiDAR - avansuri și tendințe	74
Senzori optici pentru automobile autonome	76
Automobilul autonom	78
Quo vadis Quantum Computing	80
Repere în cercetarea 'quantum computing'	84

Trei decenii de jurnalism IT

În curând se împlinesc treizeci de ani de la apariția primei reviste românești de informatică. A urmat atunci un deceniu de entuziasm și creștere, de sincronism cu evoluția socială și economică a României post-revoluționare, apoi un deceniu de maturitate și relativă abundență, după care, tot prin sincronizare cu mersul economico-social (dar într-o conjunctură mai largă, și sub covârșitoarea influență culturală a internetului), un deceniu de scădere. ■■ Mircea Băduț



Avântul

Anii '90. Entuziasm, speranță, optimism. Și probabil multă ignoranță economică. Acesta a fost contextul social. Plus inexistența legilor referitoare la copyright. Primele reviste semnificative pentru domeniul IT au apărut la Târgu-Mureș (vedeți tabelul), într-un colectiv ce se va dovedi (într-un fel) cel mai productiv și mai longeviv în cele trei decenii de jurnalism IT. Apoi Bucureștiul, unde aveau să se cristalizeze formulele de tip *franciză*. Acest aspect distinctiv aproape că a revelat un model: în timp ce provincia scotea reviste de concepție autohtonă (if, open, else, PC REPORT), capitala devenea filiala unor trusturi de presă mondiale (IDG 'PC World', 'PC Magazine'). Dar înregistrăm și excepții de la model, precum revista 'CHIP România' (apărută la Brașov

prin preluarea brand-ului german), ori revista 'Hello CAD Fans' de la Politehnica București.

Dacă răsfoim acum o revistă românească de informatică din acei primi ani, condițiile grafice precare ne fac să zâmbim. Însă nu același lucru se întâmplă în privința conținutului. Curând după ce și-a găsit cadența, grupul de la Târgu-Mureș realiza în revista lunară 'PC Report' – tipărită dens, monocrom, pe hârtie de ziar, cu foarte multe pagini și în format mare – un conținut de un profesionalism deosebit. Articolele – indiferent că se refereau la (limbaje de) programare, la rețele de calculatoare, la baze de date sau la hard-ware – se adresau profesioniștilor: erau cuprinzătoare, complexe și aplicative. Dacă urmăreai revista număr de număr puteai deveni un bun specialist, și aceasta fără cheltuieli substanțiale. De fapt, cred că acesta a fost aspectul cel mai interesant al acelor ani: România intra cu entuziasm în era informaticii și revistele suplineau cu vervă lipsa cărților de specialitate. Însă peste câțiva anișori, dezvoltarea pieței editoriale, dar și apoi apariția legii de protejare a drepturilor de autor

(1996), aveau să atenueze drastic acel sublim aspect. Doar subdomenii de nișă ale informaticii aveau să mai păstreze caracterul: de exemplu, colecția revistei 'Hello CAD Fans' constituia o enciclopedie extensivă și exhaustivă de proiectare asistată de calculator, pe care altfel (procurată din străinătate) ar fi trebuit să dai o grămadă de bani.

Mai notăm faptul că, începând de prin anul 1997, mai toate aceste reviste au fost însoțite lunar de câte un CD/DVD conținând diverse software-uri. Dacă în primul deceniu lucrul acesta a fost foarte benefic pentru cititori (constituind chiar motiv de achiziție/abonare), ulterior proliferarea internetului a făcut să pară desuet acest efort suplimentar.

Declinul

Principalii doi factori care aveau să ducă la atenuarea până aproape de dispariție a mass-media IT au fost: (1) recesiunea economică mondială iscată prin colapsul financiar din anii 2008-2009, ale cărui prelungi efecte aveau să ajungă și la noi în anii următori, și (2) absorbția de către internet a cvasi-totalității mijloacelor de informare în masă, care avea să ducă la agonia publicațiilor specializate. Dacă despre criza economică nu (mai) este nimic de spus (inclusiv pentru faptul că mulți analiști economici au văzut-o ca fiind o necesară purjare a acelei hipertrofieri financiare manifestate la început de mileniu și de care IT-ul nu era deloc străin), despre migrarea mass-media înspre World-wide-web, ca fenomen cultural



Denumire	Redacția	Perioada	Observații
if	Târgu-Mureș	1990-1993	Este probabil prima revistă românească de IT, iar colectivul său editorial (firma MicroATCI din Târgu Mureș) avea să devină ulterior trustul de presă 'Agora'.
INFO club	București	1991-1993	Inițiativă a unei inimoase redactore a revistei 'Știință și Tehnică', revista apare și sub prestigioasa egidă a trustului IDG (International Data Group), fiind premergătoarea revistei 'PC WORLD România'.
Hello CAD Fans	București	1991-1999	A constituit "cartea de căpătâi" pentru mai toți cei care au încercat proiectarea asistată de calculator (CAD), fiind editată de un entuziast profesor universitar pe la Politehnica București.
ComputING	București	1992-1996	Revistă a Societății de Inginerie Asistată de Calculator, ComputING vizează în principal proiectarea și tehnica asistate de calculator (CAD, CAE, EDA, AEC).
hobBIT	București	1991-1993	O revistă monocromă dedicată utilizatorilor entuziaști de calculatoare casnice Spectrum.
PC Report	Târgu-Mureș	1992-2000	Se adresează cu precădere specialiștilor (programatori, administratori și proiectanți de sisteme). De la început a avut un raport conținut/preț formidabil, deși în timp a schimbat trei formate (tabloid nelegat, tabloid legat, A4). Din 2001 se va numi 'PC/NET Report'. Tirajul lunar: ~15000 de exemplare.
CHIP Romania	Brașov / București	1991-2013 / 2014-2019	Putem spune că este revista IT cu cea mai lungă existență în România. Echipa de la Brașov a operat sub licența Vogel Burda, iar echipa de la București a folosit licența CHIP Holding GmbH. Ultima apariție a revistei se înregistrează în septembrie 2019.
PC World Romania	IDG Romania, București	1992-2012	Revistă de informatică generală, cu apariție lunară. Preluând ștafeta de la 'INFO club' și licența de la IDG, revista s-a dovedit mulți ani a fi deosebit de echilibrată. Tirajul începe de la 10000 și ajunge la 20000 exemplare/lună. Mulți ani revista a fost însoțită de un CD cu diverse aplicații software.
else	Craiova	1993	O interesantă încercare ce vine din sud-vestul României, scrisă de și pentru profesioniști, care însă își pierde ușor suflul.
open	Târgu-Mureș	1994-1995	Firma fondatoare, HotSoft, adună redactorii care publicaseră 'if' (și care aveau să activeze apoi la Computer Press Agora) și scot cinci numere ale unei reviste chiar interesante.
ComputerWorld Romania	IDG Romania, București	1994-2012	Un ziar IT scos de IDG România (deci frate cu PC World Romania). În perioada în care a funcționat ca <i>săptămânal</i> a deținut întâietatea în prospețimea știrilor IT.
Telecom Romania / NetworkWorld	IDG Romania, București	1994-2010	Publicația IDG profilată pe tehnologie de comunicație și rețele (fiind mult timp singura cu această orientare) își schimbă numele în martie 1999 (odată cu numărul 34).
Byte România	Agora Group, Târgu-Mureș	1995-1997	Computer Press Agora obține licența de la McGraw-Hill pentru a scoate o revistă de lux, care asigură timp de doi ani o complementaritate strălucită pentru 'PC Report'. Tiraj: 10000 exemplare/lună.
NET Report	Agora, București	2001-2006	Este de fapt succesoarea revistei 'PC Report' (iar numele său confirmă deplasarea paradigmei IT de la PC la NET).
CAD Report	Agora, București	1996-1998	Cum singura revistă românească de CAD era axată pe AutoCAD, Computer Press Agora și-a propus să editeze o revistă de specialitate cu adevărat deschisă. Lucrurile merg bine timp de trei ani, după care piața, contextul economic, o lasă să moară.
PC Market	ERC Press SRL, București	1996-2000	După cum îi spune și numele, publicația lunară lua pulsul pieței de IT&C din România.
Market Watch	Market Watch (Fin Watch SRL), București	1999-prezent	În primii 10 ani de existență revista lunară a fost focalizată pe promovarea și explicarea beneficiilor soluțiilor IT&C pentru mediul de business, obiectivul fiind educarea managerilor din România și atingerea eficienței economice pe baza soluțiilor software. În ultimii 10 ani publicația cunoaște o reprofilare pe zona cercetare și învățământ superior, IT-ul completând ansamblul. Revista are și o bună prezență prin web-site-ul omonim.

Denumire	Redacția	Perioada	Observații
PC Magazine Romania	Agora Media, București	1999-2008	Computer Press Agora obține dreptul de a edita o versiune românească la prestigioasa 'PC MAGAZINE', ceea ce îi reușește destul de bine timp de aproape un deceniu. Tirajul obișnuit: 10000 exemplare.
Easy PC	Sanoma Hearst România	1999-2001	Revistă bilunară. Condiții grafice excelente pentru varianta românească a unei reviste occidentale dedicate celor ce pornesc de la zero în informatică.
XtremPC	Romas SRL, București	1999-2010	O revistă destinată industriei și consumatorilor de jocuri pe calculator.
MyComputer	Oradea, Bihor	2003-2008	Revistă lunară de cultură PC. Tiraj lunar între 2500 și 12000 de exemplare.
MaxCAD	București	1999-2002	Firma A&C International a dorit prin această revistă să umple golul lăsat de 'CAD Report', însă ea prezintă numai soluții de proiectare asistată bazate pe software-ul AutoCAD.
eWEEK	Agora Media, București	2001-2008	Revistă săptămânală cu noutăți de aplicare a informaticii în afaceri/economie. Tiraj 2000-4000 exemplare, cu distribuție controlată/gratuită.
IT Trends	Agora Group, Byblos, București	2009-2018	Revista și-a propus să reveleze tendințele manifeste din domeniul IT, vizând administrarea și conducerea afacerilor. Este penultima apariție din peisajul jurnalistic IT românești.

mondial, ar fi multe de observat, atât ca efecte economice, cât și ca efecte psiho-sociale. Da, hard-disk-urile și serverele internet aveau potențialul să absoarbă datele necesare și să preia astfel funcțiile respective – informare, instruire și divertisment – cu promisiunea de a o face mai eficient/ieftin decât publicațiile tipărite pe hârtie. Așa se face că, la nivel mondial, ultimul deceniu a fost martor la migrarea în *on-line* a majorității ziarelor și revistelor. Doar că multe publicații, inclusiv (și mai ales) IT, au sucombat înainte de a apuca tranziția. (De fapt, migrarea nu a fost una categorică: acum mai există destule publicații periodice tipărite, iar multe dintre acestea au și o versiune web,

de obicei gratuită și eventual întârziată.) Însă, aspect foarte important, democratizarea aceasta (tehnologică) a dus și la scăderea calității informației: costurile reduse de publicare aveau să diminueze pe nesimțite responsabilitatea redacției. Deși aparent nefiresc, efectul acesta chiar lucrează: cu cât hard-disk-urile web-ului sunt mai încăpătoare (și deci mai nepretențioase la conținutul stocat), cu atât profesionalismul jurnalistic se diluează. Iar efectul psiho-social se accentuează prin închiderea buclei: cu cât informațiile sunt mai accesibile pentru cititor/public, cu atât pretențiile scad și superficialitatea lecturii devine mai substanțială. Reformulez, completând dialectic: cititorul este

mult mai pretențios cu o revistă tipărită, pe care a dat bani, decât cu un web-site pe care îl accesează gratuit și extrem de ușor. Îndreptățit.

Celălalt efect care a condus la declinul publicațiilor IT (deopotrivă tipărite sau *on-line*) a lucrat de partea cititorului, fiind derivat din senzația de autosuficiență pe care ne-o conferă astăzi internetul. Și anume din faptul că găsim răspuns la orice problemă prin instrumente gen Google Search, ceea ce acoperă lucrurile reactiv, dar nu și proactiv. Însă probabil că persoanele ce doresc să depășească limitele acestei curiozități țintite (de tip 'search when need it') se abonează la surse *on-line* de știri din domeniu (precum *computerworld.com*, *itnews.com*, *itworld.com*, *computerweekly.com*, *cnet.com*, *mcadcafe.com*, *smartnews.ro* ș.a.).

Închei această retrospectivă a publicațiilor IT spunând că, în ciuda pesimismului din „graficul” de evoluție a presei IT românești din ultimii ani, lucrurile nu sunt neapărat jalnice: cititorul avizat știe (sau va învăța, la nevoie) să navigheze prin hățișurile lumii noi, acceptându-i astfel și bunele și relele; adaptându-se acesteia.

P.S. Întâmplarea a făcut ca în ultimii 25 de ani eu să colaborez *pro-bono* la multe dintre aceste reviste și publicații IT. (Am scris pentru ele peste 400 de articole.) Și, privind în urmă, pot spune că a fost o călătorie lungă și interesantă. Dar mai ales instructivă. ■■■



Mircea Băduț

Calculatorul în trei timpi

inițiere, utilizare, performanță

Ediția a VI-a

Calculatorul?
Nimic mai
simplu!



Realitatea mixată

În lumea dinamică a aplicațiilor, de la fuziunea dintre optică și informatică observăm în ultimul timp încă o deplasare de paradigmă: de la **realitatea augmentată** (AR) la **realitatea mixată** (MR), așa cum anterior am fost martori la trecerea de la **realitatea virtuală** (VR) la AR. ■■■ Mircea Băduț

Retrospective, perspective și concepte

Analistii economiei IT ne-au tot atras atenția că 'ochelarii inteligenți' – precum Google Glass ori Magic Leap One – nu au avut un succes răsunător pe piața 'consumer', așa cum se previziona în urmă cu șase-șapte ani. Însă mersul lucrurilor a făcut



Aplicare AR/MR în medicină

ca unele dintre soluțiile de ochelari/căști AR/MR (augmented/mixed reality) să își găsească o mulțime de aplicări în segmente profesionale/industriale, ceea ce nu doar că le-a menținut în atenție, ci a și furnizat motivație pentru o serie de dezvoltări. Rămânând în zona conceptelor, am putea spune că succesul AR/MR în sfera 'business' se datorează și paradigmei 'Industry 4.0' și 'IIoT' (Industrial Internet of Things) care au început deja să reformeze sectorul industrial. De fapt, suntem aici la limita paradoxului: în vreme ce reforma industrială impune conceptul 'smart factory' și deci promovează fabrica complet automatizată, aptă să lucreze fără (sau cu cât mai puțini) oameni, aplicațiile AR/MR din industrie vizează exact domeniile în care este necesară intervenția umană (mentenanța uzinală, operațiile de asamblare/montaj, reviziile tehnice, depozitare/logistică, inventariere, ș.a.). Reținem deci că echipamentul AR/MR este destinat eminamente oamenilor, și notăm succint și alte domenii de aplicare: medicină; educație/instruire; cercetare; etc.

Însă, dincolo de balansarea aceasta între segmentele divertisment și profesional ale pieței IT, poate că este mai interesant faptul că acronimul AR tinde să fie înlocuit de MR. Și vom vedea că nu este doar înlocuirea unui concept cu unul mai simplu și mai clar, ci chiar o treaptă de evoluție, sugerând mai multă cuprindere.

În vreme ce VR (conceptul inițial din desfășurarea noastră) însemna o imersare completă a utilizatorului într-o realitate virtuală (prin folosirea unei căști care îl izola de exterior), aplicațiile AR au adus suprapunerea de informații vizuale peste imaginea realității înconjurătoare (prin folosirea de ochelari/căști cu care utilizatorul vede realitatea din jur). Ecranul AR trebuie să fie esențialmente transparent și se bazează pe posibilitatea de a proiecta imagini în câmpul vizual al utilizatorului, imagini digitale furnizate în corelație cu realitatea vizată de purtătorul ochelarilor/căștilor. Dar iată că, la

câțiva ani de la apariția abrevierii AR, apare un concept nou care preia dezvoltarea ramurii: Mixed Reality. Pe lângă avantajul semantic evident, acest MR aduce un nivel în plus de implicare și anume o participare mai intensă a utilizatorului: acesta poate interacționa mai mult cu cele două lumi, reală și virtuală/sintetică. (De exemplu, utilizatorul poate roti/deplasa imaginea holografică a obiectului virtual pentru o poziționare mai bună/convenabilă relativ la realitatea din câmpul său vizual.)

Putem spune că trecerea de la AR la MR vedește și o dezvoltare sinergică, ce corelează creșterea potențelor (obținute atât prin miniaturizarea și optimizarea componentei opto-electronice, cât și prin creșterea capacităților de procesare a informației digitale) cu potențialul de aplicare, deja testat în diverse domenii profesionale. Mai notăm, la dicționarul domeniului, și celălalt acronim oarecum echivalent: HUD – head-up display.

Despre imagine și aspecte concrete

Echipamentul AV/MR, concretizat într-o pereche de ochelari sau într-o cască cu vizor, îi va permite utilizatorului să

Subsistemul 'ecranului de proiecție' prezintă cel mai mult potențial pentru dezvoltare. Numit și 'combiner', acesta constă dintr-o sticlă semi-transparentă (deși mai corect s-ar numi sticlă semi-reflexivă) și pe el se proiectează fluxul de lumină ce vine de la PGU, pentru a fi văzut de utilizator în agregarea, la timpul și în poziția corespunzând realității vizate. În contextul AR, această ultimă piesă optică se numește 'combiner', deoarece acolo se combină imaginea generată artificial cu imaginea reală privită de om. (În cazul AR pentru automobile, uneori combiner-ul este chiar parbrizul, însă acesta trebuie să aibă una dintre fețe tratate anti-reflex, pentru a nu furniza privitorului o imagine dublată.)

În ultimul timp, pe lângă combiner-ul clasic (construit din elemente optice convenționale și folosind eventual fascicule de lumină polarizată) s-a experimentat cu succes așa-numitul combiner cu ghidaj pentru unda optică (waveguide combiner). Combiner-ul clasic folosește reflexia și refracția, iar între elemente optice componente este spațiu liber (aer), pe când combiner-ul cu ghidaj optic este constituit dintr-un corp optic plin, de formă neconvențională (materialul de „umplere” fiind cel care conduce lumina pe traseu), și folosește difracția ca fenomen de procesare optică. Difracția selectivă a lungimilor de undă optică conferă caracterul de hologramă, iar efectul este similar celui al folosirii unui pachet de lentile, care ar avea un gabarit mult mai mare. Combiner-ul cu ghidaj optic, deși foarte greu de proiectat, are avantajul potențialului de miniaturizare cerut de aplicările AR de tip smart-glasses.



Aplicare AR/MR în industrie

vadă realitatea din jur și va suprapune peste aceasta imagini textuale și grafice furnizate de un dispozitiv de calcul (PC, smartphone, tabletă, server, serviciu web/cloud). Imaginea generată de calculator este adusă în câmpul vizual printr-o mică videoproiecție (presupunând deci un micro-echipament optic de proiecție și un ecran pe care se va reflecta imaginea sintetizată). După ce proiectanții au reușit să rezolve problema conflictului de focalizare (conflict fiziologic, dat de faptul că ecranul de proiecție se află la câțiva milimetri/centimetri de cristalinul utilizatorului, pe când obiectele reale se află la mulți metri), prin artificii optice similare au reușit să poziționeze imaginea virtuală la diverse adâncimi ale câmpului de vizualizare (DoF), creând astfel senzația de distanță a obiectelor virtuale față de privitor, deci producând efectul de holografie, ceea ce avea să se împletească benefic cu obiectele generate chiar în 3D, precum cele modelate cu software-uri CAD. (Faptul că se poate impune o clarificare a conturului obiectului virtual pentru o anumită distanță de focalizare a cristalinului pe direcția privirii constituie premisa pentru asignarea acestui obiect la obiectul real corespondent.)

La MWC Barcelona 2019 (Mobile World Congress fiind cea mai mare expoziție și conferință mondială dedicată industriei mobile), compania Microsoft a lansat produsul 'HoloLens 2', ca versiune îmbunătățită a dispozitivului HoloLens lansat în 2016. HoloLens 2 este o cască MR ușoară,

realizată din fibră de carbon, al cărei afișaj 3D este controlat de un dispozitiv opto-electronic realizat în tehnologie MEMS (micro-electro-mechanical system).

Noua cască MR de la Microsoft este prevăzută cu patru camere video ce monitorizează poziția capului (pentru a corela imersarea utilizatorului în mediul înconjurător) și cu două camere video lucrând în infra-roșu pentru a urmări ochii utilizatorului (direcția curentă a privirii). Ecranul are o deschidere a câmpului vizual de 52°, iar afișarea se poate face cu o rezoluție de 2048×1080 pixeli.

Firmware-ul din HoloLens 2 include algoritmi ce îi permit utilizatorului să manipuleze hologramele obiectelor afișate: selectare, apucare, deplasare și poziționare. Există chiar și un protocol de calibrare a gesturilor prin potrivire la mărimea mâinii utilizatorului, așa cum există și un protocol pentru recunoaștere/autorizare biometrică a utilizatorului pe baza irisului. Noua cască MR aduce și posibilitatea de a controla (selecta/deplasa) obiectele virtuale cu ajutorul ochilor sau al vocii, ceea ce – apropo de aplicarea în sectoarele profesionale – aduce

avantajul esențial al eliberării mâinilor, al disponibilizării acestora pentru efectuarea de alte sarcini utile lucrului.

Estimări și perspective

Faptul că un produs precum Google Glass, lansat în 2013, și-a găsit vocația aplicării mai degrabă în domenii profesionale decât în unele domestice (în mai 2019 Google a lansat Glass Enterprise Edition 2), a făcut ca și alte firme mari – precum Canon, Epson, HTC, Intel, Qualcomm și Sony – să dezvolte ochelari/căști MR pentru segmentul industrial. Asta pe lângă micile companii care deja porniseră pe drumul AR/MR: Magic Leap (SUA), MindMaze (Elveția), Nreal (China), ThirdEye Gen (SUA), Vuzix (SUA), Ubimax (Germany), DAQRI (SUA).

Dar notăm aici și o serie semnificativă de companii care dezvoltă software pentru aplicații AR/MR destinate sectorului profesional/industrial: Atheer (SUA), Hexagon (Olanda), RE'FLECKT (Germania), Scope AR (SUA), Upskill (Austria). De exemplu, compania americană PTC (celebră pentru soluțiile CAD/CAE) a încheiat parteneriate atât cu Microsoft, cât și cu Magic Leap pentru dezvoltarea de software-uri AR/MR. La același eveniment internațional MWC Barcelona 2019, platforma software Vuforia Studio produsă de PTC a demonstrat cum se poate crea o afișare imersivă a unui sistem tehnic complex pentru a reduce costurile de mentenanță. Similar, aplicările AR/MR de la BAE Systems au dovedit că pot să reducă cu 30-40% timpul necesar instruirii și să asiste pas-cu-pas operațiunile de montaj/asamblare sau de intervenție în sistemele tehnice.

Avantajele pe care tehnologia AR/MR le aduce într-o multitudine de sectoare profesionale ne fac să privim lucrurile cu încredere. De altfel și analiștii pieței sunt optimiști: Forrester Research previzionează că în 2025 peste 14 milioane de tehnicieni din SUA vor folosi ochelari/căști AR/MR, față de cei aproximativ o jumătate de milion din anul 2019. La nivel mondial analiștii economici au prezis că piața smart-glasses va depăși 8 miliarde de dolari în 2022, iar segmentul HUD va atinge 7 miliarde dolari, iar pe total, cu o rată de creștere de ~40%, piața AR/MR poate ajunge la 60 de miliarde de dolari.



HoloLens 2

Drone și imagerie aeriană

Deși relativ recente, dronele nu mai sunt de mult o noutate, iar prezența lor pe piață a devenit firească, așa că ne focalizăm în rândurile următoare pe aplicarea lor profesională în imageria aeriană, cu materializări în diverse domenii și discipline, de la agronomie la rețele utilitare, de la energie la transporturi, de la cartografie la ecologie. ■■■ Mircea Băduț

Aplicări profesionale

Chiar dacă o componentă substanțială a succesului de piață al dronelor îl constituie divertismentul casnic – drona ca jucărie; drona ca obiect al unui hobby derivat din fascinația zborului; sau drona ca purtător al unei camere foto/video de amator – în cele ce urmează vom discuta în principal despre aplicările de natură profesională, sens în care amintim și denumirea oficială: Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Deși există și drone având, la scară redusă, aspect de avion sau de elicopter, cele mai răspândite (și mai aplicate) sunt cele de tip multi-copter (sau multi-rotor), care au patru sau șase mici motoare verticale ce angrenează fiecare câte o elice, cu funcție atât pentru ridicare/menținere, cât și pentru direcționare, și care de obicei sunt controlate printr-o consolă radio de către operatorul uman de la sol. (Amintim aici regula ca înălțimea și distanța de survol să nu fie mai mari decât poate vedea în mod obișnuit operatorul uman. Pentru că, da, există o serie de reglementări și norme pentru acest domeniu, datorită faptului că folosirea dronelor poate interfera cu alte activități și interese ale societății.)

Așa cum simplu ne imaginăm, dronele își găsesc utilitatea în mai toate situațiile în care trebuie să aruncăm o privire detaliată în locuri unde nu putem ajunge cu propriul ochi, adică în locuri inaccesibile fie din cauza înălțimii, fie din cauza unor obstacole. Da, camera video/foto poate fi trimisă acolo relativ simplu cu ajutorul dronelor.

Despre aplicări ale dronelor dotate cu funcții de imagerie aflăm tot mai des și tot



mai divers, iar anumite direcții deja s-au reliefat până aproape de consacrare. Începem, oarecum alfabetic, cu aplicările din agricultură: fermierii deja monitorizează starea culturilor agricole prin suvolarea acestora cu dronele, ca asistență eficientă ce poate presupune/viza: evaluarea stării de sănătate a vegetației; apariția dăunătorilor; starea de coacere a fructelor, legumelor, cerealelor; umiditatea solului; etc. O activitate realizată cu scopul de a pregăti operațiuni specifice sau de a elabora decizii (fertilizare; tratamente anti-paraziți; irigare; cules; ș.a.).

De asemenea, evaluări ale resurselor minerale (de suprafață sau chiar de adâncime) se pot face mai rapid cu ajutorul imageriei aeriene derulate cu ajutorul dronelor (mai ales dacă acestea sunt dotate și cu senzori din afara spectrului vizibil). Pe lângă geologie și mineralogie, avem aplicări similare și în seismologie. Notăm aici și activitățile de protecție a mediului, precum evaluarea stărilor de poluare pentru râuri.

Însă o categorie aparte o constituie aplicările din mentenanță, care – ținând de partea comercială a societății – constituie un

motor pentru dezvoltarea tehnologiilor și pentru susținerea piețelor.

Da, dronele se dovedesc a fi instrumente ideale pentru inspectarea sistemelor tehnice instalate la înălțime, precum celule de telefonie mobilă sau turbinele eoliene. Și vom observa că, apropiindu-ne de aplicările concrete, vom descoperi criterii și cerințe tehnice foarte interesante, capabile la rândul lor să provoace inovații tehnico-științifice.

De exemplu, inspectarea turnurilor de telecomunicații (cu multe beneficii față de alternativa clasică, a trimiterii unei echipe de oameni care urcă la înălțime sau care survolează cu elicopterul). Cu

mențiunea că aici, datorită faptului că drona nu se poate apropia foarte mult de țintă (pentru a nu lovi/deranja diversele protuzități din vârful turnului), ea trebuie să fie dotată cu o cameră video cu senzor de rezoluție mare și cu obiectiv optic foarte puternic, pentru a capta detaliile necesare evaluării.

Tot de mentenanță ține și inspectarea coridoarelor de protecție ale căilor de transport feroviar sau rutier (pentru evaluarea interferenței cu vegetația sau pentru detectarea eventualelor obstacole/riscuri). Legat de aceasta trebuie să iterăm și scannarea 3D din survol având ca scop maparea/cartografierea rețelor de transporturi și a rețelor de utilități. În sfera profesională s-ar înscrie și inspectarea acoperișurilor de clădiri (rezidențiale, comerciale sau industriale) pentru detectarea rupturilor cauzate de fenomene atmosferice puternice. Și, legat de aplicările fortuite, vom nota și asistența dronelor la operații de salvare sau de asistență a persoanelor rănite sau prinse accidental în locații greu accesibile.

Iar la finalul secțiunii amintim și folosirea dronelor în filmarea aeriană, cu aplicare atât în cinematografia documentară cât și în cea de divertisment, cu mențiunea că segmentul acesta a avut de la începuturi o pondere însemnată pe piață.

Inspectare antenă GSM cu drona



Inspectare aeriană a căii ferate

Provocări tehnice și perspective în dezvoltare

Încă de la primele aplicări serioase ale dronelor în captarea de imagini aeriene, oamenii au conștientizat problemele tehnice și au inițiat o mulțime de cercetări/experimente pentru îmbunătățirea acestei activități. La început tehnologia dronelor a evoluat în direcția controlării mai fine a manevrelor de zbor, apoi înspre captarea de imagini de calitate mai bună.

Desigur, anumite criterii de optimizare sunt contrarii: o cameră video mai bună este de obicei mai grea, deci va necesita putere motrice mai mare. De asemenea, o autonomie de zbor mai mare presupune o sarcină mai mică, sau un acumulator de energie mai greu, ori apelarea la alte surse de energie decât cea electrică. Pe ansamblu, este clar că abordarea cea mai firească pentru optimizare constă în dezvoltarea de camere video cât mai mici, mai ușoare și mai robuste, ceea ce merge „mână-în-mână” cu tendința din domeniul smartphone-urilor, deși în cazul imageriei aeriene pretențiile pot fi un pic mai ridicate.

Astăzi, performanța tipică a dronelor înseamnă înregistrarea de imagini video cu rezoluție Full-HD (captate în unghiuri largi și medii) din survoluri la altitudini de până la 100-200 de metri, cu viteze de până la 150 km/oră, și cu o autonomie de zbor de până la o oră. Dar ne așteptăm ca lucrurile să evolueze în privința multor aspecte tehnice, în special în privința calității imaginii (prin folosirea rezoluției 4K și a obiectivelor cu distanță focală mare) și a autonomiei. De exemplu, pentru serviciile de cartografiere cu rezoluție înaltă, încărcătura dronei poate include, pe lângă camera video în domeniul vizibil, și un senzor de imagini în infraroșu, un senzor LiDAR, sau chiar un radar capabil să „vadă” sub scoarța terestră (detectare de minereuri, de configurații geologice, etc), putându-se deci ajunge la o masă de 25 de kilograme.

Dronele mai evoluate au încorporată câte o unitate de măsurători inerțiale (IMU), care – folosind accelerometere, giroscopie și alți senzori – poate urmări mișcările, altitudinea și orientarea dronei, ajutând atât navigarea cât și captarea de imagini video. De asemenea, pentru aplicările la care contează mult precizia poziției geospațiale (precum în cazul cartografierii/scanării rețelelor de utilități), dronele pot fi dotate cu receptoare GPS/GNSS, ceea ce înseamnă că algoritmi de procesare a scanării vor corela foarte strâns timpii de înregistrare a cadrelor video cu poziția precisă a dronei, ca premisă esențială pentru obținerea unei cartografieri cât mai exacte. Pe lângă senzorii de navigare, pe dronă pot exista și propriile camere video pentru navigare, utile pentru evitarea coliziunilor și pentru operare în spații înguste.

O încărcătură mai mare presupune o sursă de energie mai puternică, deci un acumulator electric mai mare. Pe de altă parte, trebuie amintite experimentele și soluțiile care folosesc celule de hidrogen ca sursă de energie (precum dronele de la Intelligent Energy sau de la Doosan Mobility Innovation), cu o densitate energetică mult mai bună, deci cu potențial deosebit pentru aplicările unde este necesară o autonomie de timp mare, precum ar fi cazul la inspectarea conductelor pe trasee lungi.

O altă direcție de dezvoltare constă în folosirea de camere video capabile să capteze imagini în mai multe spectre (vedeți și articolul din Market Watch nr. 226/2020), ceea ce îngăduie analize mai speciale, utile de exemplu la estimarea stării de sănătate a vegetației spontane, a stării culturilor agricole sau a resurselor minerale. Imageria multi-spectrală poate fi aplicată și la evaluarea (calitativă și cantitativă) a vegetației care invadează calea de rulare feroviară. De asemenea, este posibilă și combinarea ulterioară a imaginilor hiperspectrale cu nori de puncte 3D culeși cu senzorii LiDAR, și eventual cu datele geospațiale în formate GIS preexistente.

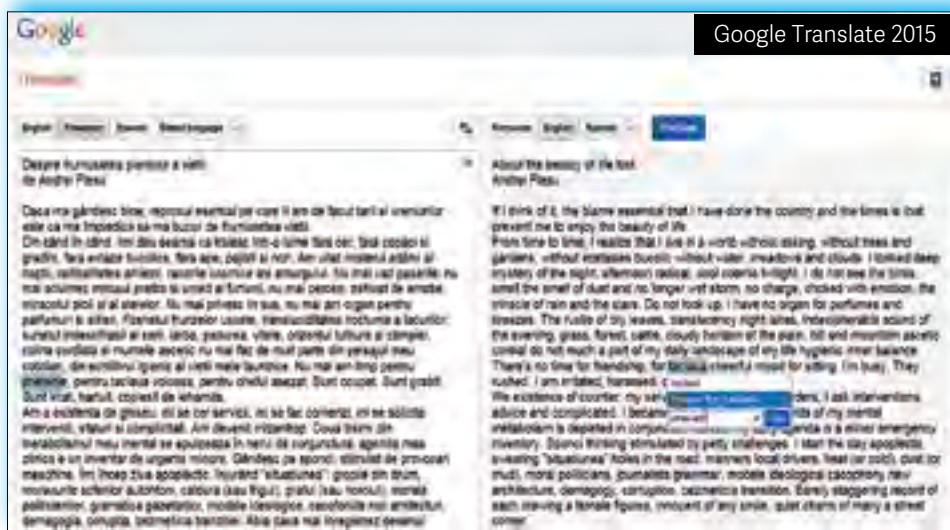
O altă chestiune tehnică apare referitor la eventuala externalizare a stocării datelor. Teoretic, informațiile culese de UAV (imaginile captate, norii de puncte 3D culeși prin LiDAR, și datele de geolocalizare înregistrate dinamic) pot fi stocate în memoria sistemului propriu sau pot fi transmise operatorului uman de la sol, prin unde radio (pentru înregistrare directă pe un notebook sau pentru stocare în cloud/web). Ambele soluții au avantaje și dezavantaje (vizând greutatea sarcinii, durata survolului, calitatea/densitatea imaginilor), după cum ne putem lesne imagina, așa încât abordarea aleasă în practică depinde, pe lângă resursele disponibile, și de genul lucrării/aplicației. Există, așa cum spuneam și în cazul imageriei satelitare, și posibilitatea ca datele culese în zbor să fie pre-procesate corespunzător (prin algoritmi implementați în circuite integrate pe același chip cu senzorul CMOS al camerei video), pentru a minimiza fluxul de date transmis la sol. Mai mult, se estimează că dotarea dronelor cu resurse de procesare (deci cu inteligență artificială) va merge până acolo încât să poată derula inspecțiile fără intervenție umană.

Inteligența artificială - Prime concretizări publice

Dacă aș fi întrebat care este în zilele noastre manifestarea informatică cu cel mai ridicat nivel de inteligență, aș opta pentru aplicațiile de traducere automată și pentru cele de recunoaștere a vorbirii (precum Translate și Speech Recognition din familia Google). Dacă la începuturi rezultatele traducerilor automate erau hilare, astăzi ele sunt oarecum întrebuințabile, în situațiile constrânse de criteriul vitezei. E adevărat, încă le putem privi condescendent, fiind deocamdată nepotrivite pentru traducerea de beletristică, testul lor suprem. Dar prognozele sunt optimiste. ✍️ Mircea Băduț

Originile traducerii automate

Primele cercetări de 'machine translation', respectiv de traducere dintr-o limbă în alta cu ajutorul informaticii, au început în urmă cu 70 de ani, la MIT. Imediat apoi au început și cercetările privind 'speech recognition', la Bell Labs, iar în 1962 IBM deja arăta lumii o mașină reală de recunoaștere a vorbirii (adică de transpunere în text inteligibil a vorbirii umane). Până și DARPA a finanțat cercetarea în acest domeniu (în anii 1971, 2000 și 2002). Însă de-abia în 1997 apărea prima aplicație comercială de recunoaștere a vorbirii, Dragon Naturally Speaking. (Poate merită aici menționată și angajarea lui Ray Kurzweil la Google, din 2012.) Revenind la 'machine translation', trebuie spus că în anii dintre cele două milenii deja software-urile de traducere a



textelor dintr-o limbă în alta deveniseră soluții comerciale foarte accesibile (în ciuda rezultatelor imperfecte). Iar în direcția aceasta, tehnologia SYSTRAN a fost cea mai folosită, ajungând inclusiv la Yahoo!, Google și Apple. (Vedeți web-link-ul translate.systran.net. Dar și phrase.com și www.matecat.com).

Dicționarul de corespondențe

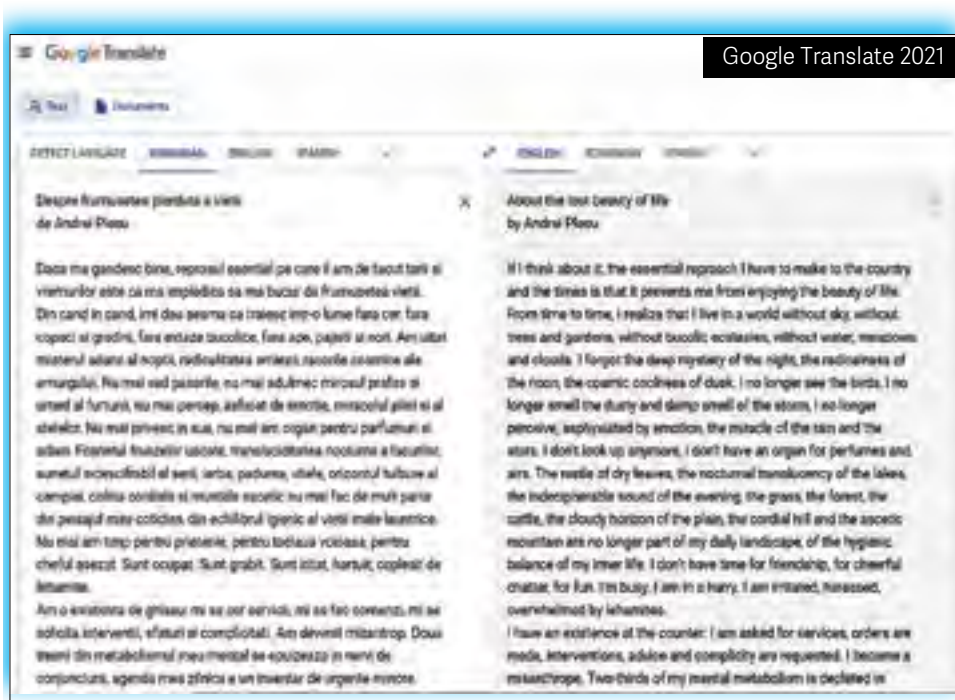
În primele sale decenii, traducerea automată s-a concentrat pe constituirea bazelor de date cu corespondențele de cuvinte dintre limbi, sens în care echipe de lingviști au contribuit masiv la completarea respectivelor dicționare. Însă curând abordarea și-a vădit limitele strâmte de aplicare (dificultatea de a constitui corespondențe binunivoce între cuvintele din diverse limbi). De-abia spre vremurile noastre Google/Alphabet a avut curajul vizionar de a abandona radical această abordare: în loc să angajeze armate de lingviști spre a popula dicționarele pentru toate limbile pământului, au lăsat acces liber la dicționare pentru miliardele de cetățeni ai planetei, astfel încât

(grație accesului internet omniprezent/ubicuu) oricine a putut să înscrie și să corecteze cuvinte/sensuri. Valoarea adăugată aici de Google a fost IA-ul care să concilieze intervențiile multiple, să supervizeze completările „dicționarelor” și să controleze dezvoltarea sintacticilor. (Pentru scurt timp și eu am contribuit la dicționarul Ro-En.)

Oricum, trebuie să recunoaștem două lucruri:

(1) Specialiștii au știut aproape de la început că 'machine translation' nu înseamnă doar dicționarul de corespondențe, vocabularul, și că trebuie multă inteligență pentru a implementa regulile de gramatică și de sintaxă. (Am putea imagina partea de dicționar ca forma plată, bi-dimensională a traducerii, pe când **raporturile gramaticale și frazeologia** ar constitui cea de-a treia coordonată, a unei forme 3D.) Și sigur că au știut, pentru că limba engleză – cam prima cu care au lucrat – prezintă două păcate capitale din această perspectivă (și vom reveni).

(2) Informatica de acum 70 de ani nu putea visa o altfel de strategie din motive... cantitative: de-abia când



capacitățile de procesare și de memorare (inclusiv de procesare distribuită) s-au dezvoltat suficient s-a putut asuma... aceea tri-dimensionalitate necesară, adică tratarea și implementarea *regulilor de constituire a formelor flexionare* (conjugări de verbe, cazuri de substantive, acorduri, gen, număr, etc) și respectiv adaptarea semantică a cuvintelor la contextul propoziției/frazei. Pe plan algoritmic, probabil că pasul necesar a fost adoptarea *rețelelor neurale*.

„Limba noastră-i o comoară”

Limba română este o **limbă fonetică**, adică fiecărui sunet îi corespunde o singură literă, ceea ce înseamnă un atu pentru *speech recognition*. (Multe alte limbi nu sunt.) Limba română are foarte puține cuvinte **polisemantice**, deci un avantaj pentru *machine translation*. (Pluralitatea semantică este primul păcat al limbii engleze. De exemplu, verbul ‘to get’ are câteva zeci de semnificații, în funcție de context.) Limba română are un nivel înalt de structuralitate gramaticală și ortografică (comparabil cu cel al limbii franceze). Noi avem la dispoziție o articularitate ridicată și respectiv o flexionaritate coerentă și civilizată, cu reguli destul de clare, implementabile. (Pe aici întâlnim și celălalt păcat major al limbii engleze, unde există multe cuvinte cu forme neregulate și multe expresii

agramaticale. În plus, din perspectiva *speech recognition*, engleza păcătuiește prin aceea pronunție nativă cu dicție defectuoasă.)

Traduceri automate de la Google

Dacă pornim (ceea ce vă și recomand instant) Google Translate și îi dăm (copy & paste) un text să-l traducă dintr-o limbă în alta, și în special dacă îl mai și supra-solicităm prin modificarea pe loc a cuvintelor din textul sursă, vom vedea pe viu manifestări de inteligență: observăm că textul rezultat prin traducere nu (mai) este rezultatul unui simple corespondențe de dicționar, ci fiecare cuvânt este corelat cu (și respectiv actualizat în funcție de) cele din vecinătate, iar propozițiile și frazele sunt reevaluate în mod dinamic. Ce mai! Se simte că evaluează funcțiile sintactice ale cuvintelor, și chiar lucrează cu ceva reguli de frazeologie și de semantică. Ceea ce îi cam dă dreptul la denominarea de ‘inteligență artificială’. Nu știu dacă Google Translate chiar învață singur regulile, așa cum ar denota sitigma ‘machine learning’, însă într-un viitor nu foarte îndepărtat (când va avea în spate suficientă putere de stocare și de procesare) va putea aplica mai toate regulile din mai toate limbile lumii. În fond, și inteligența umană este o chestiune de cantitate: abilitățile creierului se

datorează imensei mulțimi de celule neuronale și de sinapse, legându-le. Doar că artificialul mai are mult până să ajungă la miniaturizarea și la eficiența energetică specifice biologicului.

Recunoașterea vorbirii

Pentru a vedea pe viu încă o demonstrație de inteligență artificială actuală, vă propun să pornim un alt serviciu web al lui Google, YouTube, și aici să găsim o înregistrare video cu dialoguri, sau cu narație orală, însă fără subtitrare predefinită. Odată găsit un astfel de material video, vom alege din Settings/Setări opțiunea de generare automată a subtitrării și vom urmări rezultatul: angajând o tehnologie de ‘speech recognition’, YouTube generează pe loc (și afișază pe ecran) o subtitrare în limba nativă a materialului video. Deși rezultatul nu se prezintă chiar grozav, în interior procesul este unul special: algoritmi analizează coloana sonoră a înregistrării stocate pe YouTube și, folosind tehnici de ‘pattern recognition’, oferă cuvintele corespunzând sunetelor, dar și un pic reformulate pentru coerență semantică. (Reformularea în timp real a frazelor este posibilă la redare, întrucât respectivii algoritmi au acces la materialul video cu una-două secunde înainte de a ni-l furniza nouă.) Pentru o apreciere cinstită a performanței din algoritmi de ‘speech recognition’ trebuie să punem în balanță și aspectul că, de fapt, când vorbim noi nu facem pauze semnificative între cuvinte, deci respectivii algoritmi informatici nu se prea pot baza, pentru identificare, pe o astfel de separare a unităților lexicale. (Există niște „pauze” între cuvinte, însă ele diferă de la un vorbitor la altul, iar uneori se confundă cu variabilitățile din interiorul cuvintelor, deci nu sunt ușor de recunoscut, așa cum sunt pauzele dintre propoziții.) Și, revenind la YouTube, ca testul să fie complet, punem (tot din meniul Settings) să realizeze și o traducere automată, din limba nativă a înregistrării într-o altă limbă, pe baza textului generat prin opțiunea anterioară. Da, rezultatul redării ne poate amuza sau irita prin imperfecțiune, însă el ne arată mai degrabă perspectivele, potențialul. Și ne îndreptățește să mizăm pe o evoluție remarcabilă a serviciilor de acest gen. ■

Hiperspectralitate și alte tendințe în imageria satelitară

Cu ajutorul anumitor imagini ale scoarței terestre fotografiate de la mare altitudine (realizate din sateliți sau din avioane ori chiar din drone), putem afla informații privind proprietățile fizico-chimice ale materialelor vizate, informații care ne pot fi foarte utile: prezența de poluanți în atmosferă, prezența unor contaminanți în ape, existența unor zăcăminte minerale în subsol, starea de umiditate a solului, efectele despăduririlor, identificarea unor dăunători în vegetație, starea de coacere a unor culturi agricole, ș.a.m.d.. Iar tehnologia de imagistică spectrală devine tot mai dinamică și mai accesibilă.

■ Mircea Băduț

Lămuriri principale și conceptuale

Când lumina trece prin materie, sau când este reflectată de materie, ea își modifică proprietățile (lungime de undă, frecvență, fază, polarizare, etc), iar acest comportament stă la baza analizei spectrale, el oferindu-ne posibilitatea de a identifica semnăturile moleculare și chimice ale materiei/substanței. Iar dacă la fotografierea făcută din satelit folosim senzori opto-electronici având sensibilitate mărită în anumite domenii ale spectrului electromagnetic (deci nu vorbim despre fotografia din domeniul vizibil), vom obține date mai intense și mai rafinate privind substanțele care produc amprente în acele domenii. Mai mult, dacă avem posibilitatea de a fotografia simultan zona vizată folosind mai mulți senzori, și fiecare senzor receptează fotoni din spectre diferite, analizele posibile cu aceste date, prin intercorelare, ne pot furniza informații și mai bogate, informații revelând aspecte care altfel rămân ascunse.

Primele încercări de a obține imagini multispectrale ale scoarței terestre au fost făcute odată cu lansarea programului spațial Landsat, în 1972, însă ele au devenit disponibile comercial mult mai târziu. Însă iată că în ultimul timp acronimul MS (multi-spectral) lasă locul unui nou concept, HS (hiperspectral), marcând în primul rând o evoluție cantitativă. Da, în mod tipic, imaginile

Rezoluția imaginii satelitare se exprimă de obicei în distanța la sol pe care o reprezintă/acoperă un pixel de imagine digitală raster, ceea ce înseamnă că vor fi detectate de senzor detaliile de la sol comparabile dimensional cu această rezoluție. (Detaliile mai mari sunt aproape sigur detectate, iar detaliile un pic mai mici vor fi detectate doar dacă beneficiază de culoare și contrast favorabile.) Notăm faptul că rezoluția imaginii satelitare este diferită de rezoluția senzorului din camera foto/video de la bordul satelitului.

multispectrale captează lumină din trei până la cincisprezece benzi spectrale, pe când imaginile hiperspectrale vizează zeci sau chiar sute de benzi spectrale. Mai mult, spre deosebire de MS, unde spectrele urmărite sunt separate, imaginile HS colectează radiație luminoasă în benzi spectrale adiacente, ceea ce are un impact major asupra rezultatelor ce se pot obține prin analize spectrale.

Exemplu tipic de benzi spectrale în imaginile satelitare:

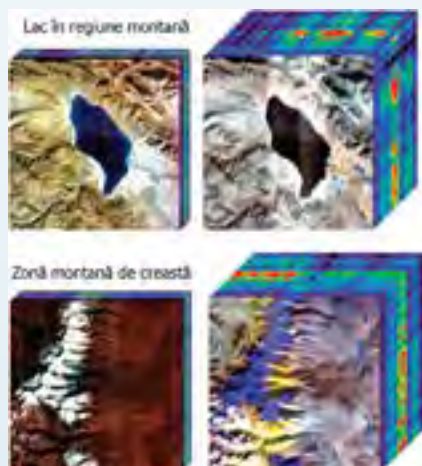
Culoare / denumire	Lungime de undă	Mediul / Materia vizată // Adâncime maximă
Albastru (Blue)	450 – 520 nm	Aer/atmosferă; apă dulce/sărată // 50 de metri
Verde (Green)	520 – 600 nm	Vegetație; structuri acvatice adânci // 30 de metri
Roșu (Red)	600 – 690 nm	Construcții; poduri; drumuri; apă; sol; vegetație // 9 metri
Infra-roșu apropiat (NIR)	750 – 900 nm	Vegetație
Infra-roșu median (MIR)	1550 – 1750 nm	Vegetație; umiditatea solului; incendii forestiere
Infra-roșu îndepărtat (FIR)	2080 – 2350 nm	Sol, subsol, minereuri, zăcămintele; siliciți; argile; incendii
Infra-roșu termal	10400 – 12500 nm	Structuri geologice; subsol; incendii; imagini nocturne

Desigur, cu cât dispozitivul de captare a imaginilor vede mai multe benzi spectrale, cu atât rezoluția sa spațială (densitatea de pixeli corespunzând detaliilor de la sol) este mai mică. De exemplu, Landsat 7, pus pe orbită în 1999, avea opt benzi spectrale, iar Landsat 8, avea 11 benzi. Acești sateliți puteau distinge detalii la sol având dimensiunile între 15 și 100 de metri. De altfel, uneori se recurgea la îndesirea imaginilor multi-spectrale prin suprapunere/combinare cu imagini pancromatice de rezoluție mare (proces nu foarte diferit de cel în care sunt combinate imaginile în smartphone-urile folosind mai multe obiective). Încheiem secțiunea subliniind esențialul: spectrele multiple captate sunt utile deoarece fiecare dintre ele poate distinge anumite substanțe, în anumite stări, astfel că respectivele imagini ne ajută să punem în evidență aspecte pe care altfel nu le-am putea distinge.

Accesibilitate și paradigmă

Însă vom vedea că, dintre cei trei factori care remodelează astăzi paradigma imageriei satelitare, tranziția de la MS la HS probabil că are manifestarea cea mai calmă.

Cea mai spectaculoasă modificare de paradigmă vine din înmulțirea inițiativelor private în domeniul spațiului/cosmosului, pe fondul rarefierii proiectelor spațiale cu finanțare guvernamentală. Până nu demult, imageria satelitară era ceva dificil de realizat, presupunând o tehnologie greu de preparat și de administrat. Doar agenții guvernamentale



Imagini multispectrale

precum NASA ori ESA putea pregăti și lansa misiuni spațiale cu sateliți capabili să fotografieze scoarța planetei în mai multe spectre.

Însă epoca de avânt a explorării cosmice (Space Age), pornită în urmă cu o jumătate de secol, s-a cam domolit odată cu intrarea în mileniul trei. Totuși, necesitatea de a folosi spațiul cosmic din apropierea planetei a crescut (în special din rațiuni economice), așa încât asistăm acum la începutul unei noi ere, a inițiativei private, care deja are un nume: NewSpace. În ultimii ani, multe companii și organizații non-guvernamentale au investit bani pentru realizarea și lansarea de sateliți și de platforme de observații orbitale. Și, în mod firesc, preluarea inițiativei pe filieră neguvernamentală a determinat și o schimbare de paradigmă în privința cheltuielii și eficienței: noile proiecte de explorare a spațiului folosesc esențialmente criteriul diminuării costurilor și au ca obiectiv recuperarea cât mai directă a investițiilor. Fie că este vorba de platforme tehnice pentru servicii de telecomunicații, ori de surse pentru imaginerie multispectrală, obiectivele proiectelor NewSpace sunt unele cât se poate de comerciale. (Dacă Space Age avea motivare politico-economică, NewSpace este eminamente comercială. O altă întorsătură interesantă: dacă până acum NASA dezvoltă tehnologie și o transfera către consumatori, de acum companiile din NewSpace dezvoltă tehnologie care poate fi transferată către NASA.)

Dar factorul reformator cel mai profund este cel tehnic, respectiv evoluția dispozitivelor electronice și optice, care a condus la miniaturizarea drastică a



Sateliți pe orbite polare

echipamentelor din dotarea sateliților. Comparând cele două 'epoci spațiale', specialiștii mărturisesc că astăzi o rachetă purtătoare de sateliți poate duce o sarcină de sute/mii de ori mai grea, iar costurile de lansare a unui satelit sunt de două-trei sute de ori mai scăzute.

Companii și organizații din valul NewSpace: SpaceX, Planet Labs, Honeywell International, Blue Origin, Virgin Galactic, Cosine Measurement Systems, Satellogic, OHB-System AG, Lockheed Martin, RSC Energia, Rocket Lab, Relativity Space, Firefly Aerospace, PLD Space, Virgin Orbit, LinkSpace, Axiom Space, Spire Global, Tethers Unlimited, JP Aerospace, Nanoracks, ARCAspace, etc.

Miniaturizarea aplicată în telefoanele mobile este deja prezentă și la realizarea dispozitivelor optoelectronice din dotarea sateliților. Un sistem de captare de imagini MS/HS, care odinioară avea gabaritul măsurat în metri, acum a ajuns la dimensiuni de 25x25 centimetri. (Vedeți dispozitivul HyperScout, capabil să lucreze cu 45 de benzi spectrale.) Mai mult, miniaturizarea nu a rezolvat doar problema sarcinii/greutății și pe cea a costului, ci promite să soluționeze și o altă chestiune stringentă. Fluxul de date de transmis către receptorul de pe Pământ, crescând prin îndesirea fotografiierilor și/sau prin mărirea rezoluției imaginilor captate, depășește posibilitățile de telecomunicație și energetice ale satelitelui. Așa încât se recurge tot mai des la procesarea imaginilor la bordul satelitelui, iar miniaturizarea electronicii permite acest lucru, rezultatul

fiind că spre receptor se transmit imagini mult mai puțin voluminoase decât cele brute. Nu este vorba de o analiză spectrală definitivă (care rămâne la latitudinea beneficiarilor), ci de o pre-procesare gen stereo-restituție (prin care imaginile digitale brute se ortogonalizează și se inter-corelează pentru a obține plasarea corectă în spațiu a fotogramelor). Acești algoritmi (precum cel de compensare a unghiului de fotografiere și a curbaturii scoarței) trebuie să lucreze foarte repede (aproape în timp real) și să consume puțină electricitate din resursele satelitelui.

Aplicări ale imageriei satelitare

Necesitățile de observare, monitorizare și analizare a diverselor aspecte ale scoarței terestre vor determina și pe mai departe folosirea și dezvoltarea imageriei satelitare. Aflăm că există deja o diversificare și în abordările de baleiere a suprafeței planetei și de captare a imaginilor: sateliți dotați cu camere foto/video (cu senzori lucrând fie în domeniul vizibil, fie în spectre multiple/distincte) survolează planeta pe diverse orbite, precum LEO (Low Earth Orbit), sau în orbita polară (sincronizat cu rotația Pământului, sau sincron cu poziția Soarelui).

Funcția lor principală, de a capta imagini vizând scoarța planetei (terenuri, oceane, coaste), face ca sateliții aceștia să fie foarte utili pentru observarea și urmărirea dezastrelor naturale, a despăduririlor, a calității apelor, a degradării ozonului, a poluării atmosferice, a stării culturilor agricole, a modificărilor climatice, ș.a.m.d. Și, în mod firesc, cerințele care determină evoluția imageriei satelitare sunt cele referitoare la: dinamică (actualitatea/viteza captărilor, cu emfaza de timp-real); rezoluția cât mai înaltă a imaginilor obținute (pentru a distinge/evidenția cât mai multe detalii); multitudinea/aplicabilitatea spectrelor imagistice colectate.

Se prefigurează o intensificare a dezvoltării serviciului de furnizare a imageriei satelitare MS/HS pentru clienți privați sau guvernamentali, din diverse domenii: agricultură, silvicultură, cartografie, geologie, meteorologie, climatologie, oceanografie, cercetare, administrare urbană, managementul crizelor/catastrofelor, securitate, etc.

TEHNOLOGIE

PC-ul – de la reformă la evoluție

După deceniile în care sistemele de calcul mari și-au arătat valoarea și potențialul de aplicare la rezolvarea multor probleme practice (economice sau în cercetarea tehnico-științifică) – decenii în care acele calculatoare au format un segment de piață și au avut propria lor evoluție –, avansurile în tehnologia electronică (în special în privința miniaturizării și a vitezei de lucru) au permis la un moment dat apariția unui concept care avea să reformeze radical tehnologia informatică: calculatorul personal.

 **Mircea Băduț**

O ramificație în genealogia IT

În contextul anilor 1970 – când calculatoarele mari (numite și calculatoare 'mainframe') deja deveniseră renumite pentru potențialul lor de aplicare în economie, finanțe, industrie și cercetare (astfel de sisteme de calcul fiind active în majoritatea companiilor mari și a institutelor renumite) – desigur că în mentalul societății apăruse ideea de extindere cât mai largă a informatizării, de aplicare și în organizațiile mai mici sau chiar în contexte domestice. Pe de altă parte, specialiștii (profesioniști sau amatori entuziaști) cercetau și ei diverse arhitecturi și tehnologii de miniaturizare a componentelor electronice, astfel că, la scurtă vreme după apariția primelor **microprocesoare** (circuite electronice înalt-integrate, acumulând într-un volum foarte mic o mulțime mare de tranzistoare de comutație digitală), se propuneau timid primele calculatoare de gabarit redus, apte de a fi programate și de a fi utilizate în aplicări mai nepretențioase. (Producători de calculatoare mainframe: IBM, Burroughs, UNIVAC, NCR, Control Data, Honeywell, General Electric, RCA, Unisys, DEC, Siemens, Telefunken, ICL, Olivetti, Fujitsu, Hitachi, Oki, NEC.)

Dacă un mainframe era alcatuit din mai multe „dulapuri” de echipamente, ocupând una sau mai multe camere de clădire, calculatorul nou apărut avea loc pe o masă de lucru (desktop). Dar notăm și faptul că tot prin acele vremuri apăreau (cu destule aplicări) și mini-calculatoarele construite pe o arhitectură de mainframe restrânsă și care foloseau microprocesorul ca unitate centrală de calcul. Mai reținem un alt



aspect esențial pentru evoluția calculatoarelor: sistemul de operare. Dacă primele calculatoare mainframe (anii 1950) era programate prin configurarea manuală a unei mulțimi imense de dispozitive/contacte, începând cu anul 1964 (prin IBM System/360) aveau să se impună calculatoarele care foloseau, ca substrat esențial, un pachet de software stocat într-o memorie permanentă (pachet numit 'sistem de operare') destinat să permită/gestioneze încărcarea de software-uri de aplicație create folosind limbaje de programare precum Lisp, Fortran, ALGOL, COBOL, C, Pascal, Ada, BASIC, etc. (Sisteme de operare: OS/360, MULTICS, EXEC, GECOS,

UNIX, System V, DOS/360, TOPS-10, RT-11, CP/M, MS-DOS, OS/2, Windows, MacOS, etc.)

Deși primele calculatoare personale de tip desktop (PC) aveau putere de procesare mică, nu aveau facilități de multitasking și nici nu puteau lucra în configurație multi-user, ele s-au bucurat de un succes de piață tot mai crescător (inclusiv ca aplicare casnică). În deceniile 1980 și 1990, PC-urile au evoluat foarte mult în privința capacităților de memorare și de procesare, astfel că – nu mult după ce le-au fost adăugate facilitățile pe care tocmai le-am menționat ca lipsuri – ele au început să ocupe tot mai mult din piața calculatoarelor mari, până la dezlucuirea lor cvasi-integrală. Iar aspectul cel mai important adus de această ramificare reformatoare în genealogia calculatoarelor îl constituie democratizarea informaticii, deschiderea radicală înspre aplicare largă, pentru oricine și oriunde. O democratizare confirmată acum (inclusiv antropologic) prin ubucuitatea celor mai mici și mai portabile PC-uri: smartphone-urile.

O evoluție temeinică

După ce a trecut de faza experimentală, de pionierat (anii 1972-1976; folosind micro-



procesoare Intel 8008, Intel 8080, Zilog Z-80 și Motorola MC6800), fabricarea în producție de serie avea să determine progresiv acceptarea unei arhitecturi generice pentru calculatorul personal de tip desktop: unitate centrală (organizată în jurul unui microprocesor, numit contextual și 'Central Processing Unit' – CPU) plus periferice pentru interacțiunea umană (ecran/monitor; tastatură; mouse). Unitatea centrală este constituită din 'placa de bază' (mainboard, motherboard; adică o placă de circuit electronic imprimat, găzduind microprocesorul, memoria internă și câteva circuite specializate) și din 'plăcile de extensie' (circuite electronice impimate care se conectează/înfing la/în placa de bază pentru a constitui conexiuni cu dispozitivele periferice). Creșterea și diversificarea producției de PC-uri (dar și înfripirea și extinderea concurenței pe piață) avea să impună ca toate componentele/modulele din constituența calculatoarelor să fie (cât mai) standardizate, adică apte de a fi produse de diverși fabricanți. (Standardizarea presupune stabilirea/definirea atât a specificațiilor electrice de conectare și de funcționare – adică de compatibilitate electronică și logică –, cât și a celor de asamblare, de compatibilitate fizico-mecanică.)

Desigur, în aceste cinci decenii de la apariție, tehnologia PC a evoluat continuu, atât în privința performanței (ca viteză și capacitate de procesare) cât și în privința funcțiilor/facilităților (iar despre multe dintre aspectele acestei evoluții am scris în articolele publicate în revista Market Watch).

Iată și câteva repere cheie din evoluția conceptului 'Desktop PC': definirea standardului IBM-PC; generalizarea sistemelor de operare cu interfață grafică (și proliferarea aplicațiilor software apte să lucreze în mod grafic); suportul pentru rețeaua locală de calculatoare (adică pentru mediul de lucru multi-utilizator); conectivitatea cu dispozitivele multi-media (sunet, imagine, video/film); conexiunea internet; dezvoltarea/diversificarea variantelor mobile (de la notebook/laptop la PDA, tabletă și smartphone). Și ceva mai multe în tabelul următor.

Perspective probabile

Dacă privim spre viitor, am putea spune că PC-ul se va adapta continuu la (aceleași) trei cerințe firești: (1) de a procesa cât mai multă informație, (2) de a fi util în cât mai multe aplicații/domenii, și (3) de a se adapta la tendințe moderne. Iar una dintre tendințele majore o rezidă în dualitatea mobilitate+internet.

Desigur, evoluția conceptului de 'calculator' va fi influențată de ramura 'mobilă', dar probabil că PC-ul desktop profesional va coabita

Anul	Reper de evoluție	Aspecte & particularități
1972	Primele PC-uri experimentale cu microprocesor Intel 8008	Arhitectură CPU pe 8 biți
1974	Primele calculatoare comerciale (Altair 8800)	Microprocesor Intel 8080 (2 MHz)
1974	Microcalculatorul M6800	Microprocesor Motorola MC6800
1976/7	Primele calculatoare Apple	Apple I și Apple II folosesc microprocesor MOS Technology 6502.
1978	Apare conceptul IBM-PC	Microprocesor Intel 8086 (pe 16 biți). Se inaugurează linia de procesoare 'x86'
1979	PC-urile Macintosh, Amiga, Atari ST, Sharp X68000	Microprocesor Motorola 68000 (32/16 biți)
1980	Primul "laptop/notebook"	Epson HX-20, cu procesor Hitachi 6301. Ecran cu 4 linii de câte 20 de caractere.
1981	Primele standarde pe conectare fizică și funcțională a monitorului/ecranului	ISA (Industry Standard Architecture) CGA (Color Graphics Adapter)
1982	Primele abilități CPU de multitasking	Microprocesor Intel 80286 (cu management al memoriei)
1983	Apare prima 'interfață grafică' pentru calculatoarele desktop IBM-PC	Software-ul 'Windows 1.0' rulează pe sistemul de operare MS-DOS (cu procesare pe 16 biți)
1985	Extinderea arhitecturii CPU la 32 biți	Microprocesor Intel 80386 (pipeline de instrucțiuni pe trei stadii; poate adresa până la 4 GB de memorie fizică)
1991	Primul software pentru conectarea PC-urilor în rețea locală de calculatoare (LAN)	Novell NetWare funcționează pe sistemele de operare MS-DOS (conexiuni LAN peer-to-peer; cabluri coaxiale).
1993	Primul sistem de operare Windows	Windows NT (lucrează pe 32 de biți; sistem de fișiere NTFS; versiune server; suport pentru rețeaua locală de calculatoare)
1998	Primele procesoare lucrând pe 64 de biți	Microprocesorul Intel Xeon. Specializare CPU pentru calculatoare-server
2001	Unificarea celor două linii de sisteme de operare Windows	'Windows XP' constituie o fuziune între versiunile profesionale și cele domestice (NT/2000 și 95/98/Me).
2006/7	Primele microprocesoare cu mai multe nuclee	Intel Core 2 Duo; AMD Phenom X4. De acum se pot executa simultan mai multe instrucțiuni din algoritmul aplicațiilor software
2009	Apar primele SSD-uri ca alternativă la hard-disk	Memoria electronică nevolativă începe să înlocuiască memoria magnetică

pe mai departe cu dispozitivele mobile (poate chiar și după apariția interfețelor cu implanturi craniene :)). Probabil că cele două ramuri se vor și stimula/însușesc reciproc în dezvoltarea tehnologică. Vom vedea.

Și iată un aspect interesant, apropo de evoluția relația PC-urilor cu dispozitivele mobile! La o privire retrospectivă mai neatentă am putea să ne întrebăm de ce nu au supraviețuit concepte precum 'Microsoft Tablet PC' (2003) sau 'Personal Digital Assistant' (1984/1996), însă dacă ne raportăm la context înțelegem că de-abia în anii 2007/2008 (când conexiunea internet devenea omniprezentă – aceasta fiind o chestiune cheie

în evoluția tehnologică a omenirii) apar primele dispozitive mobile care aveau să rămână ferm pe piață (tabletele și smartphone-urile).

O altă întrebare interesantă privind viitorul PC-ului se referă la relația cu 'calculatoarele cuantice' (concept despre care am scris în Market Watch). Calculatorul electronic nu va dispărea curând, și nici nu cred că va fi înlocuit de cel cuantic (care este potrivit pentru alt soi de aplicații), însă foarte probabil că în viitor (și un viitor nu foarte îndepărat) va asimila tehnologii 'quantum' pentru anumite componente ale sale (pentru memorare, interconectare, telecomunicații, etc).



TEHNOLOGIE

Microprocesoare

După o jumătate de secol de la apariție, se poate spune că microprocesorul este unul dintre produsele civilizației umane cu cea mai rapidă și mai substanțială evoluție, și vom puncta mai jos reperele tehnice ale acestei dezvoltări. Interesant este și faptul că evoluția sa pe piață a fost adesea impulsionată de concurența dintre producătorul fanion, Intel, și diverșii challengerii pe segmentele CPU desktop, CPU notebook și CPU servere. Și deocamdată ne mărginim la ce a fost: nu vom face predicții despre eventuala fuziune între microprocesoarele pentru PC-uri și cele pentru smartphone-uri, și nici despre miniaturizarea internă până la funcționarea în regim cuantic.

 **Mircea Băduț**

Deși circuite electronice numerice integrate (cu dispozitive semiconductoare) au apărut de prin anii 1950, iar cele programabile prin anii 1960, de-abia prin 1970 s-a pus problema realizării de circuite care să poată fi reprogramate dinamic (prin software), adică a circuitului electronic de uz general care avea să constituie nucleul micro-calculatoarelor electronice (care vor deveni, începând cu anii 1980, PC-uri desktop și mai apoi laptop-uri).

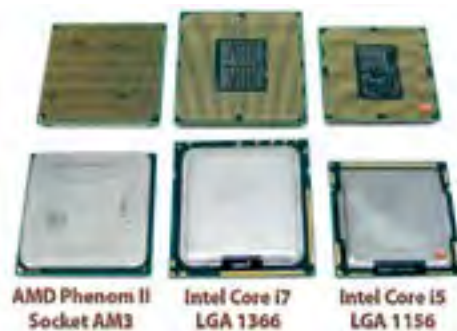
Da, istoria domeniului consemnează 'Intel 4004' ca fiind primul microprocesor, materializare de *unitate centrală de procesare* (CPU) pe un singur cip de semiconductori integrați. Apoi 'Intel 8008' și 'Intel 8080' folosite la primele calculatoare personale (experimental, inițial).

Însă pătrunderea calculatoarelor în tot mai multe domenii profesionale – și deci emergența noii piețe – avea să impulsioneze și alți constructori de circuite electronice să încerce să producă microprocesoare, după cum vom vedea în tabelul sintetic de la final. (Dar observăm că noul domeniu tehnic a fost inaugurat de compania Intel, și că ea este și astăzi un jucător principal în această piață.) Cele cinci decenii urmând acelei prime borne de timp, din 1971, aveau să consemneze o evoluție foarte impetuoasă (și pe alocuri chiar galopantă) a microprocesoarelor, evoluție vizând diferite aspecte tehnice (conceptuale, calitative, cantitative) și având ca efect creșterea continuă a performanțelor, în termeni de *viteză de lucru și de capacitate de procesare* (și doar mai târziu vor fi țintite și criterii mai speciale, precum economicitatea energetică sau rezistența la radiația cosmică).

Da, inițial „lupta” între competitori (dar și „lupta” între ediții și versiuni de la același producător) a avut ca prim criteriu **frecvența de lucru**, fiind acesta un aspect cu evoluție aproape liniară (1 MHz... 20 MHz...

3,6 GHz), dar și **numărul de biți** ai grupului procesabil simultan de registrării interni ai microprocesorului (și eventual ai grupului de biți transportați simultan pe magistralele interne). Intel a trecut la 8 biți în 1972 și la 16 biți în 1978, dar Motorola este prima care atinge 32 de biți în CPU. De abia în 1991 apărea primul procesor pe 64 de biți, însă era un procesor cu arhitectură RISC (Reduced Instruction Set Computer), iar Intel trecea la 64 de biți în 2006, pe arhitectura CISC (Complex Instruction Set Computer).

Ulterior criteriile care au marcat evoluția microprocesoarelor (funcționând inclusiv ca argumente ale competiției pe piață) au inclus și mărimea **memoriei cache**. Memoria 'cache' este o memorie intermediară (tampon), situată între nucleul de procesare și memoria calculatorului (RAM), și în ea sunt aduse din RAM cantități de date mai mari decât procesează în mod curent nucleul, cu scopul de a reduce cererile de date către RAM (și de a reduce astfel timpii de așteptare). Memoria tampon, deja folosită pe atunci în calculatoarele mari, se putea intercala între orice componente cu viteze de procesare diferite (precum 'CPU – RAM', sau 'RAM – HDD'). Revenim însă la familia noastră de procesoare (PC): prima memorie cache s-a introdus odată cu procesoarele Intel 386 lucrând la 20 MHz, iar sporul de performanță a fost semnificativ. (Memoria internă, DRAM, avea o latență de 120 nanosecunde, iar primele memorii cache, de 16KB, construite cu celule de memorie SRAM și amplasate pe placa de bază, aveau o latență de doar 10-25 nanosecunde, potrivit deci tactului CPU.) În 1989, prin lansarea lui Intel 486, se recurgea la două nivele de cache: Level 1 – integrat în circuitul microprocesorului, și Level 2 – pus pe placa de bază. (Inițial L1 avea 8KB, iar L2 avea 256KB.) Ulterior aveau să apară și arhitecturi CPU cu trei nivele de memorie cache: (Alpha



21164, Intel Itanium, Intel Xeon, AMD Phenom II, Intel Core i7) sau chiar cu patru (Intel Xeon, Intel Itanium).

Numărul de tranzistori de pe cip, deși este un parametru mai discret, are și el o semnificație majoră în evoluția microprocesorului, și depinde substanțial de grosimea wafer-ului semiconductor, exprimată în micrometri sau în nanometri. (Interesant este faptul că Goordon Moore prevăzuse încă din 1965 că numărul de tranzistori din circuitele integrate se va dubla la fiecare doi ani, iar „legea” sa a funcționat câteva decenii.)

Mai târziu – și condiționat atât de cerințele de multi-tasking din partea software-urilor, cât și de faptul că miniaturizarea amenința să atingă limitele fizice de densitate ale joncțiunilor semiconductoare –, adică prin anul 2006, a intrat în „jocul evoluției CPU” un alt parametru semnificativ: **numărul de nuclee de procesare**. Prin acest concept de arhitectură CPU *multi-core*, microprocesorul devenea capabil să proceseze simultan mai multe instrucțiuni (deci foarte potrivit pentru software-ul de sistem sau de aplicație lucrând prin tehnici de multi-threading sau de calcul paralel).

Revenim un pic la origine. Primele microprocesoare nu aveau abilități grozave pentru calcule aritmetice cu numere reale (numere cu zecimale), așa că pentru a rula aplicații cu astfel de cerințe (precum software-urile de proiectare tehnică, gen AutoCAD) a fost necesară proiectarea și anexarea la CPU a unui procesor specializat, numit 'coprocesor matematic' (Intel 8087, 80287, 80387). Însă din anul 1989, odată cu procesorul Intel 486, acest coprocesor avea să fie inclus în circuitul integrat CPU.

În 1997 Intel aducea pe piață primul microprocesor care încorporează tehnologia MMX (MultiMedia eXtension), și care presupunea apariția în CPU a opt regiștri speciali (pe 64 de biți) destinați să lucreze cu un set de instrucțiuni profilate pe informații de natură multimedia sau matematică (video, audio, vectorizare, etc). În 1998 compania AMD realizează o tehnologie similară pentru



linia x86, numită '3DNow!', iar în 1999 Intel lansează SSE (Streaming SIMD Extensions).

Spre final facem o observație oarecum sinoptică și retrospectivă. Curgerea timpului nu a însemnat obligatoriu creșterea performanțelor CPU în materie de viteză/capacitate: definirea (sau anticiparea) de noi segmente de piață – PC-uri office, PC-uri pentru jocuri, PC-uri workstation, PC-uri

mobile/portabile – a îndemnat producătorii să creeze variante de microprocesoare urmărind și alte caracteristici: economicitate energetică, căldură disipată mică, reziliență, etc. Astfel au apărut microprocesoare precum Intel Celeron, Intel Atom, AMD Sempron, AMD Athlon Mobile, AMD Ryzen Mobile, Apple M1 Pro, SiFive P670, Ventana Micro Veyron V1, ș.a..

Anul	Denumire	Regis./magis.	Nr.tranzistori /Wafer	Frecv. min.	Note
1971	Intel 4004	4 biți	2300 / 10 μm	740 kHz	Primul CPU într-un singur cip. (Nu se folosește la PC-uri.)
1972	Intel 8008	8 biți	3500 / 10 μm	200 kHz	Arhitectură interioară diferită de i4004. Primele PC-uri
1974	Intel 8080	8 biți	4500 / 6 μm	2 MHz	Dotează primele calculatoare comerciale (Altair 8800)
1974	Motorola MC6800	8 biți	4100 / 6 μm	1 MHz	Pentru microcalculatorul M6800 și pentru alte echipamente
1976	Zilog Z80	8 biți	8500 / 4 μm	2,5 MHz	Primul CPU controlabil integral prin software
1978	Intel 8086	16 biți	29000 / 3 μm	5 MHz	Inaugurează linia de procesoare 'x86'; folosit la conceptul initial IBM-PC
1979	Zilog Z8000	16 biți	17500 / ?	4 MHz	Diferit de Z80; își poate combina registrii
1979	Motorola 68000	32/16 biți	68000 / 3,5 μm	4 MHz	Dotează PC-uri Macintosh, Amiga, Atari ST, Sharp X68000
1982	Intel 80286	16 biți	134000 / 1,5 μm	4 MHz	Primul CPU cu management al memoriei (inclusiv protejare); oarece abilități de multitasking
1984	Motorola 68020	32 biți	190000 / 2 μm	12,5 MHz	Reproiectare pentru adresare memorie suplimentară și pentru interfatare cu coprocesor
1984	AMD Am286	16 biți	120000 / 1,5 μm	16 MHz	CPU identic cu Intel 80286
1985	Intel 80386	32 biți	275000 / 1,5 μm	12 MHz	Pipeline de instrucțiuni pe trei stadii. Extinderea arhitecturii la 32 biți, plus unitatea de management al memoriei, permit sistemului de operare să lucreze în mod plat cu memoria. Poate adresa până la 4 GB de memorie fizică (și până la 64 TB de memorie virtuală).
1987	Sun SPARC	32 biți	110000 / 1,2 μm	14,3 MHz	Procesor RISC pentru stații grafice Sun
1989	Intel 80486 (i486)	32 biți	1200000 / 1 μm	16 MHz	Pipeline de instrucțiuni pe cinci stadii. Prima memorie cache integrată (L1). Prima unitate aritmetică integrată (487).
1991	MIPS R4000	64 biți	1200000 / 0,6 μm	100 MHz	Procesor RISC pentru stații grafice SGI
1991	AMD Am386	32 biți	275000 / 1,5 μm	20 MHz	Arhitectură identică cu i80386
1992	Cyrix Cx486DLC	32 biți		20 MHz	Arhitectură identică cu i80386SX
1992	Digital Alpha EV4	64 biți	1680000 / 0,75 μm	100 MHz	Procesor RISC / pentru calculatoare Digital DEC și supercalculatoare Cray T3D
1993	Intel Pentium	32 biți	3100000 / 0,8 μm	50 MHz	Arhitectura superscalară permite executarea a minim 2 instrucțiuni pe tact (pipeline dual). Cache separat pentru instrucțiuni și pentru date.
1993	IBM PowerPC 601	32 biți	2800000 / 0,6 μm	50 MHz	Procesor cu tehnologie RISC, creat în colaborare cu Motorola și Apple/Macintosh
1994	Nexgen Nx586		3500000 / ?	75 MHz	(doar proiect, fabricare la terți)
1995	Intel Pentium Pro	32 biți	5500000 / 0,35 μm	150 MHz	Pipeline cu 14 stadii pe instrucțiune. Executare speculativă a instrucțiunilor.
1995	Cyrix 6x86	32 biți	4300000 / 0,50 μm	80 MHz	Compatibil la nivel de pini cu Intel Pentium
1996	AMD K5	32 biți	4300000 / 0,50 μm	75 MHz	Primul CPU x86 dezvoltat integral la AMD.
1997	Intel Pentium II	32 biți	7500000 / 0,35 μm	233 MHz	Este o versiune optimizată a lui Pentium Pro. Integrează în CPU și setul MMX.
1997	AMD K6	32 biți	8800000 / 0,35 μm	166 MHz	Folosește proiectul Nx686 de la NexGen (achiziționat)
1998	Intel Xeon	32, 64 biți	4310000 / 0,35 μm	700 MHz	Primul procesor Intel pentru servere. Suport pentru memorie ECC, benzi PCI, RAM mai mare de 4GB.
1999	Intel Pentium III	32 biți	9500000 / 0,25 μm	400 MHz	Încorporează tehnologia SSE (calcule cu numere reale și calcul paralel)
1999	AMD Athlon	32 biți	22000000 / 0,25 μm	500 MHz	Primul CPU x86 cu cache-ul intern bifurcat.
2003	AMD Opteron	64 biți	106000000 / 130 nm	1,4 GHz	Primul CPU cu suport pentru setul de instrucțiuni x86-64. Destinat pentru servere
2006	Intel Core 2 Duo	64 biți	291000000 / 65 nm	1 GHz	Primul CPU cu două nuclee (și lansat înaintea Xenon-urilor Conroe)
2007	AMD Phenom X4	64 biți	450000000 / 65 nm	1,8 GHz	Primul CPU pe 64 de biți de la AMD pentru PC-uri desktop. Patru nuclee de procesare.
2008	Intel Core i7	64 biți	382000000 / 45 nm	2,67 GHz	Primul CPU pe 64 de biți de la Intel pentru PC-uri desktop. Patru nuclee de procesare.
2010	Intel Core i3	64 biți	947000000 / 32 nm	2,93 GHz	CPU pe 64 de biți de la Intel pentru PC-uri desktop, cu două nuclee de procesare.
2011	Intel Core i7	64 biți	1170000000 / 32 nm	3,47 GHz	Sase nuclee de procesare.
2017	AMD Ryzen 7	64 biți	4800000000 / 14 nm	3,6 GHz	Opt nuclee de procesare.
2017	Intel Core i9	64 biți	14 nm	4,2 GHz	10, 12, 14, 16, 18 nuclee de procesare.
2022	Intel Core i9	64 biți	10 nm	3 GHz	arhitectură hibridă: 8 nuclee P și 16 nuclee E
2022	AMD Ryzen 9	64 biți	5 nm	4,5 GHz	16 nuclee de procesare

TEHNOLOGIE

Memoriile 'drive' pentru calculatoare

Memoriile de tip 'disk-drive', ca memorii externe pentru calculatoare, au parcurs o evoluție interesantă: hard-disk-urile au apărut pe piață în urmă cu 65 de ani și au stăpânit-o pentru multe decenii, însă în ultimii ani ele au fost nevoite să cedeze tot mai mult în fața memoriilor 'solid-state drive', acestea tinzând să devină opțiunea favorită pentru echiparea PC-urilor, fie ele desktop sau notebook.

 **Mircea Băduț**

Tehnologia hard-disk-urilor magnetice își are originile înainte de era PC-urilor, fiind prezentă în sistemele de calcul *mainframe* începând cu anii 1950, și îi putem înțelege apariția astfel: a fost o perioadă în evoluția calculatoarelor când creșterea în volum a sistemului de operare (ca număr de fișiere și mărime a acestora) nu se mai potrivea cu dispozitivele de stocare existente (cartele, bandă magnetică, memorii cu inele de ferită); trebuia deci găsit un mediu de stocare mai capabil și mai rapid.

Concepția de principiu a Hard-Disk-Drive-ului presupune un disc (sau mai multe) având pe suprafață un strat magnetizabil (apt să se magnetizeze punctual și să își păstreze starea) și respectiv un cap (un set de capete) cu abilități magnetice, cap care se poate poziționa pe orice locație a suprafeței discului pentru a înregistra și pentru a citi date digitale (date constituind software-ul de sistem și software-ul de aplicații necesare funcționării și utilizării calculatorului). Este deci un dispozitiv ce combină mecanica și electronica, iar dacă în privința electronicii înțelegem abstract că este vorba de circuite care procesează datele și controlează transferarea lor, despre principiul părții me-



ce înțelegem că este o combinație a mișcărilor circulară (a discului) și cvasi-radială (a capetelor), deci cumva asemănător gramofonului/picup-ului în cazul muzicii, principiu ce avea să fie folosit ulterior și la conceperea dischetelor (floppy-disk) și a discurilor optice (CD, DVD, BD).

Și închidem paragraful introductiv amintindu-ne că cerința esențială pentru memoriile externe ale calculatorului este menținerea informațiilor și după întreruperea alimentării cu energie electrică.

HDD – caracteristici și evoluție

Deși hard-disk-ul a apărut în etapa de maturizare a calculatoarelor *mainframe*, corpul evoluției sale se situează în era PC, așa cum s-a întâmplat în cazul multor componente de calculator.

Principalul parametru care a marcat (și a motivat) evoluția HDD-ului a fost capacitatea de stocare, având ca ordin de mărime multipli (de 10 la puterea a treia) ai grupului de opt-biți: megabyte, gigabyte, terabyte. Primele calculatoare personale cu hard-disk aveau capacitatea memoriei externe de 5 MB, însă de atunci parametrul acesta avea să crească continuu, odată cu evoluția întregului domeniu IT. Pentru deceniul "de aur" (1990) s-a estimat o producție globală de 175 milioane de hard-disk-uri. Și dacă tot vorbim despre piață, trebuie să notăm și faptul că – pe măsură ce trebuiau create dispozitive tot mai performante și deci mai pretențioase tehnologic – mulțimea de producători (75 în anul 1985) s-a diminuat tot mai mult (15 în 1999, 6 în 2009, 3 în 2013). Printre principalii fabricanți notăm: IBM, Western Digital, Seagate, Toshiba.





Însă nu doar capacitatea de stocare a constituit criteriu și argument de cucerire a pieței comerciale. Următorul parametru semnificativ a fost viteza de lucru, definită atât ca (1) timp de acces pentru citirea și respectiv pentru scrierea datelor, cât și ca (2) rată de transfer (mărimea grupului de date digitale care pot fi transferate într-o secundă), cu valori tipice de 5-10 ms și respectiv de 100-2000 MB/s. În legătură directă cu viteza de operare notăm și turația discurilor din alcătuirea HDD, cu valori precum 5400, 7200, 10000 sau 15000 de rotații pe secundă.

Pe traseul evoluției hard-disk-urilor a apărut (ca și la microprocesoare, după cum spuneam într-un articol anterior) și memoria 'cache': o memorie intermediară/tampon, interpusă între HDD și magistrala de date a calculatorului pentru creșterea vitezei de lucru (o memorie având capacități de genul 128-512 MB). Și apropo de magistrală, notăm interfețele de conectare a hard-disk-urilor: IDE, E-IDE, SCSI, SATA (și dintre acestea merită subliniat rolul interfeței SCSI la evoluția calculatoarelor server).

Încheiem secțiunea notând un aspect esențial: fiabilitatea. Pe de o parte, de cele mai multe ori memoria externă stochează informații foarte importante pentru oameni (deci pierderea lor este de evitat). Pe de altă parte,

hard-disk-ul este un ansamblu electro-mecanic: componentele electronice se degradează în decursul deceniilor, iar partea mecanică este supusă uzurii fizice și este foarte sensibilă la șocuri. Iar parametrul standard care ne dă un indiciu în acest sens se numește MTBF (Mean Time Between Failures), iar aici valoarea tipică este de 300000 ore (adică ~30 de ani de exploatare continuă, ceea ce se atinge doar „teoretic”). Și notăm, combinând aspectul fiabilitate cu cel de performanță, faptul că au apărut linii de hard-disk-uri specializate pe diferite regimuri de operare (scrieri rare și citiri frecvente; scrieri frecvente; transferuri frecvente de fișiere mari sau mici) profilate pe diverse aplicații (sisteme de operare; servere; monitorizare video; etc).

SSD – reforma necesară

În conjunctura tehnico-economică de la sfârșit și început de mileniu, cred că au fost trei factori care au determinat emergența memoriilor de tip 'solid-state drive' pentru PC: (1) densitatea de organizare a celulelor de memorare magnetică pe suprafața discului din HDD își cam atinsese limitele fizice; (2) pe piața mondială stick-urile de memorie USB și cardurile de memorie pentru dispozitive mobile (Secure Digital, Compact Flash, Memory Stick) evoluaseră destul de mult, atât în termeni de performanță cât și din perspectiva fiabilității; (3) consacrarea memoriei electronice de tip 'flash' în smartphone-uri și tablete (adică în acum-ubi-cuul micro-micro-calculator personal cu sistem de operare și cu software de aplicații). Putem deci spune că a venit destul de firesc de la producătorii de dispozitive IT propunerea de a înlocui hard-disk-ul clasic cu o memorie 'solid-state' (mai

ales că în bună măsură s-a convenit ca SSD-ul să folosească conectica SATA dezvoltată de multcel pentru HDD, deci nemaifortând producătorii de plăci de bază să creeze alte interfețe). Singurul aspect care a stânenit atunci adopția masivă a noilor drive-uri de memorie externă a fost capacitatea de stocare mică (32-128 GB) comparativ cu cea a hard-disk-urilor (~1-2 TB).

Recapitulăm: noile dispozitive de memorie externă pentru PC-uri desktop și notebook sunt mai mici decât hard-disk-ul (format 2,5 inci versus 3,5 inci) și mult mai rapide (de cel puțin zece ori). Sunt mai puțin sensibile la șocuri mecanice și la solicitări termice, iar astăzi au ajuns la capacități măricele (15 TB). Desigur, producătorii de SSD s-au selectat dintre producătorii de HDD și dintre cei de memorii flash/USB: Toshiba, SanDisk, Intel, Kingston, Samsung, Seagate, Lexar, Micron, etc.

Mai facem o detaliere tehnică: memoria flash este o memorie electronică aptă să stocheze permanent date digitale (este adică o memorie non-volatilă), iar fiecare celulă de memorare este de fapt un dispozitiv semiconductor (un tranzitor de tip MOSFET cu poarta comandată în logică NOR sau NAND). Iar conectarea la placa de bază se face fie prin interfața clasică, SATA, fie prin interfețele M.2, NVMe sau chiar PCI Express.

Parametrii tipici actuali: capacitate 240 GB - 10 TB; timp de acces 0,1 - 10 ms; rată de transfer 500 - 5000 MB/s.

În privința fiabilității, la SSD-uri încă nu s-au decantat statistic observații pertinente, deși există evaluări privind numărul de cicluri de citire/scriere suportat de memoriile 'flash', deocamdată inferior celui de la hard-disk-uri. Dar probabil că în viitor, prin dezvoltarea ori prin diversificarea tehnologiei, și aspectul acesta se va ameliora, lălată cu creșterea firească a celorlalți parametri.

Spre final, ne amintim că de ceva timp există pe piață și memorii externe portabile (HDD sau SSD) pe care le conectăm la calculatorul PC prin portul USB, și pe care le folosim pentru arhivarea fișierelor (păstrarea unor copii de siguranță pentru o mulțime de documente și informații) sau pentru portarea lor dintr-o locație în alta. Poate ar fi de menționat aici și materializările de tip NAS – Network Attached Storage – care sunt de fapt mici calculatoare de tip server, însă nedotate cu propria consolă (tastatură, mouse, ecran) și având sistemul de operare de tip firmware (deci nu ca software rezidând pe disc), și în care sarcina esențială de stocare revine unor HDD/SSD-uri care sunt eventual conectate într-o matrice redundantă.



TEHNOLOGIE

Adaptoare video pentru PC

Componente cu tradiție ale calculatoarelor personale, adaptoarele video au avut o poveste proprie și o evoluție particulară pe piața electronicelor digitale. Însă înainte de a intra în detalii să ne amintim că adaptorul video este circuitul electronic ce realizează legătura dintre unitatea centrală a calculatorului și ecranul acestuia – periferic esențial pentru interfațarea cu utilizatorul.

Mircea Băduț

Evoluție și context

Dacă ne referim la istoria adaptoarelor video standardizate, ca prim reper temporal putem alege, cu destulă îndreptățire, chiar apariția calculatoarelor personale cu microprocesor, în urmă cu cinci decenii. Și explic atributul „standardizat”: ne referim doar la acele adaptoare grafice concepute astfel încât să se conformeze unor cerințe stricte (dimensionale, electrice, logice) pentru a fi montate în PC-ul asamblat, respectiv prin înfigerea muchiei lor (muchie prevăzută cu multiple contacte electrice) într-un slot de extensie al plăcii de bază. (Și notăm că ele s-au numit inițial, și pentru mult timp, 'plăci video' tocmai din faptul că aveau aspectul unor plăci, și doar ulterior aveau să apară adaptoare video integrate în chiar circuitul de bază a PC-ului, situație devenită deci nepotrivită cu denumirea de 'card', și care corespunde inclusiv arhitecturilor All-in-One și smartphone/tablet.) Revenind la conceptul standardizării, vom observa că – prin posibilitatea ca plăcile video să fie fabricate de diverși producători – acesta a determinat apariția unui segment de piață nou, astfel că, pe lângă vizatul avantaj al compatibilității tehnice, avea să apară și beneficiul progresului motivat prin concurența dintre producători.

Înainte de a intra în aspecte mai tehnice vom nota că evoluția acestei componente

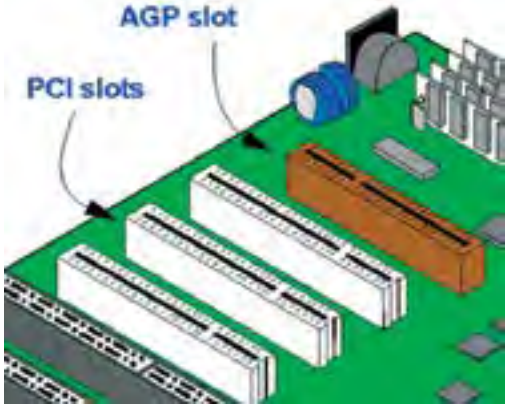
a urmat destul de firesc tendința generală din domeniul hardware, fiind marcată de creșterea vitezei de lucru (odată cu tot ansamblul), de acomodarea la mărirea suprafeței/diagonalei ecranului, de mărirea numărului de culori, de creșterea eficienței energetice, de folosirea de materiale reciclabile, de scăderea costurilor, ș.a.

În primele decenii, pentru că monitorul PC-ului folosea electronică analogică (fiind vorba de un ecran cu tub cinescop/catodic (CRT), aproape similar celui de la televizoarele de atunci), adaptorul video chiar avea de făcut traducerea și adaptarea de la informația digitală (numerică) specifică calculatorului, la modul de lucru analogic (specific tubului catodic). Și doar trecerea la afișajele cu cristale lichide (LCD), a căror imagine era comandată direct folosind electronică digitală, avea să elimine necesitatea conversiei 'digital-analogic'.

Standarde pentru conectare

Recapitulăm: în contextul ideii de ansamblu modular (calculatorul electronic), adaptorul video este circuitul care primește date/informații de la unitatea centrală (CPU) și le convertește, adaptându-le, pentru a fi trimise către ecranul calculatorului, spre a fi afișate în conformitate cu simțul văzului și cu obișnuințele culturale ale omului. (Dacă datele/informațiile interne respective – pregătite de CPU conform instrucțiunilor din software – sunt unele textuale, ele vor apărea afișate corespunzător pe ecran; dacă ele alcătuiesc imagini statice/dinamice, astfel vor apărea pe ecran.) Revenind la modulul nostru, notăm că el are o intrare (dinspre CPU, prin main-board) și o ieșire (spre monitor/ecran), și fiecare înseamnă o anumită arhitectură de conexiuni fizice și respectiv un anumit protocol de transmitere electronică.

Pentru conectarea adaptorului video la circuitul imprimat central al calculatorului (mainboard/motherboard) s-au succedat în timp mai multe norme/standarde: ISA, EISA,



AGP, PCI, PCIe, desigur într-o succesiune a creșterii performanțelor (capacitate și viteză la transferarea datelor înspre ecran).

Conexiunea la monitor/ecran

Ne folosim aici de conexiunea pentru ieșire a adaptorului video mai degrabă ca pretext, și anume pentru a parcurge standardele de afișare de la apariția primului calculator din linia IBM-PC până astăzi, și vom puncta evoluția parametrilor de afișare – în special privind rezoluția de afișare (dar cu mențiunea că afișarea finală depinde și de abilitățile monitorului care este conectat la adaptorul video). Dar înainte de a ataca detaliile din tabel (și pentru a le înțelege din perspectiva evoluției), să notăm faptul că inițial calculatoarele au folosit exclusiv afișarea în **mod text**, adică prin împărțirea suprafeței ecran într-o matrice de rânduri și coloane, iar în fiecare celulă a acestei matrice se putea afișa un caracter alfanumeric (literă, cifră, semn de punctuație, operator

Denumire (en)	Anul	Magistrală (bus) (1)	Rate de transfer date
ISA (Industry Standard Architecture)	1981	8-bit; 16-bit	8 MB/secundă
EISA (Extended Industry Standard Architecture)	1988	32 bit	33 MB/secundă
VLB (VESA Local Bus)	1992	32 bit	100 MB/s la 25 MHz 133 MB/s la 33 MHz 160 MB/s la 40 MHz
PCI (Peripheral Component Interconnect)	1992	32 bit; 64 bit	133 MB/s la 33 MHz 266 MB/s la 66 MHz 533 MB/s la 100 MHz
AGP (Accelerated Graphics Port) v. 1, 2, 3	1997	32 bit; 64 bit	266 MB/s 533 MB/s 1066 MB/s
PCI Express v. 1, 2, 3, 4, 5, 6 / variant 1x, 2x, 4x, 8x, 16x	2004	128 bit	0.5 G/s; 2 G/s; 4 G/s; 16 G/s; 32 G/s (28 Gb/s)

Descrierea standardului	Anul	Parametrii de afișaj
CGA (Color Graphics Adapter)	1981	• în mod text: 80×25 (coloare=rânduri) • în mod grafic: 160×100 pixeli în 16 culori • în mod grafic: 320×200 pixeli în 4 culori • în mod grafic: 640×200 pixeli în 2 culori
EGA (Enhanced Graphics Adapter)	1984	• în mod text: 80×25 (coloare=rânduri) • în mod grafic: 640×350 pixeli în 16 culori
VGA (Video Graphics Array)	1987	• în mod text: 80×25 (coloare=rânduri) • în mod grafic: 640×480 pixeli în 16 culori • în mod grafic: 768×576 pixeli în 16 culori • conector cu 15 pini (D-sub "E")
SVGA (Super VGA)	1988	• 640×480 pixeli în 256 (pe 8 biți) • 800×600 pixeli pe 24 biți de culoare • 1024×768 pixeli pe 24 biți de culoare • 1280×1024 pixeli pe 24 biți de culoare
DVI-D (Digital Visual Interface - Digital)	1999	• conector cu 19 + 25 pini
HDMI (High-Definition Multimedia Interface)	2002	• conector cu 19 pini
DP (DisplayPort)	2006	• conector cu 20 de pini
Full HD / FHD (Full High-Definition)	2008	• 1920×1080 pixeli pe 24 biți de culoare • ecran lat (wide-screen) cu raport 16/9
4K - Ultra HD (Ultra High-Definition)	2015	• 3840×2160 pixeli pe 24 biți de culoare

aritmetic, simbol special), și doar ulterior avea să se utilizeze afișarea în **mod grafic**, în care suprafața ecran însemna o matrice mult mai mare/densă și ale cărei celule aveau să fie pixeli, adică puncte luminoase minuscule având diverse culori și intensități.

Aspecte tehnice și de utilizare

Pentru a-și derula funcția de pregătire a afișării de informații spre utilizator, adaptorul video deține, pe lângă conexiunile electrice de intrare și de ieșire, și circuite de prelucrare a datelor, în care de menționat sunt procesorul grafic (GPU) și memoria de lucru (asemănătoare memoriei interne a PC-ului), iar abilitățile și performanțele acestora (inclusiv ca viteză de lucru și capacitate de procesare/stocare/transferare) determină performanța de ansamblu a adaptorului. Altfel spus, și urmând linia evoluției, cu cât procesorul este mai rapid/potent și cu cât memoria este mai rapidă/încăpătoare, cu atât viteza de lucru a adaptorului video este mai mare, și respectiv va putea controla ecrane având rezoluția cu atât mai mare. (Rezoluția de afișare – ne amintim din articolul din Market Watch nr. 244/2022 – înseamnă numărul de pixeli compunând pe orizontală și

pe verticală imaginea de pe ecran, care este, firesc, legată și de dimensiunea/diagonala aceluși ecran.) De exemplu, rezoluția ecranului de PC are o valoare de genul 1920x1080 pixeli pentru o diagonală de 21-24 inci. Desigur, cu cât rezoluția este mai mare cu atât se pot afișa pe ecran mai multe informații, la modul general, sau – din altă perspectivă – cu atât imaginea va avea mai multe detalii (mai multă finețe).

Pentru a fi menținută imaginea de pe ecran (și întrucât ecranul, prin elementele sale fotoelectrice, nu are remanență la afișare), calculatorul trebuie să o regenereze (improspăteze) foarte des. Și facem mențiunea că din perspectivă ergonomică (sau bio-medicală) – adică pentru a nu solicita prea mult ochii operatorului uman – această rată de reîmprospătare a imaginii trebuie să aibă o frecvență de peste 60 Hz.

„Nebunia” 3D-ului

Care nebunie de fapt a început cât se poate de onorabil, adică nu prin frivole jocuri 3D ci prin stațiile grafice profesionale (anii 1980-1990; Silicon Graphics, Sun Microsystems, DEC, HP, IBM, Integraph) angajate în aplicații CAD (computer-aided design) sau CGI (computer-generated imagery), respectiv modelând tridimensional entități pentru proiectare tehnică (piese mecanice, anambluri, instalații, construcții, clădiri, etc) sau modelând alte entități 3D. Iar „nebulia” a început concret când producătorii și-au propus să ridice performanța acestor calculatoare (nu foarte diferite de PC-uri) prin includerea (transferarea) în adaptorul video a unor facilități de favorizare a reprezentărilor 3D, de unde a apărut denumirea de „acceleratoare

3D” (sintagmă folosită inclusiv ca argument de marketing), care doar ulterior aveau să migreze în (și să potențeze aproape revoluționar) segmentul software-urilor de divertisment, adică al „jocurilor pe calculator”. Revenind la chestiunea tehnică a creșterii performanței, trebuie subliniat că viteza de lucru a adaptorului grafic (2D sau 3D) a crescut în primul rând prin mijloacele deja știute ale unității centrale: viteza procesorului grafic (GPU), capacitatea memoriei grafice, lățimea magistralelor de date, dar și prin implementarea în hardware (GPU) a unor primitive/rutine de algoritmi de reprezentare video tridimensională (cu corespondență în componentele software OpenGL și DirectX), care să preia la nivelul hardware-ului (deci cu viteză mult mai mare) niște sarcini altfel asumate de aplicația software (fie ea CAD, CGI sau joc 3D).

Adaptoarele video au implementate și alte mecanisme/facilități utile în colaborarea cu software-urile de aplicații 3D: circuite Z-buffer (pentru calcule de adâncime tridimensională; pe 16, 24 sau 32 de biți); realizarea de texturări multiple într-o singură trecere; procesări subpixel (și anti-aliasing); eșantionare punctuală; filtrare biliniară sau chiar triliniară; randare/renderizare, pentru obținerea efectului de reprezentare umbrită realist (gen Specular Gouraud sau Blinn-Phong); efect de încetșoare (Vertex/Texture/W); efecte de racordare (Alpha Blending/Vertex Alpha Blending/Additive Alpha Blending/Multiplicative Alpha Blending); texturare în format RGB/RGBA; ș.a.

Producători de adaptoare video

În loc de încheiere amintim sumar câțiva dintre creatorii/fabricanții de adaptoare video (destinate atât pentru PC-urile desktop cât și pentru cele mobile), însă o vom face observând o anumită specializare pe această piață: anumite companii s-au profilat pe producția de procesoare (GPU), iar altele realizează plăci grafice. Astfel, compania nVIDIA a produs o serie de chip-uri celebre, în liniile RIVA TNT, GeForce 256, GeForce 2, GeForce 10 (GTX), GeForce 20 (RTX), GeForce 30, Quadro; iar ATI/AMD a produs liniile Rage, Radeon, FireGL. (Compania Intel a produs chip-uri integrate în CPU: Intel HD Graphics și Intel Iris Graphics.) Iar ca producători renumiți de adaptoare/plăci grafice menționăm alfabetic: Apple, AsRock, Asus, Inno3D, Gigabyte, Matrox, MSI, PNY, PowerColor, Sapphire, XFX, Zotac.



TEHNOLOGIE

Imprimantele: evoluție și actualitate

Din perspectiva timpului, se poate spune că imprimanta este unul dintre primele periferice ale calculatorului (imediat după monitor și tastatură), iar în cele ce urmează vă propun să aruncăm o privire asupra evoluției acestui periferic (marcând inclusiv soluțiile tehnologice), dar și asupra situației actuale pe piața informatică.

 **Mircea Băduț**

Imprimanta matricială

Deși, privite din perspectiva istoriei calculatorului personal, imprimantele matriciale sunt primele periferice din categorie, ele au constituit cumva 'generația a doua' dacă ne raportăm la istoria generală a calculatorului electronic. (Din prima generație au făcut parte mașinile de scris cu comandă electronică, dar și acele imprimante mari având caracterele – litere, cifre, semne – gravate pe o bandă de oțel rulând în buclă, imprimante capabile de viteze și volume mari de lucru, asociate main-frame-urilor și mini-sistemelor care au rulat până prin anii '90.)

Această a doua generație a păstrat principiul de impregnare a hârtiei prin lovirea unei benzi tușate, însă a renunțat la ideea de a tipări caracterul tipografic dintr-o singură operație, adoptând în schimb descompunerea acestuia într-o serie de puncte, succedate prin deplasarea orizontală a capului de tipărire, iar respectivele puncte fiind activate – prin apăsarea unor ațe înspre hârtie – în configurații constituind respectivul caracter. Modelul clasic de imprimantă matricială a avut capul de tipărire constituit dintr-o matrice de 9 ațe (o linie de ațe), dar au existat și imprimante cu mai multe ațe.



Mica revoluție de la originea imprimantei matriciale a permis micșorarea semnificativ a capului de tipărire, dar și câștigarea unei flexibilități teoretic nelimitate în arhitectura caracterelor (adică 'fonturile' cunoscute din domeniul tipografic), aceasta putându-se de acum alcătui liber prin configurarea dinamică a ațelor din matricea de tipărire. Desigur, din această cauză s-au complicat foarte mult comenzile transmise de calculator către periferic: dacă anterior un octet era suficient pentru a comanda o literă/cifră, de acum era nevoie de mult mai mult. Curând s-a pierdut și ideea de standard unic de transmitere a comenzilor de tipărire, și a apărut conceptul de driver-software, adică (sub)programe informatice care făceau adaptarea între textul de pe calculator și comenzile corespunzătoare de executat de către imprimantă.

Ba mai mult, acea libertate de configurare dinamică a ațelor ce împing banda de tuș asupra hârtiei a deschis și calea tipăririi în mod grafic (deci nu doar în 'mod text'), iar adaptările necesare au devenit doar o chestiune de software driver (deplin rezolvabil).

Deși prima imprimantă comercială a apărut în anul 1968 (OKI Wiredot), deceniile de succes ale acestor imprimante au fost anii 80-90 ai secolului trecut, perioadă legată desigur de expansiunea pe piață a PC-urilor. Însă datorită limitelor tehnice inerente (și sub presiunea crescândă a utilizatorilor) curând au apărut tipuri de imprimante mai rapide (laser), capabile de o finețe mai mare a detaliilor, și respectiv cu mai multe culori (ink-jet), astfel că imprimantele matriciale au cunoscut o marginalizare tot mai accentuată. Încheiem subiectul notând că astăzi ele se mai folosesc doar în rarele situații (profesionale îndeobște) în care se dorește tipărirea dintr-o singură comandă a două exemplare identice (eventual pe formulare pre-tipărite) și folosind hârtie auto-copiativă (hârtie care se impregnează prin lovirea asigurată de acele din capul de tipărire).

Imprimantele laser

Apariția imprimantei laser (anul 1976) a însemnat de fapt doar crearea unor interfețe digitale pentru un echipament analogic care exista deja de câteva decenii pe piață: xerocopiatorul. Avem deci același principiu electrostatic și termic: o suprafață cilindrică se electrizează exact după formele ce se doresc tipărite/copiate (fie ele text sau grafică), apoi aceste forme atrag electrostatic praful de toner, iar suprafața astfel preparată transferă formele de toner pe hârtia rulată pe cilindru, hârtie care în final trece printr-un cuptor unde praful se fixează termic (prin micro-topire și solidificare). Se numesc imprimante laser deoarece electrizarea selectivă a cilindrului (a unității de imagine) se face cu o lumină intensă generată de un semiconductor laser.

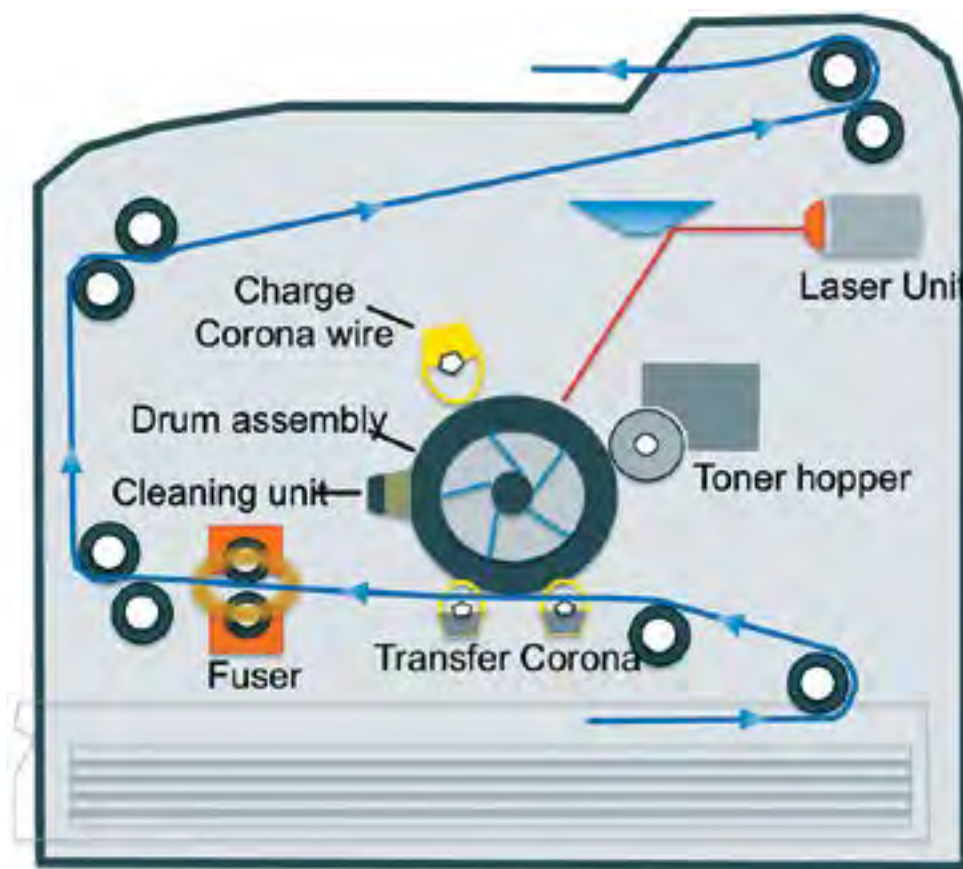
După câteva decenii de prezență pe piață, imprimanta aceasta a ajuns la o anumită maturitate de exploatare: viteză bună de lucru (20-40 pagini/minut) și calitate foarte bună a imaginii (rezoluții de 600-1200 dots-per-inch). Plus un cost relativ bun de tipărire. De fapt, singurul lor handicap în confruntarea de marketing cu imprimantele ink-jet l-a constituit mult timp limitarea la o singură culoare. Însă ușor-ușor s-a materializat și soluția: integrarea bine concertată a patru unități de tipărire, câte una pentru fiecare culoare fundamentală (Cyan, Magenta, Yellow, Black), în aceeași carcasă, și respectiv adaptarea corespunzătoare a drivere-lor software pentru formarea imaginilor prin compunerea substractivă a celor patru culori.

Imprimante cu jet de cerneală

Deși fabricarea lor implică o tehnologie extrem de minuțioasă și de avansată, principiul de lucru este în esență unul simplu: un cap de tipărire se apropie de hârtie foarte bine controlat spațial și suflă cu rigurozitate picături extrem de fine de cerneală pe suprafața acesteia, realizând configurația grafică dorită. Intrarea pe piață a imprimantelor ink-jet începe la sfârșitul deceniului 1970 și urmează o evoluție substanțială. (De-abia în mileniul trei ele sunt detronate statistic de imprimantele laser.)

Revenind la tehnologie, trebuie spus că în primele decenii capul de imprimare era în-

Plotterul – imprimanta de format mare



Plotterele merită propria lor secțiune în cadrul articolului din cel puțin două motive:

(1) pentru că ele servesc unor domenii pretențioase (inginerie și proiectare tehnică, urbanism, arhitectură, etc – aplicații informatice subscrise acronimelor CAD, AEC/BIM și GIS; publicitate; afișe; fotografie de artă; etc);

(2) pentru că primele tipuri de plottere aveau o concepție deosebită și vizionarea lor în funcțiune constituia un spectacol fascinant.

Dacă am comis această referire la istoria lor, trebuie să și lămurim de îndată cititorul: primele tipuri de plottere (apărute în anii 1960) erau de tip vectorial (și inițial au evoluat cvasi-paralel cu stațiile grafice, ci nu motivat ori condiționat de acestea), pe când din anii 1990 încoace ele au fost înlocuite rapid de imprimante laser sau ink-jet, concepute special pentru a tipări pe formate mari. (Notăm că plotterele nu folosesc uzual coli pentru tipărire, ci role de hârtie, de format A0, A1 sau A2, și având greutatea specifică de 90-120 grame/metru-pătrat.)

Plotterele vectoriale se numeau și plottere cu pen-uri: ele tipăreau materialul grafic folosind creioane, pixuri sau carioci, pe care le mânuiau foarte riguros (prin deplasări mecanice relative pe suprafața de tipărire și prin apăsări asupra hârtiei). Însă denumirea de 'plotter vectorial' le este mai sugestivă pentru că așa era transpus materialul grafic, în mod vectorial. Astfel, dacă desenul tehnic de tipărit conținea un segment de dreaptă, atunci driver-ul (calculatorul) îi trimitea perifericului chiar comanda de trasare a celui segment de dreaptă (translatată din sistemul de coordonate al desenului în cel al suprafeței de tipărire). Deja intuim că desenul de pe calculator (din sesiunea aplicației CAD, să spunem!) era parcurs entitate cu entitate (ci nu bandă cu bandă, cum este în cazul imprimantelor), iar dacă entitatea geometrică următoare era un arc de cerc, atunci capul plotterului chiar descria imediat (și trasa cu pen-ul lăsat) acel arc de cerc pe hârtie; ș.a.m.d. Doar textele din proiectul vectorial de pe calculator necesitau un proces preparatoriu de convergere a fonturilor în entități geometrice simple (linii și arce).

Da, să vezi cu ochii tăi cum pen-urile desenează pe rând elementele grafice din desenul de pe ecranul calculatorului era pe atunci – în anii 1980-1990 – un spectacol memorabil: plotterul se dovedea a fi un robot, o materializare de idee SF. Doar că timpul trece...

tegrat cu rezervorul de cerneală, constituind un singur consumabil, și de-abia în ultimul deceniu s-a adoptat soluția cu rezervoare de cerneală separate de capetele de tipărire (ceea ce presupune existența unor furtune flexibile ce fac legătura între capul de tipărire mobil și rezervoarele fixate pe cadrul imprimantei). Pentru utilizator, schimbarea arhitecturii vădește o parafrază a incertitudinii din principiul lui Heisenberg: soluția inițială (a consumabilului integrat) avea neajunsul că se arunca și capul de tipărire odată cu cartușul de cerneală (adică o risipă de materiale valoroase și un cost mai mare pentru consumabil); iar soluția actuală (cea decuplată) are dezavantajul riscului crescut de înfundare a capului și a traseelor de fluid (componente care ar trebui să reziste pe toată durata de viață a imprimantei). Uneori utilizatorul este cel care – la achiziționarea imprimantei – alege unul dintre cele două concepte, după propriile criterii practice (volum de tipărire, frecvență de tipărire, costuri), sens în care va ține cont de faptul că imprimanta color are mai multe capete de tipărire (fie un cap negru și unul color; fie capete separate pentru culorile componente: C, M, Y, K, plus eventuale nuanțe intermediare).

Pentru anii aceștia imprimanta cu jet de cerneală este un periferic foarte evoluat, și o putem găsi pe piață într-o gamă varia-

tă de modele: de la cele ieftine, pentru uz domestic, la cele foarte scumpe, pentru uz profesional; ori de la cele monocrome pentru folosire de anduranță, până la cele destinate printurilor fotografice pretențioase, pe hârtie foto sau pe folii speciale, de diverse formate. Un aspect practic care dovedește gradul înalt de evoluție al imprimantelor ink-jet se referă la funcțiile de auto-mentenanță (sau de asistență pentru mentenanță), pe care le putem activa fie prin meniul propriu al imprimantei, fie prin opțiuni incluse în driver-ul software. Una dintre aceste funcții realizează desfundarea traseelor de fluide (inclusiv a duzelor din capetele de tipărire), și probabil că va fi utilizată mai des la modelul de imprimantă cu capetele disociate de rezervoarele de cerneală. Cealaltă funcție vizează corectarea eventualelor abateri de aliniere (abateri care se pot manifesta pe direcțiile verticală și orizontală ale suprafeței de tipărire): imprimanta tipărește niște modele grafice de calibrare, pe care apoi fie le interpretează utilizatorul (și impune imprimantei corecții necesare), fie le scanează automat imprimanta și le compară cu referința din memoria proprie, după care decide singură să-și aplice eventuale ajustări micro-nice în deplasările capetelor de tipărire și în temporizările comenzilor către duze, pentru a compensa abaterile detectate.

TEHNOLOGIE

Camere foto – evoluție cu accente dramatice

Evoluția în timp a camerelor foto digitale a avut parte de oarece dramatism, pe alocuri un pic paradoxal, și a culminat cu o schimbare de paradigmă și un 'challenge' la vârf (încă netransat pe piață): tocmai când creșterile de rezoluție și de sensibilitate ale senzorului fotoelectronic păreau să fi definitivat conceptul cvasi-perfect al aparatului de fotografiat digital, linia deja clasică de camere DSLR avea să fie provocată (și aproape învinsă) de camerele „mirrorless”.

 **Mircea Băduț**

Etimologie și începuturi

Înainte de a relata despre trecerea de la camera foto cu film (captând imagini cu pelicula de emulsie chimică fotosensibilă) la aparatul digital, vă propun o scurtă digresiune etimologică: la noi în țară, și timp de multe decenii, s-a folosit mai degrabă sintagma „aparat de fotografiat”, și doar mai recent s-a adoptat denumirea de „cameră foto”. Și este interesantă această paranteză datorită unei implicații IT: noi am preluat prima denumire din limba franceză (appareil photo) probabil odată cu popularizarea acestuia în Europa (deci cu un secol în urmă, când aveam deschidere și conexiuni către cultura franceză), însă coincidența face ca Franța să fi fost, în deceniile 1960-1990, cam singura țară occidentală care nu a practicat embargoul politic pentru tehnologia informatică față de România. Celălalt concept – camera foto –, deși etimologic este de origine greacă, a pătruns la noi pe filieră anglofonă. Dar să revenim la oile noastre fotogenice...

Primele camere foto electronice, experimentale (1975-1985; Kodak, Sony, Canon, Fujifilm), au asimilat destul de puțină arhitectură de la aparatele foto consacrate, deși în principiu doar au înlocuit filmul fotosensibil cu senzorul digital. Da, au preluat ideea „camerei obscure” și au amplasat senzorul

fotoelectronic pe peretele opus orificiului cu lentile, lentile alcătuind așa-numitul „obiectiv foto”. Era vorba de un senzor mic, cu puține celule fotosensibile și destul de lent. Însă curând după validarea conceptului apărău și primele camere foto folosind efectiv arhitectura SLR-urilor. (Explicităm și acronimul: SLR = Single Lens Reflex, de unde va deriva conceptul Digital-SLR.)

De altfel, trebuie observată o specificitate radicală a acestei piețe, reliefată destul de devreme – existența și evoluția a două linii/familii de camere foto:

- aparate foto cu senzori mici (și cu dimensiuni reduse; numite și „camere compacte”, sau chiar camere „point-and-shoot”) – destinate amatorilor, fiind ușor de folosit și relativ accesibile ca preț;
- aparate foto cu senzori mari (unde, pentru mult timp, reprezentant unic a fost modelul DSLR) – destinate profesioniștilor și amatorilor pretențioși.

Acestea din urmă preluaseră de la modelul analogic profesional (foarte bine pus la punct în a doua jumătate a secolului trecut) atât arhitectura optică (cu

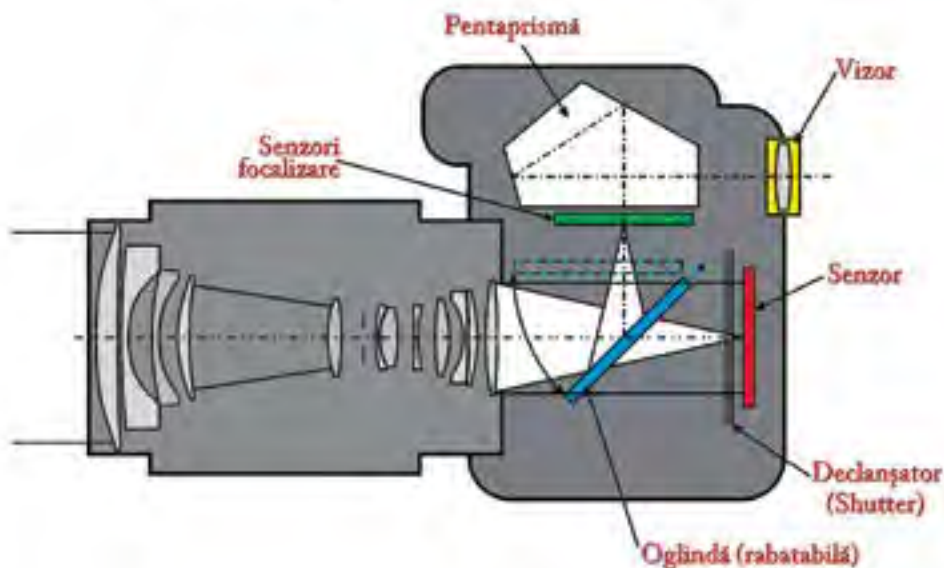
oglină interpusă temporar între obiectiv și vizor) cât și abilitatea de a schimba/înlocui obiectivele foto (pentru o mai bună adaptare la diversele situații fotografice). Dar ele au asimilat și utilizarea în manieră profesională, adică prin controlarea explicită a parametrilor de tehnică fotografică (asupra cărora vom reveni).

În evoluția acestor două linii de produse depistăm și primele accente dramatice: cele două familii aveau să se influențeze reciproc (mai ales dinspre cele superioare către cele de jos), uneori amenințând cu vreo convergență (dacă nu chiar cu fuziunea). Au existat și câteva încercări punctuale de hibridizare a celor două lumii. De altfel, reforma care avea să răscolească piața camerelor foto (semi)profesionale, și anume prin conceptul „mirrorless”, venea tocmai din tentația irezistibilă de a aduce laolaltă avantajele celor două linii...

Reformă cu sacrificii

Da, se dorea ca aparatul viitorului (apropiat) să fie compact – adică ușor și de mici dimensiuni – dar să poată realiza fotografii având fidelitatea (calitatea/

Schema optică a camerei foto DSLR



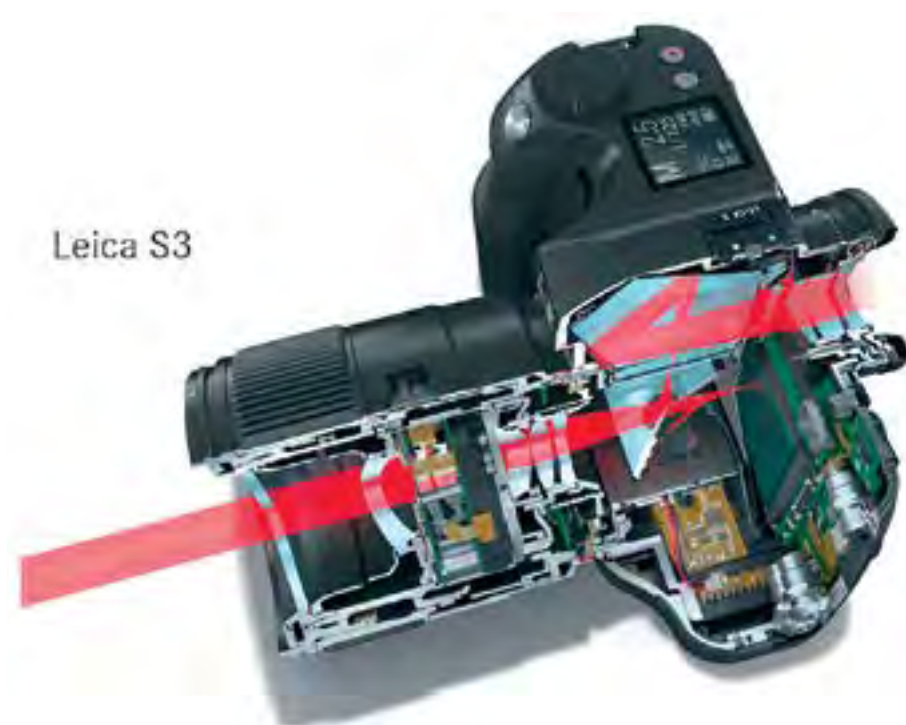
claritatea) specifică clasei DSLR. În acei ani (2005-2010) aparatele cu senzori mici evoluaseră și ele destul de mult, atât din perspectiva calității imaginii (rezoluție mare, senzori sensibili) dar și din perspectiva reglării parametrilor și al potențelor obiectivelor foto (vedeți linia Canon PowerShot G, cu senzori de 1/1.7", sau seria Fujifilm X100, cu senzor de 1"), așa încât iminența reformei electrizeze atmosfera... atât la consumatori (dornici de mai mult, de mai bine) cât și la producători (care știau că trebuie făcut ceva, dar încă nu aveau curajul să fie primii care mizează pe vreun model de cameră reformată). În fond, prin paralela cu aparatele compacte, ceea ce avea să se întâmple nu părea deloc radical: s-a propus micșorarea gabariturii camerei foto de tip DSLR prin sacrificarea (anularea) vechiului artificiu opto-mecanic preluat de la camerele foto profesionale cu film: oglinda mobilă ce prelua imaginea de la obiectivul foto și o conducea (ca printr-un periscop – vedeți imaginea anexată) la vizorul prin care privea operatorul uman. De la acest sacrificiu a venit denumirea noilor camere, de „mirrorless”.

Însă noul aparat nu renunța complet la vizor (fiind acesta mult prea important pentru controlarea riguroasă și/sau creativă a cadrului real de fotografiat), ci îl înlocuia cu un vizor electronic, a cărui imagine provenea (preferabil) de la senzorul principal al camerei foto. Desigur, imaginea din noul vizor era de acum una digitală (LCD), deci cumva inferioară celei optice/naturale de la DSLR.

Înainte de a merge mai departe, facem mențiunea că pe piață se consacraseră două tipuri de senzori electronici pentru camerele foto – CCD și CMOS – fiecare cu oarece avantaje, fiecare cu potențial pentru dezvoltare.

Piața „mirrorless”

Primele produse comerciale notabile au provenit de la compania Panasonic (Lumix DMC-G1; 2008) și apoi de la Olympus (Olympus PEN E-P1, 2009), companie de optică renumită în sferile profesionale, academice și domestice; care curând a și renunțat la linia DSLR proprie. Au urmat camerele foto de la Sony (Alpha NEX; 2010). Însă, deși promovate pe piață destul de insistent – și primate cu multă speranță de către consumatori – succesul lor nu a fost substanțial. Da, noile camere erau superioare celor compacte, dar încă mult



sub DSLR-uri. Totuși evoluția tehnică ulterioară avea să confirme noul concept: mai toate companiile consacrate (inclusiv Canon și Nikon, eternii rivali) aveau să lanseze mai multe modele de camere mirrorless, și – aspect foarte important – mai multe familii de obiective foto pentru ele, pentru că – da! – noile camere foloseau conceptul (profesional) de obiective interschimbabile.

Trebuie subliniat că tensiunea ce însoțea reforma din evoluția camerelor foto digitale se datora unui aspect tehnic tot mai clar (admis deopotrivă de producători și de consumatorii ambițioși): calitatea fotografiilor depinde direct proporțional de dimensiunea senzorului foto (în primul rând prin dimensiunea fizică, și doar apoi prin numărul de pixeli, de puncte fotosensibile), aspect determinant atât pentru finețea detaliilor, cât și pentru diminuarea nedoritului (dar prea-adeșă prezentului) „zgomot de imagine”. (Vedeți eventual și articolele mele despre imagini și despre senzori din revistele Market Watch 244/2022 și 234/2021.)

Primele aparate mirrorless aveau senzorul cu dimensiunea de 18x13,5mm (numite 4/3”), deci inferioară senzorilor de la DSLR-urile pentru amatori, numite APS-C (dimensiune ~23x15mm), și mai ales inferioară celor de la DSLR-urile profesionale, numite „full-frame” (dimensiune 36x24mm). Așa încât, pe piața

aparatelor foto, diagonala senzorului avea să mai crească în anii următori pentru a se consacra pe segmentul de sus al pieței. (Vedeți Fujifilm GFX 100S, Canon EOS RP, Sony Alpha-7R; sau Sony RX1R și Leica Q în linia compactelor.)

Între timp, și cu „naturaletă” specifică tehnologiei informatice, a crescut oarecum și rezoluția senzorului (densitatea de celule fotosensibile, respectiv numărul de pixeli ai imaginii foto rezultate), ajungând astăzi la valori de genul 60-80 Megapixeli (vedeți PhaseOne), care valori, pe de altă parte, nu sunt cu ușurință egale/satisfăcute de puterea optică a obiectivelor foto. (Ne amintim, ca reper istoric, lansarea în 2011 a camerei PENTAX 645D, cu senzor CCD de 44x33milimetri și 40 megapixeli, distribuiți pe imagine în relația 7264x5440.)

Parametrii tehnicii fotografice

Când se înfiripa cu adevărat segmentul de piață al camerelor digitale (depășindu-se stadiul experimental de început), creatorii lor au adoptat conceptele, practicile și chiar normele din fotografia clasică, astfel că acum avem (moștenită) o standardizare destul de ridicată a parametrilor folosiți la fotografiere. Aparatele foto mai pretențioase (fie ele compacte, DSLR, mirrorless, sau alte modele) pun la dispoziția utilizatorului elementele de interfață (butoane, roțițe, meniuri, vizoare, ecrane) pentru controlarea îndeaproape

TEHNOLOGIE

a tuturor parametrilor (facilitând în mod deosebit accesul la cei esențiali pentru operarea imediată).

Vom observa un aspect esențial pentru obținerea de imagini foto bune/corecte: primii patru parametri din acest tabel sunt interdependenți, adică trebuie corelați între ei (fie explicit de către operatorul uman, fie de către inteligența algoritmică a aparatului): de exemplu, dacă se dorește o supra-expunere, atunci fie se crește timpul de expunere, fie se deschide mai mult diafragma, fie se crește sensibilitatea senzorului. De asemenea, dacă se dorește o deschidere largă a diaframei – pentru a se obține o separare mai mare între zona focusată/clară și planurile din spate/față, în câmpul de profunzime – atunci este necesar un timp de expunere mai mic, deoarece apertura lărgită deja înseamnă că în cameră va intra mai multă lumină.

Aspecte finale dar tranzitorii

Totuși, pentru a recupera esențialul din evoluția analizată, trebuie spus că cea mai profundă dramă vine din aceea că piața aparatelor foto este în recesiune tot mai pronunțată de la apariția smartphone-

urilor: cu cât camera foto/video încorporată în acestea devenea mai bună, cu atât scădeau vânzările camerelor foto, mai ales în segmentul aparatelor compacte. Desigur, este puțin probabil ca un fotograf profesionist de sport să renunțe la aparatul cu senzor mare și să folosească smartphone-ul pentru reportaje, însă răspândirea și evoluția telefoanelor mobile a afectat drastic segmentul de piață al amatorilor entuziaști, care fuseseră mult timp atrași de ideea senzorului mare. Și, apropo de senzor, trebuie amintit că în smartphone-uri sunt implementate camere foto ultra-compacte, deci cu senzor mic, ceea ce – în ciuda diverselor artificii (și a intensei post-procesări de imagine) – face ca ele să nu prea producă imagini fotografice la calitatea camerelor foto de vârf, aspect pe care îl putem verifica aducând imaginile foto produse cu smartphone-ul pe un ecran de PC mare (deci nu pe ecranul telefonului!) și afișându-le la scara 1:1 (100%; adică pixel de imagine pe pixel de ecran) pentru a cântări detaliile. Dar trebuie să recunoaștem că, din păcate, declinul pieței foto este și un rezultat al comodității, al acceptării (conștiente sau

nu) a compromisului: am vrea o calitate bună a imaginilor foto, dar nu și să cărăm cu noi 1-2 kilograme de echipament foto. Iar la chestiunea comodității fizice se adaugă și o comoditate intelectuală: imaginile foto realizate prin smartphone compensează imperfecțiunile de iluminare și de claritate printr-o mulțime de corecții și procesări pe care dispozitivul le aplică automat și instant: corecții de expunere, lărgirea gamei dinamice, accente de culoare, ridicarea contrastului, artificii HDR, etc. (De altfel, deja avem pe piață și aparate foto DSLR, precum Canon 250D, care pun implicit la dispoziție un pachet de procesări specifice smartphone-ului.)

Revenind la competiția aceea internă și nodală de arhitecturi, vedem că deocamdată cei doi performeri – DSLR și mirrorless – aleargă umăr la umăr, conviețuind, și nu este clar cum se vor tranșa lucrurile în viitor. Iar dacă ne întrebăm cumva de ce oare mai rezistă pe piață modelul DSLR, trebuie să înțelegem că profesioniștii încă găsesc avantaje la arhitectura clasică. Avantaje pe care oricare dintre noi le poate simți dacă probează mai îndeaproape un aparat foto de vârf. ■

Parametru	Descriere	Valori tipice
Nivelul de expunere (-\+)	Permite corelarea luminii de ansamblu a imaginii captate cu luminozitatea din mediu	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3
Timpul de expunere (sec.)	Controlează intervalul de timp în care lumina de la obiectivul foto este lăsată să ajungă la senzor (în fracțiuni de secundă)	1/8000 1/4000 1/500 1/250 1/125...
Deschiderea diafragmei/aperturii (f/...)	Controlează diametrul orificiului prin care lumina trece din fața obiectivului foto la senzor (orificiu reglabil, materializat și controlat în obiectiv)	1:2.0 1:2.8 1:5.6 1:7 1:9
Sensibilitatea la lumină (ISO)	Permite creșterea sensibilității senzorului foto (pentru a putea capta detalii în conditii slabe de iluminare, deși astfel va crește și 'zgomotul de imagine', adică imprecizia cromatică)	100 200 400 1600 ... 102400
Balansul de alb (WB)	Corectează nuanță globală de lumină din imagine (temperatura de culoare: cald/rece, măsurată în grade Kelvin) pentru a compensa deviația de la alb din sursa de lumină (sursă naturală/artificială)	Auto; Soare/Daylight (5200K), nori (6000K), umbră (7000K), lampă tungsten (3200K), lampă neon (4000K); Manual/Custom
AutoFocus operation/method	Alegerea între focalizarea manuală și cea automată, și respectiv între metodele de focalizare automate (individuală, continuă, asistată, inteligentă)	Automat/Manual; One-Shot, AI Focus, AI Servo, Servo
AutoFocus point selection	Selectarea punctului de focalizare (în planul cadrului foto vizat), punct în care se va obține maximul clarității de către obiectivul foto (focalizare optică)	Punctele de focalizare apar într-o rețea afișată în vizor (sau pe ecran)
Drive	Alegerea între diversele moduri de obținere a imaginilor foto (singular; rafală rapidă, rafală lentă, rafală silențioasă; cu temporizare de 2-10 secunde; continuu)	Single shooting; Continuous shooting; Silent shooting; Self-timer: Bulb
Metering mode	Alegerea modului de evaluare a nivelului de lumină din cadrul vizat (considerarea mai largă sau mai restrânsă a zonei de calcul a luminozității din suprafața cadrului)	Evaluative metering; Partial metering; Spot metering; Center-weighted average metering
Picture Style	Alegerea unor seturi predefinite de parametri privind tratarea și calitatea imaginii (claritate, contrast, saturație, ton de culoare, filtru de efect)	Auto; Standard; Portrait; Landscape, Fine Detail; Neutral



PROTECȚIA DATELOR LA CELE MAI ÎNALTE STANDARDE DE SECURITATE

SOLUȚII DE CLOUD

de tip public, privat sau hibrid, într-un mediu IT dinamic, complet virtualizat și ușor scalabil:

- **Siguranță și stabilitate** pentru aplicații și date
- **Tehnologii de ultimă generație** recunoscute pe piață
- **Echipă de profesioniști certificați**, cu experiență vastă în domeniu
- **Grad înalt de securitate a datelor** prin nivele de separare, fizice și logice
- **Capacitate de stocare performantă**



GTS Telecom este un furnizor integrat de soluții și servicii de telecomunicații, cu o experiență de peste 25 de ani pe piața din România.

Prin cele două centre de date proprii, în București și Cluj, și două platforme virtuale, compania oferă cele mai înalte standarde de calitate în servicii de telecomunicații, Data Center și Cloud.

CONTACTAȚI-NE

Str. Izvor 92-96, București | office@gts.ro
+40 312 200 200 | www.GTS.ro

DATA CENTERS

BUCUREȘTI - Electromagnetica Business Park
CLUJ - Liberty Technology Park, Clădirea D

TEHNOLOGIE

În urmă cu un deceniu, trei producători majori (Canon, Nikon și Sony) surprindeau piața de echipamente foto cu lansarea unor modele de camere foto cu senzori 'full-frame' destinate amatorilor (senzori rezervați până atunci exclusiv aparatelor profesionale/scumpe). Succesul acelor camere avea să contureze o tendință clară: creșterea dimensiunii senzorilor foto. Da, pătimășii fotografiei știu (sau află curând) că una dintre condițiile esențiale pentru obținerea imaginilor de calitate este senzorul cât mai mare, standardul dându-l actualmente senzorul de 24x36mm din dotarea aparatelor foto pretențioase. Însă în cele ce urmează vă propun să aflăm câte ceva despre senzorii digitali chiar și mai largi. ✍ **Mircea Băduț**

Senzori foto mari



Senzori de imagine largi

Dimensiunea 'full-frame' a senzorului digital corespunde formatului de film foto introdus de Kodak în 1934 (sub numele de „film 135” și înregistrat ulterior sub standardul ISO 1007). Însă aceeași companie lansase în 1901 formatul 120 (formatul mediu), pentru cadre de 6x4.5cm, 6x6cm ori 6x9cm, format după care multă lume suspină și astăzi (suspine vizând mai ales camerele Hasselblad și Mamiya). De dragul conformității științifice, amintim și de „large format”, cu dimensiuni de peste 10x12cm, corespunzând foliilor fotosensibile (deci nu rolurilor de film), descendent din „vremile” când fotografii preparau artizanal plăcile foto.

Dacă inițial senzorii digitali full-frame (FF) erau prezenți doar în camerele foto DSLR, în ultimii ani ele s-au „instalat confortabil” și în aparatele mirror-less și chiar în modelele compacte (adică în arhitecturi care au micșorat dimensiunile și greutatea prin renunțarea la oglinda esențială modelului Single-Lens Reflex).

Însă vă propun să aflăm acum câte ceva și despre senzorii digitali mai largi decât standardul 24x36mm.

De ce „mai larg”?

În contemporaneitatea senzorilor de imagine digitali (dar la fel ca pe vremea fotografiei argintice) identificăm două motive categorice pentru care sunt de preferat dimensiunile mari: (1) se obțin fotografii mult mai bune în condiții de lumină săracă, și (2) câmpul de claritate în profunzime este foarte îngust.

Faptul că celulele sensibile compunând senzorul nu sunt foarte mici (și nici prea aglomerate) le permite să distingă mai multe detalii în lumină slabă și să genereze substanțial mai puțin zgomot de imagine. (Electroniștii ar spune, un mai bun raport semnal/zgomot.) Pentru comparație: un senzor FF de 24 megapixeli înseamnă o densitate de ~4200 pixeli/inch, pe când un senzor de compact/telefon poate avea peste 20000 pixeli per inch. (Când conceptul PPI (pixels-per-inches) nu ne satisface, putem calcula invers, pentru a vedea cum dimensiunea celulei fotosensibile din senzor este de șase ori mai mare la DSLR.)

Iar câmpul de profunzime îngust – adică faptul că detaliile din afara focusului ne apar tot mai estompate – este foarte dezirabil în multe genuri de fotografie: portret, sport,

modă, macro, wild-life, fotografie de produs. Pierderea clarității în depărtare sau dincoace de planul de focalizare al imaginii fotografice se mai numește și *blurare*. Ne dorim ca acest efect să fie mai accentuat pentru a obține o bună separare a subiectului din fotografie față de fundal sau de anturaj. Și nu-l vrem doar accentuat, ci și plăcut – adică un fundal cremos, fără asperități geometrice. Iar aspectul acesta – care depinde nu doar de mărimea senzorului, ci și de calitatea obiectivului/lentilelor foto – este întâlnit, în jargon, cu denumirea de „bokeh”.



Secțiune prin camera foto DSLR Leica S3

Camere foto pe formatul mediu

În vreme ce aparate foto precum Canon EOS R5, Nikon Z7 și Sony A7R IV se străduiesc să înghesuie cât mai multe celule fotosensibile pe senzorul de 35mm, apar pe piață și camere foto cu senzori de format mediu, destinate atât profesioniștilor cu pretenții (lucrând, de exemplu, pentru reviste gen „Vogue” sau „National Geographic”), cât și amatorilor foarte exigenți.

DENUMIRE	REZOLUȚIE
Hasselblad 907X 50C	50MP
Hasselblad X1D II 50C	50MP
Hasselblad H6D-400c	400MP
Fujifilm GFX 100	102MP
Fujifilm GFX 50R	51.4MP
Fujifilm GFX 50S	51.4MP
Leica S3	64MP
Pentax 645Z	51MP
PhaseOne XF IQ4	151MP

Și vom exemplifica – pentru evidențierea atuurilor – cu un model „de mijloc” din lista de mai sus. (Sintagma „de mijloc” este aici un eufemism, mai ales dacă ne raportăm la preț.)

Specificații LEICA S3

Tip:	cameră foto DSLR (digital single-lens reflex)
Tip senzor de imagine:	ProFormat CMOS, cu micro-lentile
Rezoluție senzor:	64 megapixeli (9800x6530 pixeli)
Mărime senzor:	45 x 30 mm
Spațiere pixeli pe senzor:	4.6 μm
Raport de aspect:	3:2
Domeniul dinamic:	15 f-stopuri
Adâncimea de culoare:	16 biți per pixel
Sensibilitatea ISO:	100 – 50000
Înregistrare video:	4K (4096 x 2160 pixel) la 24 fps
Formate fișiere imagine/video:	DNG (RAW), JPEG; MOV
Carduri de memorie:	CompactFlash (max. UDMA 7); SD (UHS-II)
Viteza de rafală:	3 imagini pe secundă
Ecran de control:	3" TFT, 921600 pixeli, 16 milioane culori, touch
Obturator:	metalic, în plan focal; 1/4000s – 32 s, sincronizare blitz: 1/125s
Gabarit:	160x120x80mm, 1260grame

Remarcăm ca având valori deosebite caracteristici precum sensibilitatea foto și gama dinamică. La care se vor adăuga cele spuse mai devreme privind imaginea foto, dar și – deloc de neglijat aici – calitatea optică a obiectivelor Leica.

O fuziune între analog și digital

Dar poate că cea mai interesantă poveste aici este „mariajul” dintre senzorii Dalsa și extraordinarele aparate foto Mamiya, celebre pe vremea fotografiei pe film, mariaj care se consfințește în decembrie 2015 prin anunțul achiziției companiei Mamiya Digital Imaging de către „Phase One”. (Observăm aici o poveste destul de internațională: sistemele dorsale

„Leaf Credo” sunt produse în Tel Aviv, compania mamă (Phase One) este din Frederiksberg, Danemarca, iar senzorul de imagine se fabrică în Eindhoven, Olanda, deși furnizorul (Teledyne Dalsa) este din Waterloo, Ontario, Canada. La care adăugăm Tokyo pentru producătorul aparatelor foto Mamiya.) Pentru conformitate, subliniez faptul că dorsalele „Mamiya Leaf Credo” (apărute inițial în 2013), conținând senzorul de imagine digital, se atașează camerelor foto Mamiya în locul cartușului de film fotosensibil.

Sistemul acesta – combinând camerele foto profesionale de dimensiuni mari (pe film) cu senzorii digitali – este vizat cu predilecție de către cei ce realizează fotografii de calitate foarte înaltă pentru reviste glossy, pentru afișe mari, pentru pliante sau broșuri comerciale. O primă categorie de subiecte pentru fotografie sunt cele imobile sau cu mișcare moderată (mașini, haine, bijuterii, modele-manechin, peisaje), deoarece deocamdată sistemul nu se pretează pentru fotografia de acțiune (sport, wild-life, street), limitările fiind date atât de viteza de lucru moderată a



Subansamblul dorsal digital pentru camere Mamiya

Dorsalele Leaf Credo se montează pe camerele foto Mamiya 645DF și sunt prevăzute cu câte un microprocesor dual-core optimizat pentru asistență la vizualizare, focalizare și editare. La dotarea tehnică mai menționăm interfețele FireWire 800 și USB 3.0 pentru un transfer rapid de informații (pus în valoare când se fotografiază comandat de calculator). Mai trebuie spus că dorsala „Leaf Credo” include și un ecran LCD (touch-screen) cu diagonala de 3.2 inci și cu rezoluția de 1.15 megapixeli. Iar aici funcția „Live View” îngăduie o focalizare precisă când se vizează non-optic (non-TTL).

Preconizând cu optimism, producătorii prevăd extinderea gamei de dorsale pentru a se potrivești mai multor camere foto de format mediu și mare. Însă între timp noi așteptăm camere foto digitale de format mediu/mare și de la producătorii consacrați în zona fotografiei digitale (Canon, Nikon, Olympus, Panasonic, Sony).

ansamblului, cât și de mobilitatea redusă a camerelor (comparativ cu celelalte camere foto profesionale).

Specificații pentru dorsala Leaf Credo 80 Mamiya:

Rezoluția	80 Megapixeli
Senzorul de imagine:	53.7 x 40.3mm DALSA
Dimensiunea în pixeli:	10320 x 7752 pixeli
Dimensiunea pixelului:	5.2 x 5.2 micron
Rata de captură foto:	0.7 cadre/secundă
Conexiuni:	FireWire 800, USB 3.0, USB 2.0
Ecran LCD:	3.2"; touchscreen; unghi vedere 170°
Sensibilitate ISO:	35-800
Domeniul dinamic:	12.5 f/stops
Timpii de expunere:	1/10000 – 120 secunde
Formatul de fișier:	RAW (IIQF sau IIQS)
Compresie fișier RAW:	80MB / 54MB
Adâncimea de culoare:	16-bit (65536 nivele per canal)

TEHNOLOGIE



Multigigabit – reformă LAN în pași mici

La vremea apariției (în urmă cu două decenii), tehnologia Gigabit Ethernet promitea o reformă substanțială în rata de transfer LAN, și anume de zece ori mai mare decât FastEthernet. Și lucrurile s-au desfășurat întocmai, iar asimilarea în masă a fost destul de rapidă. În ultimii ani, ca răspuns la cerința crescândă din partea beneficiarilor de IT, o serie de consorții internaționale (precum NBASE-T și Ethernet Alliance) au propus o mărire semnificativă a vitezei de transferare a datelor prin aceleași cabluri de rețea (Cat5e/Cat6/Cat6a).

✍️ Mircea Băduț

Întrucât în mediul enterprise (dar și în cel domestic) tot mai multe date și aplicații migrează de pe stația de lucru (sau de la dispozitivul mobil) înspre servere (fie ele servere fizice locale, sau unele 'virtuale' din cloud), este firească nerăbdarea noastră de a depăși limitarea actuală a vitezei de transfer prin rețeaua locală (LAN). Da, într-o organizație cu câteva zeci/sute de utilizatori (cu terminale de tip PC, notebook, tabletă sau chiar smartphone) care accesează în mod concurrent colecții mari de date – de exemplu, și ca să mergem spre extreme concrete, arhive de documente scanate (documente PDF), date GIS (hărți raster) ori înregistrări de supraveghere video FullHD – rețeaua Gigabit Ethernet face față tot mai greu. Astfel că ajungem destul de ușor la concluzia că actuala limită de transfer LAN (1000 Gigabiți/secundă, și aceia teoretici) aproape că neutralizează avansurile în performanță ale hardware-ului și software-ului.

De la NBASE-T la Ethernet Alliance

Alianța NBASE-T s-a format în octombrie 2014, la inițiativa companiei Cisco, căreia i s-au alăturat Aquantia, Intel, Qualcomm, Xilinx, Fluke, Marvell, Aruba, Molex, CME Consulting și alții. Scopul ei a fost să promoveze dezvoltarea unei tehnologii Ethernet care să suporte un trafic LAN de 2,5 – 5 Gigabiți/secundă. Standardul propus atunci avea marele avantaj de a realiza acest salt în viteză rețelelor fără a necesita înlocuirea cablării Ethernet existente (Cat5e/Cat6), însă în limitele lungimii maxime de 100 de metri a ramurilor LAN (adică o limită cu care suntem de mult familiarizați).

Desigur, standardul avea intenția să vizeze și componenta de comunicație locală prin unde radio, astfel că NBASE-T integra specificațiile Wi-Fi 'IEEE 802.11ac Wave 2', făgăduind o creștere de cinci ori a vitezelor de transfer *wireless*, respectiv până la 6,8 Gigabiți/secundă, ceea ce constituie un salt acoperitor pentru cerințele enterprise din viitorul apropiat. Revenind la conexiunile





cablate, tehnologia multi-gigabit propusă ar putea atinge (în regimul normal de auto-negociere individuală a vitezei porturilor de switch) o rată de 5 Gb/s prin cablurile Cat5e, și respectiv un maxim de 10 Gb/s prin cele conforme specificației Cat6a. De altfel, este de menționat că anumite configurații de switch-uri Cisco Catalyst Multigigabit Technology pot realiza un *backbone* capabil de până la 20 Gigabiți/secundă, cu potențialul de a ajunge la 40 Gigabiți/secundă.

Da, aceasta ar fi "gura de oxigen" de care rețelele enterprise au nevoie. Pentru organizațiile mari (mai ales pentru cele care deja au implementată tehnologie de rețea de la Cisco) lucrurile sunt relativ simple, tranziția fiind mai mult decât fezabilă. Pentru celelalte, dintr-un eșalon mai secund (IMM, să zicem), chestiunea e nițel mai complicată: cam sunt nevoite să aștepte până când tehnologia multi-gigabit va fi adoptată și de majoritatea producătorilor de echipamente de rețelistică, ceea ce deja este în derulare. Dar notăm faptul că un element cheie în această necesară reformă îl constituie asimilarea NBASE-T și în adaptoarele LAN de partea echipamentului client (server, PC, imprimantă, cameră video IP, etc).

Revenind la originea poveștii, trebuie notat că la finele anului 2014 se înființa și alianța MGBASE-T, având ca obiectiv tot optimizarea cadrului Gigabit Ethernet (însă folosind specificații *open-source*). De altfel, un an mai

târziu cele două alianțe, NBASE-T și MGBASE-T, s-au unit – sub patronajul lui 'Ethernet Alliance' – pentru a defini în detaliu standardul IEEE 802.3bz.

Începând cu aprilie 2019, 'NBASE-T' a fuzionat definitiv cu 'Ethernet Alliance', un organism mai vechi și mai amplu.

Urmașele lui 10GBASE-T

De fapt, 10GBASE-T este un standard mai vechi (IEEE 802.3an din 2006), definit mai degrabă ca reper teoretic. Doar spre zilele noastre au apărut IEEE 802.3bz, NBASE-T și MGBASE-T, bazate pe cablarea LAN existentă (Cat-5/Cat-6), din care au rezultat mai-concretele standarde 2.5GBASE-T și 5GBASE-T.

Reținem și faptul că în urmă cu un deceniu se punea la punct comunicația multi-gigabit prin **fibră optică** (vedeți standardele IEEE 802.3bg și 802.3bm). Actualmente tehnologia conformă IEEE 802.3ca poate realiza rețele Ethernet prin conexiuni optice cu viteze de până la 100 Gbit/s. Însă, revenind la cablurile noastre (de clienți LAN), notăm că avem deja materializări de 2,5 – 5 Gbit/s, și ne așteptăm ca standardul să se extindă tot mai mult (cel puțin pentru echipamentele cu cerințe mari: routere, switchuri, servere, SAN-uri, NAS-uri, NVR-uri, etc).

Oricum, esențialul este că, pentru deceniul ce vine, putem rămâne în afaceri fără să înlocuim cablurile. ■



Provocări tehnice în telecomunicațiile 5G

Pentru a rămâne pe piață, operatorii de telecomunicații au fost nevoiți să se înhame la „valul” 5G înainte de a ști bine ce dificultăți tehnice și economice presupune aceasta. Deși trecerea la noua generație a rețelelor de telefonie mobilă implică eforturi și șocuri mai semnificative decât la trecerile dintre generațiile anterioare, adoptarea și asimilarea noilor tehnologii este teoretic realizabilă. Iar în cele ce urmează iterăm o serie de aspecte tehnice pe care le implică 5G.

 **Mircea Băduț**

Preambul

Se spune că generația a cincea a rețelelor de telefonie mobilă (5G) aduce o creștere de peste zece ori a performanței în comparație cu 4G (generația anterioară fiind lansată în anul 2009). Însă pentru a atinge parametrii de viteză și de capacitate presupuși, rețelele trebuie să încorporeze (respectiv să înlocuiască) o mulțime de echipamente și dispozitive, inclusiv cabluri de fibră optică, ceea ce înseamnă investiții substanțiale dar și eforturi de asimilare și de adaptare a tehnologiilor.

Înainte de a intra în detalii și aspecte tehnice, trebuie spus că – pe linie economică – se prevede ca investițiile să fie acoperite în principal (și în primul rând) de segmentul utilizatorilor de smartphone-uri, și apoi (mai de perspectivă) de traficul M2M/IoT, adică de comunicația dintre automate/mașini. Un aport semnificativ, și totodată o motivație, se constituie din transmisiunile video 4K și din serviciile de *cloud-computing* (precum SaaS).

Câteva aspecte tehnice

Despre rețelele folosite la comunicația 5G aflăm că folosesc lumină laser modulată, că laserul este generat folosind semiconductori pe bază de indiu (InP sau InGaAs), și că lungimea de undă a acestei lumini este de 1310-1550 nanometri, iar distanța maximă realizabilă cu un segment de cablu optic poate acoperi câțiva kilometri. În general, presupunând o comunicație bidirecțională, la capetele cablului de fibră optică se află un dispozitiv care include atât sursa de lumină cât și detectorul de lumină (dispozitiv numit *transceiver*), iar mărirea ratei de transfer a acestui dispozitiv (peste 10 Gigabiți/secundă) se realizează fie printr-o modulație mai rapidă a luminii, fie printr-o codificare mai complexă. (De exemplu, dacă trebuie menținută infrastructura de cabluri optice anterioară, atunci se poate recurge la o multiplexare mai densă a semnalului luminos, prin tehnici DWDM.) Un *transceiver*





tipic pentru 4G lucrează la 10 Gbits/s, pe când unul pentru 5G trebuie să asigure minim 25 Gbits/s, ceea ce se poate obține dacă sursa de laser și detectorul de semnal lucrează la o rată mai mare, deziderat presupunând o tehnologie laser mai potentă și o reproiectare a circuitelor electronice asociate. Dacă devin necesare conexiuni de 50-100 Gbits/s, atunci probabil că trebuie să se interpună mai multe procesoare digitale de semnal, ceea ce, pe de altă parte, implică apariția unor latențe nedorite (precum este cazul în segmentul M2M, reprezentat de automobilele autonome sau de mașinile industriale, unde nu se pot admite întârzieri în recepționarea datelor). Probabil că în viitor evoluția tehnico-științifică va îngădui obținerea unor componente de rețea care să atenueze/anuleze problemele de sincronizare ale comunicațiilor.

Referitor la modularea semnalelor transmise prin cablurile optice – și comparativ cu rețelele 4G, unde se folosește codificarea ON/OFF fără revenire la zero –, pentru transmiterea datelor în rețelele 5G s-au proiectat mai multe modele noi de modulare, precum PAM4 (modularea fază-amplitudine pe patru nivele) care practic dublează cantitatea de date transmise, și care este fezabilă chiar dacă sistemului i se impun cerințe dificile de putere/consum și de sincronicitate/latență.

Multiplexarea datelor pe același canal

Spuneam mai devreme că, pentru a atinge parametrii caracteristici 5G, creșterea lățimii de bandă se face uzual prin multiplexare (transmitere în serie a unei mulțimi de intrări paralele, prin repartizare

în timp, și reconstituire paralelă la recepție), direcție în care s-a ajuns astăzi ca un nod de rețea cablată optic (și lucrând cu lumină de o singură lungime de undă) să poată suporta până la 64 de canale DWDM, cu fiecare canal lucrând la o rată de 400 Gbits/s, ceea ce înseamnă atingerea unei rate totale de transmitere de 25,6 Tbits/s printr-o singură fibră optică.

Se știe că transceiver-ul modern conține dispozitive optice capabile de auto-negociere: ele nu știu apriori lungimea de undă a luminii din fibra optică, așa încât atunci când încep să comunice ele se autoreglează până ajung la parametrii nominali de lucru. Ei bine, această auto-negociere poate fi optimizată printr-un aport de inteligență implementată electronic, constituind astfel o altă metodă de optimizare a dispozitivelor optice existente și a rutelor WAN/LAN pentru conformare cu specificațiile 5G. (Altfel spus, transceiverele cu facilitatea de auto-reglare a lungimii de undă permit sistemelor mai vechi să lucreze

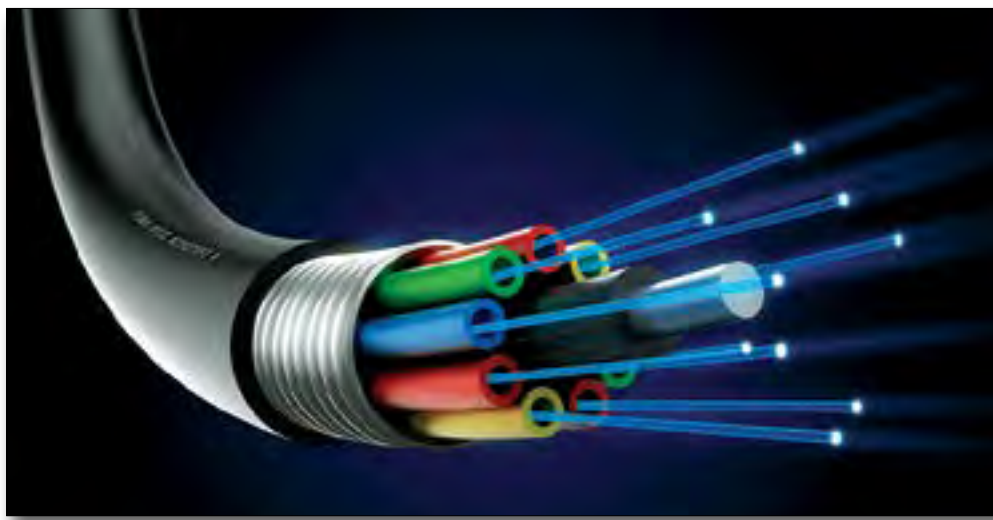
împreună cu tehnologiile mai noi, inclusiv în multiplexare prin divizarea lungimii de undă, WDM). Transceiverele cu multiplexare ramifică comunicația pe lungimi de undă diferite în cadrul de transmisie al unui sistem DWDM, ceea ce înseamnă că fiecare canal DWDM are alocată o lățime spectrală de aproximativ 0,8 nm, pentru transmisia centrată în jurul valorii de 1550 nm.

Protocolul de inițiere a comunicației dintre două transceivere folosește semnale suplimentare chiar în canalul de comunicație, această strategie *on-off* simplă asigurând informațiile necesare pentru ca dispozitivele de la capetele conexiunii optice să știe pe ce canal (pe ce lungime de undă) pot comunica bidirecțional.

Sinteze tranzitorii

Analizii prognozează că piața de telecomunicații nu va impune o standardizare prea intensă (decă nu se va putea miza pe o compatibilitate riguroasă a echipamentelor), ci mai degrabă aspectele economice vor fi acelea care vor determina în timp o convergență a tehnologiilor.

Interesant este și faptul că deja se vorbește despre (și se pregătește) următorul val în telecomunicații, 6G, care ar putea să se ivească peste patru-cinci ani, și în care conexiunile optice vor trebui să lucreze la 800-1600 Gbits/s, adică de patru ori mai mult decât conexiunile 5G actuale. De altfel, rate de transmisie de această magnitudine sunt deja atinse în interiorul centrelor de date, prin cabluri optice scurte, și este de presupus că, odată validate aceste tehnologii la interior, ele să poată migra și înspre conexiunile exterioare, de distanță mare. ■

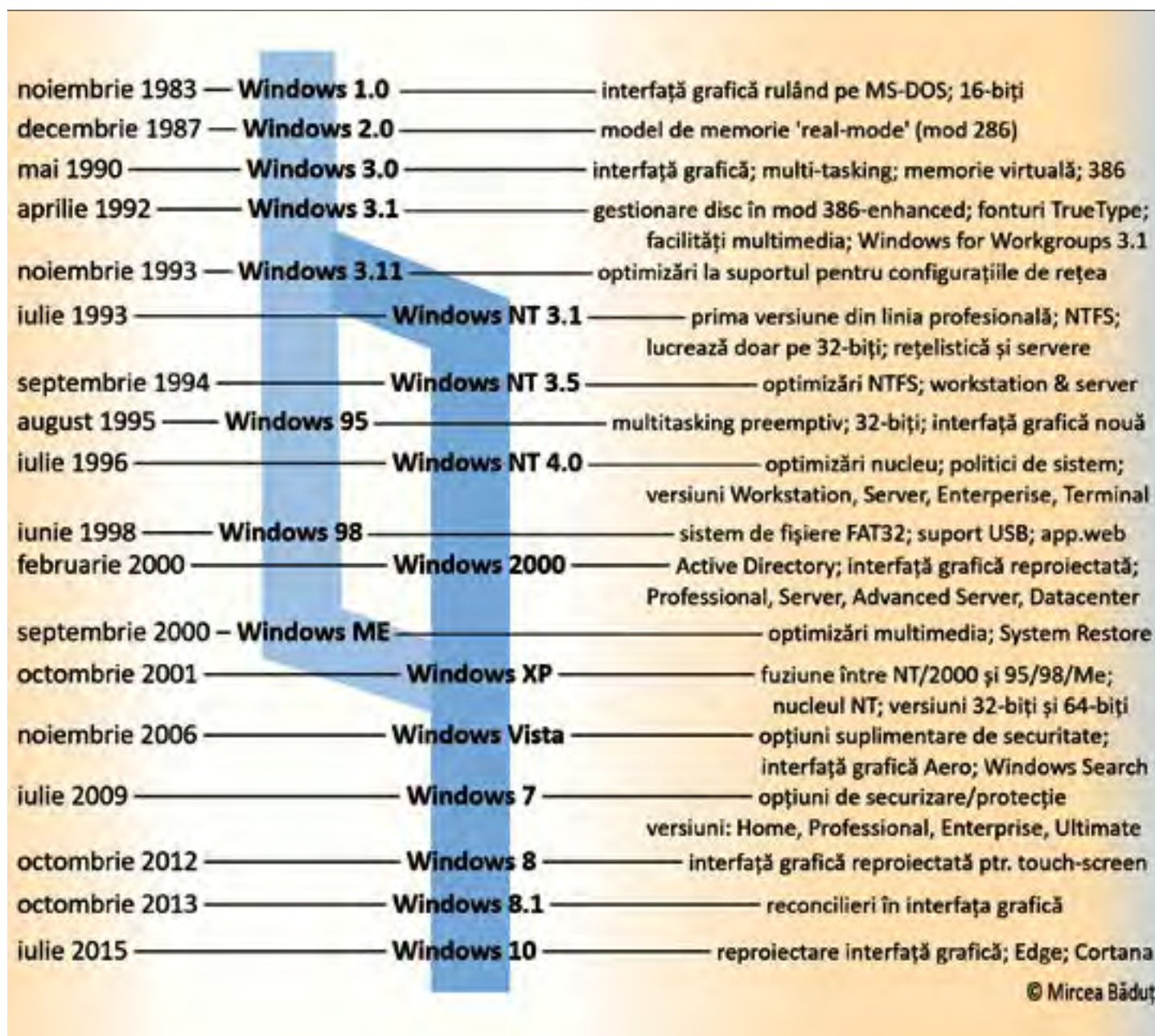


20 de ani de la Windows XP

Octombrie 2001 este un reper important în linia sistemelor de operare Windows, un reper știut de profesioniștii din informatică, dar foarte interesant și pentru ceilalți, indiferent că sunt sau nu utilizatori de Windows. Apărut cu titlu oarecum experimental în ecosistemul IBM-PC, în noiembrie 1983, și încă neavând funcții esențiale de nucleu, Windows-ul a evoluat ca 'interfață grafică' încă un deceniu, iar în iulie 1993 a fost inițiată "schisma" care avea să îi bifurce linia de evoluție în două: o linie a sistemului de operare pentru acasă și pentru afaceri mici, și una a sistemului de operare profesional, pentru întreprinderi. În următorii opt ani de la acea

manevră curajoasă (manevră prin care Microsoft îndrăznește să intre în piața calculatoarelor cu sisteme de operare Unix) lucrurile au evoluat suficient de mult – mai ales în privința performanțelor hardware, ca viteză/capacitate de procesare/memorare – încât să permită artizanilor Windows să planifice reunificarea arhitecturilor celor două linii de sisteme de operare, iar din acel octombrie 2001 avem practic o singură tehnologie Windows, așa cum a rezistat până astăzi. (Vedeți detalii în figura de mai jos.) ■

 **Mircea Băduț**



Software de tip Office

Genul acesta de software, care ne ajută să lucrăm cu cele mai frecvente agregări de date din sfera profesională/utilitară (documente, tabele, grafice, baze de date), și care există pe mai toate calculatoarele personale, a trecut și trece prin inevitabile metamorfoze, odată cu ecosistemul informatic. Vă propun o revizuire a soluțiilor birotice existente, de la cele comerciale până la cele gratuite.

 **Mircea Băduț**

Software instalat pe PC

În categoria suitelor software de tip Office destinate PC-urilor desktop sau notebook, soluția care domină piața de câțiva ani este cea de la Microsoft, conținând uzual aplicațiile Word (procesare documente), Excel (calcul tabelar), PowerPoint (prezentări *slide-show*) și Access (baze de date). Da, aplicațiile birotice de la Microsoft au atins o maturitate înaltă, dificil de egalat, și aproape că e greu să ne amintim vremurile când soluții precum AmiPro, Lotus 1-2-3, Lotus WordPro, QuattroPro sau WordPro aveau facilități superioare celor de la Microsoft.

În ultimii ani (odată cu evoluția serviciilor internet) soluțiile software de tip 'on-premise' (instalate integral și independent pe calculator) au început să acceseze resurse software puse la dispoziție via internet (de către producătorii respectivelor soluții) sau chiar să migreze cvasi-integral către internet. Un alt aspect esențial al metamorfozei: contractarea comercială a software-urilor Office s-a deplasat de la achiziția de licențe perene, la licențele periodice (abonamente), aducând utilizatorului avantajul de a plăti exact pentru cât folosește, ceea ce se împletește foarte bine cu accesarea via internet (SaaS).

Suite Office (cvasi)gratuite

La trecerea dintre milenii se manifesta (venind dinspre lumea Linux) o deplasare de paradigmă în crearea/furnizarea soluțiilor software (sub conceptul 'open-source'), iar proiectul OpenOffice.org – promovat de firma Sun Microsystems – a fost prima manifestare semnificativă în domeniul aplicațiilor 'birotice'. Destul de curând OpenOffice a devenit cea mai bună suită de software 'office' gratuit rulând pe platformele Windows, Linux, Mac OS și Solaris. Astăzi soluția este deținută și gestionată de Apache Software Foundation, și conține modulele: Writer (procesor de documente), Calc (calcul tabelar), Impress (prezentări *slide-show*), Draw (grafică vectorială), Math (editare de formule matematice) și Base (baze de date).

Dar Apache OpenOffice nu este singura suită de software pentru birou pe care o putem instala gratuit sau cu costuri infime pe calculatorul personal (desktop PC sau laptop). Pe piața actuală vom găsi și alte soluții, adesea comparabile cu referința în domeniu – Microsoft Office –, și multe dovedesc maturitate și robustețe: Libre Office; FreeOffice; Mobisystems OfficeSuite Professional; WPS Office; etc.

De altfel, apropo de inevitabila raportare la Microsoft Office, notăm 2 aspecte esențiale:

- între timp aplicațiile clasice de la Microsoft au impus pe piață adevărate standarde pentru formatele documentelor, astfel încât și celelalte soluții software au adoptat formatele de fișiere DOC, DOCX, XLS, XLSX (compatibilitatea devenind cerință firească, dar și argument de marketing);
- suitele software de tip Office – provenind de la furnizori diverși, și indiferent că sunt sau nu gratuite – acoperă majoritatea (sau cvasi-totalitatea) facilităților pe care le dețin aplicațiile din Microsoft Office, fiind deja funcții consacrate în domeniu.

Iar aceste 2 aspecte merită un pic de analiză din perspectiva existenței soluțiilor alternative pe piață. La capitoul compatibilitate de fișiere-document adăugăm adesea și alte formate consacrate, precum RTF, PDF, HTML, CSV, SLK, 123, DBF. În privința similarității funcționale a aplicațiilor clasice lucrurile sunt avansate atât în privința interfațării cu utilizatorul (ceea ce asigură asimilare ușoară), cât și în privința asemănării facilităților interne, ajungând inclusiv la limbajul de macrocomenzi și la sintaxa funcțiilor folosite în calculul tabelar. Totuși, dincolo de gadul înalt de asemănare, funcțiile suplimentare oferite de o variantă profesională/comercială pot justifica diferența de cost. (În aplicațiile din Microsoft Office vom găsi adesea facilități care ne aduc un avantaj cert, un plus de eficiență, de rigurozitate sau de creativitate, o asistență mai rapidă/intuitivă. Exemple: funcțiile de aliniere/editare a obiectelor din compozițiile grafice;

funcțiile de analiză evoluată de tip Pivot-table; funcțiile de corelare și de agregare a bazelor de date).

Dar încheiem secțiunea menționând și aplicațiile de tip Office destinate dispozitivelor mobile – tablete și smartphoe-uri –, care sunt versiuni restrânse ale aplicațiilor clasice pentru lucrul cu documente și tabele, instalabile pe sisteme de operare Android și iOS, și care se obțin gratuit sau cu prețuri modice.

Aplicații din 'cloud'

Și aplicațiile de tip Office au cunoscut tendința de migrare a resurselor software în internet (proceduri, funcții, biblioteci, date necesare aplicațiilor, șabloane, etc), ajungându-se până la găzduirea integrală pe serverele funizorului. Astfel de resurse sunt organizate ca servicii de tip 'cloud-computing', sau 'Software as a Service' (SaaS), iar accesarea lor se face fie de către aplicația instalată pe PC sau pe dispozitivul mobil (deci transparent pentru utilizator), fie explicit de către utilizator (pe baza unui cont de acces, cu sau fără abonament comercial).

În cazul suitei Microsoft Office, versiunea 'cloud' se numește astăzi 'Microsoft 365' și este similară variantei desktop (cu care probabil va și fuziona în viitor). Însă azi există o soluție de 'cloud' chiar mai larg folosită decât acest Microsoft Office Online, și anume Google Docs. Suitea 'office' de la Google se poate accesa printr-un browser internet ca aplicație web sau printr-o aplicație instalată pe un dispozitiv mobil, și ne pune la dispoziție aplicațiile: Google Docs, Google Sheets, Google Slides, Google Drawings, Google Forms, Google Sites.

Ar fi de menționat și suitele Apple iWork, care există atât ca aplicație desktop (rulând pe sistemele de operare macOS și iOS) cât și ca aplicație 'cloud'. De altfel, întâlnim această dualitate la mulți furnizori de soluții software. Alte soluții cloud interesante: Polaris Office și Zoho Workplace.

La final reiterăm tendințele generice vizând aplicațiile Office accesabile prin web: preluarea facilităților de la aplicațiile desktop; gratuitatea/accesibilitatea (inclusiv la Microsoft); convergența într-o soluție unică (sau modularitatea transparentă); eventuala asociere cu aplicații/module adiacente (eMail, comunicație, colaborare, management de date personale; management de proiecte; etc). ■

TEHNOLOGIE

Calcul tabelar

Deși astăzi multe dintre aplicațiile de calcul tabelar existente pe piață au un preț foarte mic sau sunt gratuite, iar în segmentul PC desktop/notebook ele vin adesea la pachet împreună cu alte aplicații „office” (pentru documente, prezentări, baze de date, etc), a fost o vreme când aceste software-uri constituiau un segment cu valoare semnificativă. Mai mult, pe vremea lui Lotus 1-2-3, acesta a fost probabil segmentul cu creșterea cea mai impetuoasă în zona software-urilor de aplicație.

 **Mircea Băduț**

Un pic de istorie

Organizarea vizual-structurală a informațiilor numerice pe două axe ortogonale (în suprafața de lucru a ecranului de calculator), asociată cu posibilitățile de angajare dinamică a unor operații matematice cu aceste numere, a fascinat de la început prin posibilitățile de aplicare în domenii economice, financiare, statistice și tehnico-științifice.

Da, preocupări privind organizarea datelor stocate pe memoriile externe ale calculatoarelor electronice au fost încă înainte de 1970 (anul când cercetătorul Edgar F. Codd de la IBM a definit modelul relațional al bazelor de date), însă trebuie să ținem cont că organizarea tabelară a datelor are rădăcini de milenii în cultura umană (încă de la sumerieni și egipteni), așa încât poate că nici nu ar avea rost să stabilim o paternitate asupra calculului tabelar. Dacă totuși avem nevoie de un răspuns rapid, atunci aflăm că primul software de tip 'spreadsheet' pentru microcalculatoare a fost creat în 1979 de către Daniel Singer Bricklin și Bob Frankston: se numea VisiCalc. Căutând ceva mai profund aflăm că aplicări concrete începuseră cu mult timp în urmă, însă pe calculatoare mainframe: în 1961 profesorul Richard Mattessich propunea un spreadsheets pentru contabilitate; în 1968 Leroy Ellison, Harry Cantrell și Russell Edwards creau programul numit AutoPlan/AutoTab; iar în 1969 Rene Pardo și Remy Landau creau LANPAR (LANguage for Programming Arrays at Random) pentru gestionarea bugetelor la o serie de companii nord-americane vestite (Bell, AT&T, General Motors, etc). Însă rămânem în zona

'calculatoarelor personale', din două motive: 1) pentru că în acest segment de piață lucrurile au evoluat cel mai dinamic; 2) pentru că mai toate aplicațiile software de astăzi sunt urmașele acelora.

Dacă VisiCalc a fost creat să ruleze pe calculatoarele Apple, în 1982 apărea și un software pentru calculatoarele din linia IBM-PC (pe atunci cu sistem de operare DOS): Lotus 1-2-3. Noua aplicație introducea câteva facilități deosebite: denumirea celulelor, generarea și încorporarea de grafice asociate datelor tabelare, abilități de tipărire, funcții pentru calcule complexe, agregarea de funcții în macro-uri. Succesul avea să fie însemnat, și pentru un deceniu lucrurile au mers foarte bine pentru linia Lotus. În 1992 aplicația '1-2-3' avea să apară integrată în pachetul software Lotus SmartSuite (alături de AmiPro/WordPro și Approach), însă peste un alt deceniu linia avea să fie retrasă de pe piață.

Ne vom întoarce un pic la anul 1981, pentru a menționa software-ul 'SuperCalc' (produs de Sorcim și rulând pe micro-calculatoare cu sistem de operare CP/M, deci calculatoare precum Felix M-18 și Coral din România), care, deși similar la nivel de comenzi cu programul VisiCalc, aducea și câteva lucruri noi, printre care abilitatea de a rezolva iterativ referințe circulare (conținutul unei celule de tabel depinde de rezultatul altei celule).

Anul 1982 înregistrează și o tentativă mai puțin reușită: aplicația 'Multiplan', creată de Microsoft și numită inițial "Electronic Paper" (rulând tot pe CP/M). Ea rămâne notabilă în istoria domeniului ca un precursor al lui Microsoft Excel.

Da, în 1984 apărea software-ul de calcul tabelar cu cea mai lungă și substanțială existență: Excel. Inițial el a fost creat pentru a rula pe calculatoarele Apple Macintosh, și aducea ca noutăți interfața grafică cu meniuri (pull-down) și interacțiunea cu mouse-ul (în contextul în care la celelalte aplicații spreadsheet deplasarea în cadrul foii tabelare se făcea de la tastatură: cu tasta Tab și cu tastele săgeți). Versiunea de Excel pentru calculatoare IBM-PC a apărut în anul 1987. Desigur, când a fost lansată interfața grafică Windows (pentru că inițial Windows-ul n-a fost sistem de operare, ci o platformă software de intermediere între aplicații și sistemul de operare MS-DOS rulând pe micro-calculatoare compatibile IBM-PC), aplicația Excel a fost printre primele software-uri destinate acesteia. De-abia în 1992 aveau să apară și alte aplicații spreadsheet destinate a rula pe Windows.

În linia software-urilor de calcul tabelar trebuie menționată și aplicația 'Quattro Pro', lansată în 1989 de compania Borland (creatoarea mediilor de programare 'Turbo Pascal' și 'Turbo C') și botezată astfel probabil ca sugestie de surclasare a lui 1-2-3. Iar menționarea aplicației este inevitabilă atât pentru succesul pe piață, cât și pentru atuurile acesteia: viteza de lucru superioară aplicațiilor Lotus 1-2-3 și Excel, dar și prima implementare a fișelor multiple de suprafețe tabelare.

Și vom încheia secțiunea reperelor de istorie a domeniului 'calcul tabelar' amintind faptul că în ultimii ani au apărut mai multe aplicații spreadsheet lucrând ca servicii internet (SaaS), precum 'Google Sheets' și 'Spreadsheet.com', dar și faptul că astăzi există pe piață și suite de software office gratuite (din categoria 'open source'), precum Apache OpenOffice, Libre Office, sau SoftMaker FreeOffice.

Suprafața tabelară

Sunt emoționat: nu știu dacă voi reuși să vă transmit, în cuvinte puține, respectul și admirația pe care le am de mult timp pentru aceste aplicații,

pentru inteligența și utilitatea lor, pentru combinația lor de logică și de aspect evoluat. Dar iată-mă încercând.

Mai întotdeauna când avem de analizat informații conținând șiruri de numere, aplicația de calcul tabelar ne poate ajuta nu doar să le înțelegem mai bine, ci și la a genera din acestea noi informații, mai sintetice sau mai complexe: așa cum sunt totalurile în gestionarea de venituri/cheltuieli (pentru familie sau pentru organizație), deducerile de TVA în borderourile de vânzări, sau reprezentările grafice în studiile statistice. De la proiectarea bugetelor la balanțele contabile, de la studiile de arondare geospațială a facilităților/resurselor până la reprezentările grafice sugestive pentru marketing, și de la calculul amortizărilor până la scenariile 'what-if' pentru proiecte de investiții. Și multe altele.

Desigur, primul lor atu derivă din organizarea tabelară a informațiilor, unde se pot astăzi angaja o mulțime

de artificii pentru a conferi înțelegere, sugestivitate și estetică. Dar chestiunea cea mai puternică, deși una de substrat, derivă din abilitatea lor de a lega logic și dinamic datele din celulele tabelului, iar aceste relații pot merge de la simple operații aritmetice până la formule matematice și logice complexe. (Aplicația Excel include astăzi aproape 500 de funcții care pot fi agregate în formulele din tabele.) Probabil că ideea de „adresă relativă” pentru celule a trebuit să apară devreme în evoluția acestor software-uri, dar ea avea să deschidă calea pentru a rezolva direct o mulțime de probleme pentru care altfel ar fi fost nevoie de aplicații realizate într-un limbaj de programare. De asemenea, funcția VLOOKUP, de căutare în cadrul tabelului, avea să aducă o vastă deschidere pentru aplicări practice. La fel de substanțiale au fost și facilitățile de a grupa datele din tabel (Data > Group) și de a genera subtotaluri pentru acestea (Data > Subtotal), chestiuni care

tradițional se rezolvau în aplicațiile de baze de date.

Și închei menționând facilitatea cea mai avansată din spreadsheet: funcția 'Pivot Table', cu care putem genera un tabel sintetic pornind de la date tabelare analitice, angajând calcule, aplicând sumarizări/contorizări pe subcategorii identificate automat/dinamic, iar rezultatele ne vor ajuta să evidențiem/comparăm aspecte valorice altfel discrete, sau chiar să identificăm modele/tendențe în datele colectate.

Și un exemplu practic

Pentru ilustrare vă propun un mic exemplu de calcul tabelar, unul cvasi-real, prin care o asociație de proprietari locuind în condominiu (la bloc) rezolvă automat distribuția cheltuielilor lunare globale (centralizate în tabelul de sus) pentru toate apartamentele din acel bloc (prezente în tabelul de jos), folosind funcțiile matematice din aplicația spreadsheet.

		LUNA	Cheltuieli	Preț / UM	U.M.	CONSUM	tabel asociatie			
ASOCIAȚIA DE	LOCATARI NR.3	februarie	Apa rece	1085	LEI/M.C.	180.00	195300		- Apa rece - Apa caldă - Căldură - Gaze comb. - Curățenie - Electricitate	
			Apa caldă	2950	LEI/M.C.	155.00	457250			
			Căldură	157500	LEI/KCAL	14.00	2205000			
			Gaze comb.	855	LEI/MC	980.60	838070			
			Curățenie	180000	SALARIU	1.00	180000			
			Electricitate	560	LEI/MW	912.85	511196			
Distribuția cheltuielilor pe membrii asociației:										
Apart.	Nume proprietar	nr.pers.	suprafață	Apa rece	Apa caldă	Căldură	Gaze comb.	Curățenie	Electricitate	TOTAL
1	Nitescu Ion	2	45	12206	28578	127867	52379	11250	31950	264231
2	Idu Daniel	2	57	12206	28578	161965	52379	11250	31950	298329
3	Tita Constantin	2	46	12206	28578	130709	52379	11250	31950	267072
4	Tomescu Ion	3	46	18309	42867	130709	78569	11250	31950	313654
5	Barbone Gabi	1	45	6103	14289	127867	26190	11250	31950	217649
6	Sandu Marin	3	57	18309	42867	161965	78569	11250	31950	344911
7	Munteanu George	2	46	12206	28578	130709	52379	11250	31950	267072
8	Bolovan Elena	1	46	6103	14289	130709	26190	11250	31950	220490
9	Carnici Valentin	3	45	18309	42867	127867	78569	11250	31950	310813
10	Margarit Geta	2	57	12206	28578	161965	52379	11250	31950	298329
11	Mihai Cristinel	2	46	12206	28578	130709	52379	11250	31950	267072
12	Posoiu Maria	2	46	12206	28578	130709	52379	11250	31950	267072
13	Cruceru Georgeta	1	45	6103	14289	127867	26190	11250	31950	217649
14	Popescu Ion	2	57	12206	28578	161965	52379	11250	31950	298329
15	Mihailescu Dana	2	46	12206	28578	130709	52379	11250	31950	267072
16	Pusoiu Viviana	2	46	12206	28578	130709	52379	11250	31950	267072
TOTALURI		32	776	195300	457250	2205000	838070	180000	511196	4386816

Exemplu de calcul tabelar (asociația de proprietari)

TEHNOLOGIE

Baze de date

Colecții organizate de date alfa-numerice, bazele de date constituie un domeniu predilect al tehnologiei informatice. Mai mult, încă din copilăria domeniului, ele au fost motivație și motor pentru dezvoltare hardware și software. Iar astăzi, deși suntem în trendul global de recesiune din sfera software-ului comercial, avem aplicări ale lor atât în 'small-business' (IMM) cât și în 'entreprise' (organizații mari), ba chiar și în aplicații globale (servicii [www/internet](#)).

Mircea Băduț

Începând cu anii 1960 s-au studiat diverse modalități de organizare a datelor numerice și textuale, vizându-se colectarea și exploatarea informațiilor economice în cadrul organizațiilor (dar găsindu-se curând și alte aplicări semnificative, precum statistica, enciclopediile, evidența populației, agenții guvernamentale, ș.a.). În perioada de apogeu a calculatoarelor *mainframe* a fost definit și aplicat modelul relațional al bazelor de date (E.F. Codd, 1970, IBM), model robust, asigurând consistența datelor prin considerarea implicită a legăturilor dintre atomii informaționali (similar conceptului de 'tuplu' din matematică); model care mai rezistă și

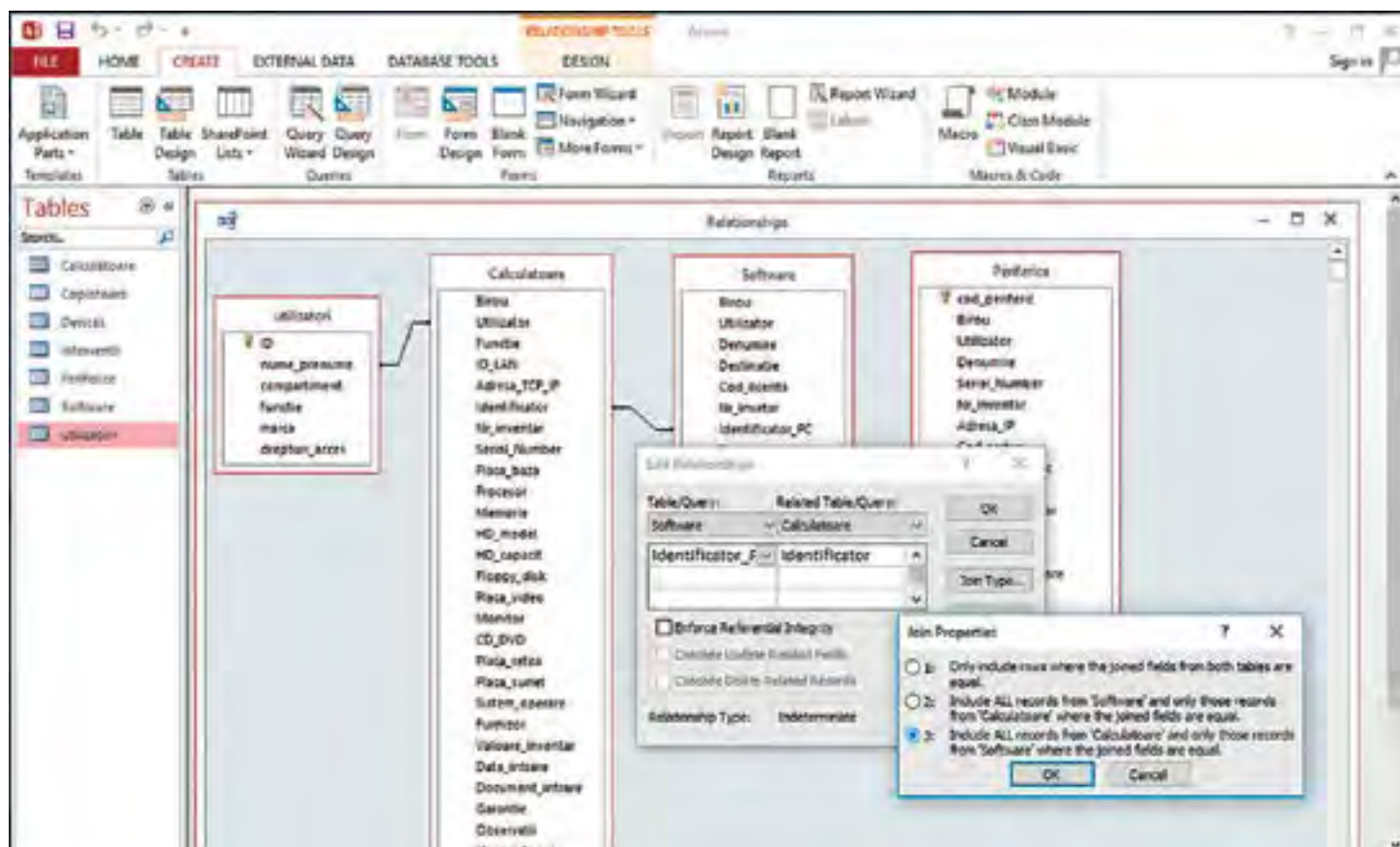
astăzi (deși în ultimele decenii și-au dovedit avantajele și alte arhitecturi de organizare, precum modelul obiectual, inspirat de OOP). Pe atunci s-a omologat și acronimul DBMS (database management system), respectiv, în limba română, SGBD(R) – sistem de gestionare a bazelor de date (relaționale).

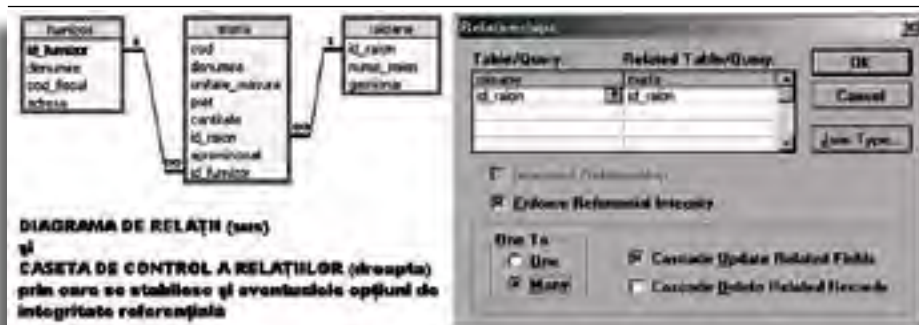
Când ne gândim la baze de date, ne putem foarte bine imagina informațiile organizate tabelar (în rânduri și coloane), deși aranjarea internă a datelor alfa-numerice în fișierele bazei de date nu reflectă neapărat formatul tabelar (ba chiar constituie, prin diverse artificii de aranjare, direcție de optimizare internă a bazei de date, pentru

creșterea vitezei de operare, respectiv constituind atu pentru diferențierea pe piață a furnizorilor). Și este bine să ni le imaginăm ca fiind tabele, pentru că astfel înțelegem esența modelului relațional: fiecare rând de tabel constituie un set de date referitoare la (sau descriind) o entitate, iar pe coloane avem atributele acelei entități (entitatea fiind obiectul vizat de respectiva colectare/procesare informatică: lucru, ființă, fenomen, activitate, operație, etc). (Eventual facem mental legătura între rândul de tabel și conceptele de 'set' și de 'înregistrare/record' din jargonul limbajelor de programare.)

Exemplificări didactice

Să ne imaginăm nucleul unui scenariu de informatizare în domeniul comercial: vânzarea unui produs dintr-un magazin/depozit. În baza de date se vor înregistra denumirea produsului, codul lui de identificare, prețul, cantitatea, data, ora, casierul, iar acestea vor constitui un rând în tabelul nostru ipotetic, un rând ale cărui date sunt legate între ele implicit, pentru că ele descriu o entitate





(operațiunea de vânzare). Ulterior, la sfârșit de zi sau de lună, din baza de date vom afla: ce și cât s-a vândut, ce valoare au încasările, ce produse trebuie procurate pentru reaprovizionare. (Dar, la alt nivel/sector, se poate afla și ce oră din zi este mai favorabilă, sau ce vânzător a fost mai productiv. Eventual prefixând aplicările de tip 'data-mining'.)

Desigur, când gestionăm finanțele personale sau ale familiei, un tabel realizat într-o aplicație precum Microsoft Excel ne este suficient. (Vedeți eventual articolul meu din revista Market Watch nr. 257/2023.) Și astfel ajungem la cheia de înțelegere a diferenței dintre aplicațiile de tip 'database' și cele de tip 'spreadsheet': cantitatea înregistrărilor și complexitatea/implicațiile acestora (după cum vom vedea mai departe).

Al doilea mare avantaj al modelului relațional (pe lângă cel al legăturilor implicite) constă în posibilitatea de a defini legături logico-funcționale între două sau mai multe tabele ale bazei de date, aceasta realizându-se prin considerarea/desemnarea câte unei coloane ca fiind depozitară de chei comune.

Revenind la exemplul anterior (cel comercial, subsumat adesea acronimului ERP – Enterprise Resource Planning), vom ajunge de fapt la două tabele: unul înregistrând operațiunile efective de vânzare (un rând înseamnă o vânzare de articol) și altul pentru gestiunea univocă a articolelor din depozit (urmărind stocurile acelor articole); și fiecare tabel conține o coloană (identificatorul articolului) ale cărei valori relaționează logic operațiile (vânzarea unui produs va determina scăderea stocului său), iar această relație este favorizată prin mecanismele bazei de date și respectiv prin interogările interne de tip SQL, interogări de genul 'SELECT (coloane) FROM (tabel_1), (tabel_2) WHERE (coloană_1_tabel_1) = (coloană_1_tabel_2);' sau 'SELECT (coloane) FROM (tabel_1) JOIN (coloana_cheie) ON (cheie_tabel_1) = (cheie_tabel_2);'.

Ba probabil că în dezvoltarea aplicației reale vor mai apărea niște tabele: unul pentru evidența furnizorilor de produse (dacă le datorăm bani); unul pentru evidența beneficiarilor/clientilor (dacă ne datorează bani);

unul pentru conturile specifice operațiunilor financiar-contabile (în care se vor reflecta operațiunile organizației); ș.a..

Evoluție și diversificări

În urmă cu o jumătate de secol informatica era un domeniu foarte ambițios. (Nici nu putea fi altfel, fiind vorba atât de eforturi/investiții substanțiale, cât și de un sector foarte intelectual.) Informatizările vizau organizații mari (companii, întreprinderi, administrații, instituții), astfel că primele baze de date (fie ele experimentale/proprietare sau comerciale) erau mari și complexe. Însă răspândirea micro-calculatoarelor personale avea să influențeze (democratizând) și acest subdomeniu: au apărut în mod firesc aplicații software preluând (și chiar emulând) cenceptele deja consacrate ale DBMS. Iar când PC-urile s-au dezvoltat suficient de mult (ca performanțe hardware și ca abilități ale sistemului de operare, inclusiv în multi-tasking) au apărut chiar și SGBD-uri de tip client-server (ceea ce însemna că arhitectura mainframe putea ceda locul PC-ului devenit calculator server). Avem deci o primă departajare în evoluția DBMS (o scindare atât tehnologică cât și comercială, de piață): (1) bazele de date desktop (pentru aplicări mici și medii) și respectiv (2) bazele de date client-server (pentru aplicări mari). Și iată că revine cumva în atenție criteriul cantitativ, despre care spuneam mai de vreme prin comparația între spreadsheet și database. Și dacă tot am revenit la aceea comparație, voi sublinia aici o altă diferență esențială între aplicațiile/sistemele de baze de date și aplicațiile de calcul tabelar: în timp ce spreadsheet-ul înglobează inteligența (logica de procesare a datelor) chiar în tabel (angajând, în celelele tabelului, formule, funcții și operatori logico/matematici), baza de date este doar depozitarul datelor, iar logica de procesare se realizează mai degrabă prin aplicații exterioare. Da, SGBD-ul oferă mecanisme pentru manevrarea datelor și pentru diverse interogări, însă acestea nu sunt lesne accesibile utilizatorului, așa încât – pentru aplicările profesionale – de cele mai

multe ori SGBD-ul devine (doar) nucleul unei aplicații software cu funcții și interfețe foarte adaptate la cerințele beneficiarului.

Încercăm acum să explicăm succint diferența „arhitecturală” dintre bazele de date desktop și cele client-server. SGBD-ul desktop este un pachet software care, odată instalat pe PC, acumulează local toate funcțiile necesare utilizării: stocare, administrare și exploatare. De partea cealaltă, arhitectura client-server presupune că logistica necesară stocării și gestionării datelor rezidă pe un calculator de tip server (SGBD-ul fiind un software de tip server), iar exploatarea de către utilizatorul final se realizează de pe calculatoare personale, legătura dintre cele două nivele realizându-se prin protocoale interne de tip 'cerere-răspuns' (aplicația client cere o informație sau solicită să înregistreze/modifice un set de date, iar serverul răspunde returnând informația cerută sau confirmând realizarea acelei editări de date). Însă cu mențiunea că există o legătură fizică (cablată sau prin unde radio) între client și server, și anume prin rețeaua locală de calculatoare (LAN).

Nominalizăm alfabetic o serie de software-uri desktop: Access, Approach, Clipper, dBASE, FileMaker, FoxPro, Paradox, OpenOffice Base etc. Iar printre cele mai cunoscute servere de baze de date regăsim: Adabas, DB2, Informix, Ingres, InterBase, MySQL, MongoDB, Oracle, Progress, PostgreSQL, SQL Server, Sybase, TeraData ș.a..

În evoluția și diversificarea acestui subdomeniu IT merită menționată și apariția SGBD-urilor capabile să gestioneze și informații non-alfanumerice: informații geo-spațiale (vectoriale), informații bitmap/rasteriale, înregistrări multimedia, alte tipuri de obiecte. Un bun exemplu ar fi aici Oracle Spatial, pentru aplicări în subdomeniul GIS (sisteme geo-informatic).

Și închei articolul cu prezentarea succintă a următorului/ultimului nivel în evoluția/complexitatea DBMS: aplicații cu baze de date via internet. De fapt, dacă am reușit să înțelegem esența protocolului client-server descris mai sus, lucrurile ne devin simple: este vorba de aplicații/sisteme la care comunicația dintre serverele de baze de date și aplicațiile client se realizează prin conexiuni internet (aplicația client fiind de regulă browser-ul de world-wide-web). Exemple?!... Toate magazinele de vânzări virtuale (e-commerce) folosesc acest soi... Toate sistemele e-mail. Nu scapă nici Google Search, și nici multe altele. ■

TEHNOLOGIE

Aplicațiile software pentru documente

În universul 'Personal Computers' aplicațiile destinate editării de documente ocupă un loc primordial. Și nu este vorba doar despre rolul lor esențialmente cultural – ca prime aplicații software cu răspândire de masă (inclusiv în sferele culturale), și ca rol contributiv la răspândirea și la consacrarea PC-urilor în societatea umană (în sectorul profesional dar și în cel privat/domestic) – ci și despre o prezență semnificativă pe piața IT.

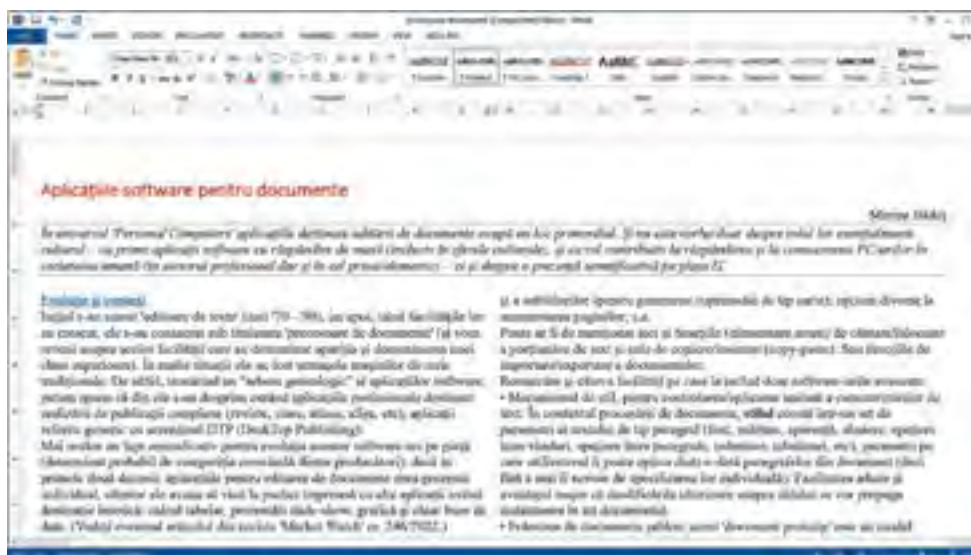
Mircea Băduț

Evoluție și context

Inițial s-au numit 'editoare de texte' (anii '70 - '80), iar apoi, când facilitățile lor au crescut, ele s-au consacrat sub titulatura 'procesoare de documente' (și vom reveni asupra acelor facilități care au determinat apariția și denominarea unei clase superioare). În multe situații ele au fost urmașele mașinilor de scris tradiționale. De altfel, urmărind un „arbore genealogic” al aplicațiilor software, putem spune că din ele s-au desprins curând aplicațiile profesionale destinate realizării de publicații complexe (reviste, ziare, atlase, afișe, etc), aplicații referite generic cu acronimul DTP (DeskTop Publishing).

Mai notăm un fapt semnificativ pentru evoluția acestor software-uri pe piață (determinat probabil de competiția crescândă dintre producători): dacă în primele două decenii, aplicațiile pentru editarea de documente erau prezente individual, ulterior ele aveau să vină la pachet împreună cu alte aplicații având destinație birotică: calcul tabelar, prezentări slide-show, grafică și chiar baze de date. (Vedeți eventual articolul din revista 'Market Watch' nr. 246/2022.)

Putem identifica două motive esențiale pentru proliferarea aplicațiilor de procesare a documentelor (în dauna mijloacelor tradiționale de creare și vehiculare a documentelor/publicațiilor): (1) **aspectul grafic**: se obține relativ ușor un nivel înalt al calității tipografice (limitele depind astăzi mai mult de imaginația/voința celui care compune documentul decât de performanțele programelor, calcu-



latoarelor și imprimantelor); (2) **valoarea de reîntrebuințare**: odată salvat ca fișier, documentul respectiv va putea fi refolosit oricând, fie pentru a-l retipări/retransmite/republica, fie pentru a-i prelua câte ceva din conținut la conceperea de alte documente înrudite.

Dar ne întoarcem un pic la perioada lor de pionierat: desigur că aplicația destinată editării de texte a fost aproape simultană cu apariția calculatoarelor (mult înaintea PC-urilor; inclusiv scrierea de programe presupunând editarea codului sursă al acelora, în limbajul de programare), însă adevăratul prag evolutiv s-a revelat când imprimantele atașate calculatorului, și cu care se tipăreau documentele editate, au devenit capabile de artificii grafice, depășind condiția de tiparnițe de text simplu, cu font unic, unic atât ca arhitectură cât și ca mărime sau aparență. (Vedeți eventual articolul meu despre imprimante, din revista 'Market Watch' nr. 248/2022). Da, noile software-uri, 'procesoarele de documente', știau să îngroașe literele, să le scrie italic/aplecat, să scrie cu mărimi diferite de text (asigurând distincția între corpul de text, titluri și între paragrafe diverse), iar când au apărut și facilitățile de aliniere a textului (stânga, dreapta, centrat, rând plin), și respectiv de paginare a documentului (controlând marginile pagini, numerotarea, coloanele de text) deja se dădea lovitura de grație mașinilor de scris, care pierdeau competiția prin cele două handicapuri majore: (1) imposibilitatea de a modifica ulterior textul; (2) dificultatea de a retipări documentul. Însă evoluția procesoarelor de documente nu s-a oprit aici, după cum vom vedea un pic mai jos.

Apariția imprimantelor matriciale cu abilități grafice (și nu lucrând doar în mod text, cum era anterior cazul) a constituit premisă favorizantă pentru dezvoltarea procesoarelor de documente. De fapt, este firesc ca evoluția acestor aplicații software să fie legată strâns de evoluția imprimantelor, întrucât în primele lor trei decenii, în cvasi-totalitatea situațiilor editarea unui document avea ca scop tipărirea lui (deși nu neapărat ca finalitate), și doar dezvoltarea ulterioară a internetului avea să schimbe masiv această situație.

Un pas important în evoluția procesoarelor de documente a fost implementarea vederii de tip WYSIWYG asupra documentului (What You See Is What You Get), adică de afișare în mod grafic (ci nu în mod text) a paginii de document, așa cum ar apărea ea în realitate după tipărirea pe hârtie, afișare ajutată și de funcții de zoom/pan (apropiere/panoramare), pas în mod firesc legat și de evoluția hardware a PC-urilor.

Încheiem secțiunea aducându-ne aminte că în general unui document (creat de utilizator) îi corespunde un fișier salvat în memoria externă (hard-disk, SSD, memorie USB, drive internet), un fișier pe care (doar) aplicația software de procesare îl poate deschide, cunoscându-l foarte bine.

Facilități avansate

Da, răspândirea imprimantelor apte să lucreze în mod grafic (și mai ales a imprimantelor laser și ink-jet) a deschis posibilități practic nelimitate procesoarelor de documente: de-acum textul putea fi scris cu orice

mărime, folosind orice font (forma/arhitectura particulară a caracterelor de text, a cifrelor și a simbolurilor) și cu rândurile orientate în orice unghi; se puteau folosi culori (sau degradeuri monocrome); documentul putea include che-nare, linii, fundaluri diverse, și chiar – pas ma-jor – imagini raster/bitmap (precum fotografiile) și imagini vectoriale (WMF). Aveau să apară diverse funcții evoluate: definirea zonelor de antet și de subsol de pagină; inserarea de note de subsol sau a notelor cu referințe finale; or-ganizarea în coloane a textului din document; inserarea tabelor (și controlarea generoasă a structurii și aparențelor acestora, inclusiv cu fuziuni/divizări de celule); indexarea titlurilor și a subtitlurilor (pentru generarea cuprinsului de tip carte); opțiuni diverse la numerotarea paginilor; ș.a.

Poate ar fi de menționat aici și funcțiile (elementare acum) de căutare/înlocuire a porțiunilor de text și cele de copiere/inserare (copy-paste). Sau funcțiile de importare/ex-portare a documentelor.

Remarcăm și câteva facilități pe care le includ doar software-urile avansate:

- Mecanismul de stil, pentru controlarea/aplicarea unitară a caracteristicilor de text. În contextul procesării de documente, **stilul** constă într-un set de parametri ai textului de tip paragraf (font, mărime, aparență, aliniere; spațiere între rânduri, spațiere între paragrafe, indentare, tabulatură, etc), parametri pe care utilizatorul îi poate aplica dintr-o dată paragra-felor din document (deci fără a mai fi nevoie de specificarea lor individuală). Facilitatea aduce și avantajul major că modificările ulterioare asupra stilului se vor propaga instan-taneu în tot documentul.

- Folosirea de documente șablon: acest 'document prototip' este un model predefinit de document, tipizat și organizat conform unei

necesități prevăzute, în care utilizatorul va tre-bui doar să completeze/adapteze conținutul/textul.

- Editarea de ecuații matematice (în for-mule complexe, cu operatori speciali din mai toate ramurile matematicii).
- Verificarea ortografică, gramaticală și sintactică (conform dicționarului din limba aleasă de utilizator).
- Compararea versiunilor de documente (cu funcții pentru evidențierea și pentru tratarea diferențelor).
- Mecanismul de urmărire a modificărilor operate pe document (util mai ales în situațiile de colaborare a mai multor utilizatori).

- Utilizarea câmpurilor de date: dacă procesorul de texte suportă mecanismele specifi-ce pentru schimbul de date (precum OLE-DB, ODBC, JDBC, DDE), atunci documentul poate conține și câmpuri ale unei baze de date (dintr-o sursă externă dar cu care menține legături logice) ce vor fi populate la cerere cu instanțele potrivite ale acelor date.

TrueType Fonts – pasul firesc

La începuturi, tipărirea documentelor se realiza cu fonturile pe care le știa imprimanta (fonturi implementate din fabrică). Apoi – când imprimantele au căpătat abilități grafice, deși încă ne aflăm cu linia IBM-PC în stadiul sistemelor de operare DOS – se putea alege forma caracterelor alfa-numerice din colecția de fonturi incluse în pachetul software al procesorului de documente. Și doar ulterior, prin răspândirea interfeței grafice Windows (deci după 1990), apărea avantajul gestionării fonturilor în afara aplicației. Sub sistemele de operare Windows sau MacOS mecanismul acesta se numește TrueType Fonts, și el poate fi folosit oricând pentru a alege fontul potrivit dintr-o colecție foarte mare (potrivit atât

pentru afișarea pe ecran cât și pentru tipărire sau pentru exportare în docu-mente digitale).

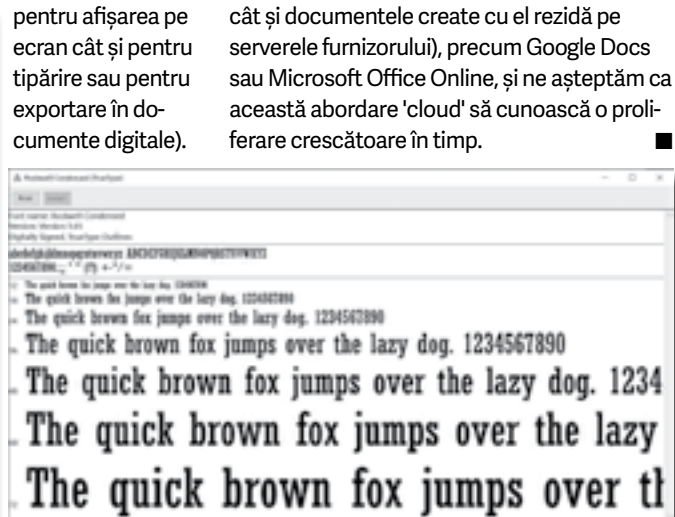
Faptul că fonturile nu mai depindeau de im-primantă, și nici de procesorul de documente, a însemnat un pas semnificativ în evoluția domeniului, cu avantaje în flexibilitate și în gestionare (căutare, vizualizare, importare, dezinstalare). Plus că arhitecturile fonturilor sunt adesea protejate prin copyright, și astfel deveneau oarecum tranzactabile. Notăm și faptul că aplicațiile DTP adaugă în sistemul de operare propriile lor seturi de fonturi (cu aspecte diverse și interesante), care devin astfel accesibile tuturor aplicațiile instalate pe calculator.

Produce și producători

Dintre software-urile semnificative în acest subdomeniu IT menționăm: WordStar (MicroPro); WordPerfect; AmiPro, Lotus Wor-dPro; Works, Microsoft Word, WordPad; Open-Office Writer; LibreOffice Writer; AbiWord; etc. (Dar le notăm și pe cele înrudite, din categoria DTP: Aldus/Adobe PageMaker, Ventura, Quark XPress, Adobe Illustrator, Adobe InDe-sign, Microsoft Publisher, CorelDraw, Adobe PhotoShop, etc.) Unele dintre ele au evoluat, în versiuni succesive, până astăzi, altele au încetat să mai apară.

Probabil că în acest moment cea mai po-tentă aplicație de procesare a documentelor este Microsoft Word (componentă a pache-tului Microsoft Office), însă pe piață există și alte soluții destul de bune, având prețuri mai mici sau fiind chiar gratuite.

Mai toate soluțiile software menționate mai sus aparțin clasei de aplicații care se in-stalează concret pe calculatorul utilizatorului (fiind folosite sub licență permanentă sau cu abonament periodic). Însă trebuie menționat că există și procesoare de documente acce-sabile 'on-line', prin internet (deci subscrise conceptului SaaS; caz în care atât software-ul cât și documentele create cu el rezidă pe serverele furnizorului), precum Google Docs sau Microsoft Office Online, și ne așteptăm ca această abordare 'cloud' să cunoască o proli-ferare crescătoare în timp.



TEHNOLOGIE

Rezoluția imaginilor digitale

Se poate spune că dintotdeauna a existat tendința creșterii rezoluției imaginilor digitale (fie ele statice ori dinamice), atât ca răspuns la dorințele utilizatorilor, cât și ca argument de marketing folosit de producătorii aflați în competiție. Vom încerca în cele ce urmează să facem o sinteză asupra evoluției acestui parametru esențial în generarea și afișarea imaginilor digitale.

 **Mircea Băduț**

De la începuturi piața dispozitivelor de creare sau de afișare a imaginilor digitale (scannere, senzori foto/video, ecrane de PC/notebook/tabletă/smartphone, televizoare, video-proiector, etc) a înregistrat și a promovat creșterea rezoluției imaginilor, fiind aceasta o premisă și totodată un efect al evoluției generale a tehnicilor aflate în slujba profesionalului și/sau al divertismentului. Știm că rezoluția imaginii se măsoară uzual în număr de puncte (sau număr de pixeli), însă că în anumite subdomenii măsura este relativă la distanță (dots-per-inch, adică numărul punctelor de imagine pe lungimea de un inch), iar în altele se măsoară absolut, adică în număr de puncte pe cele două dimensiuni ale imaginii (lungime x lățime). Măsura relativă se aplică în situațiile în care, prin natura practică a lucrurilor, se face referire la un document analogic (real, tipărit/scris), așa cum este cazul scannerelor și al imprimantelor; iar măsura absolută se folosește în toate celelalte situații (ecrane, senzori de imagine, etc).

Ecranele de afișare

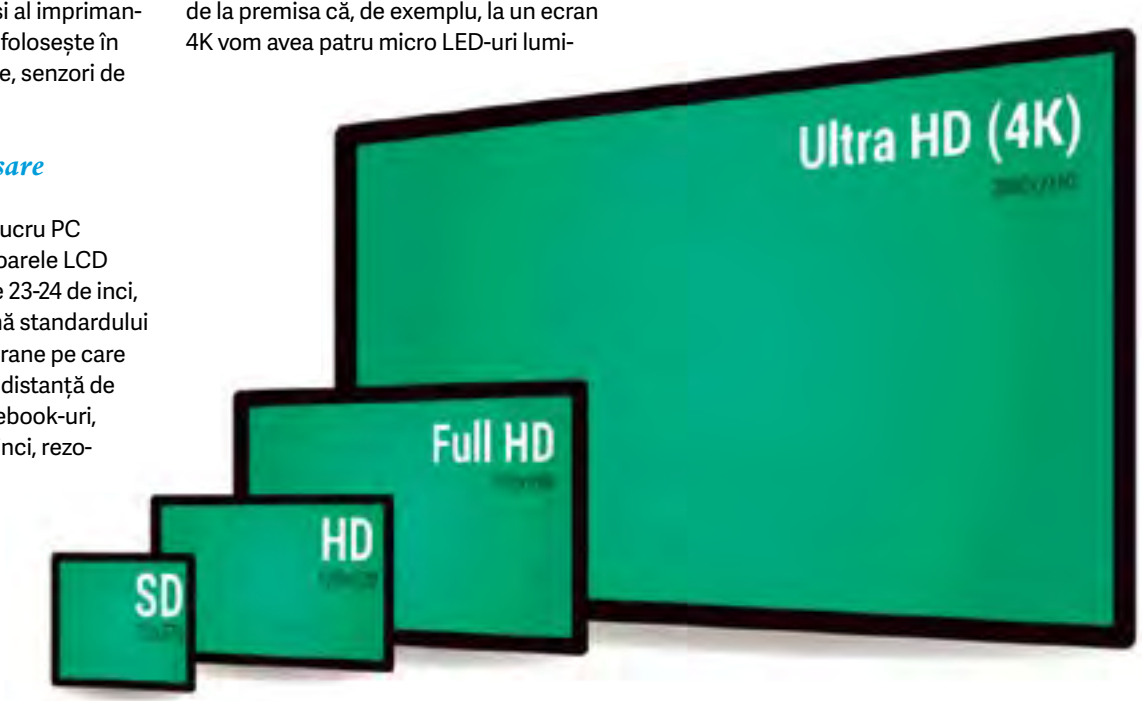
Astăzi, pentru stațiile de lucru PC desktop sunt comune monitoarele LCD având diagonala ecranului de 23-24 de inci, iar rezoluția imaginii conformă standardului Full-HD (1920×1080 pixeli), ecrane pe care utilizatorul le privește de la o distanță de 30-40 centimetri. Pentru notebook-uri, unde ecranul are uzual 14-17 inci, rezoluția minimă recomandată este tot cea de 1920×1080. De altfel, facem observația că rezoluția Full-HD este o cerință minim necesară și pentru că se dorește o conformare cu standardul Full-HD consacrat în domeniul video (devenit cla-

sic atât în platformele de video-hosting precum YouTube și Vimeo, cât și în cinematografia digitală profesională). Cam la fel stau lucrurile și în cazul ecranelor de tablete sau de smartphone. Însă toate aceste dispozitive pot beneficia și de rezoluții superioare normei Full-HD. De exemplu, ecranele de PC cu diagonale de 27 sau 32 de inci, folosite de regulă în aplicațiile profesionale pretențioase (proiectare tehnică; grafică artistică; prelucrări video; etc) pot avea rezoluții superioare, respectiv de 2560×1440 pixeli (WQHD) sau de 3840×2160 (aceasta din urmă standardizată sub numele de Ultra-HD și adesea întâlnită cu aliasul de '4K'). De altfel, adoptarea rezoluțiilor mari nu se face neapărat pentru a crește numărul detaliilor afișate (pentru că oricum la ecranele mici acuitatea ochiului este depășită), ci pentru a crește luminozitatea și contrastul imaginii pe ansamblu (pornind de la premisa că, de exemplu, la un ecran 4K vom avea patru micro LED-uri lumi-

noase în locul unuia singur). Și dacă tot am ajuns la această idee trebuie să ne amintim că o creștere a rezoluției (a densității, în acest caz) este și o premisă pentru generarea unor degradeuri de culoare mai fine (situație în care ar conta și celălalt parametru important al imaginii digitale: numărul de culori, respectiv numărul de biți pe care se codifică culorile).

Revenind la ecranele de PC (desktop sau notebook/laptop) trebuie să observăm că sistemele de operare moderne (inclusiv Windows 10 și Windows 11) pun la dispoziție funcții de adaptare/scalare a elementelor grafice generice (iconuri, denumiri, texte de meniuri, mesaje, ferestre) la rezoluția curentă a ecranului, astfel încât utilizatorul poate corela cele trei elemente esențiale: diagonala ecranului; densitatea imaginii; uzanțele/cerințele unei folosiri normale/comode a ochiilor. (Vedeți opțiunile 'Settings > Display > Scale and Layout' din Windows.)

La final de capitol notăm faptul că în cazul televizoarelor și al ecranelor de prezentare publică, creșterea rezoluției imaginii se va corela în mod natural cu creșterea diagonalei imaginii. (Astfel, pentru un ecran având dimensiunea comparabilă cu a unui perete interior, desigur că o rezoluție de genul '8K' este ideală).



Dimensiuni și rezoluții la ecrane

	MEDIUM FORMAT	FULL-FRAME	APS-C	MICRO 4/3	1"	1/2.55"
PICTURE						
SENSOR SIZE	53.0 X 40.20 MM	35.00 X 24.00 MM	23.6 X 15.60 MM	17.00 X 13.00 MM	12.80 X 9.60 MM	6.17 X 4.55 MM
CROP FACTOR	0.64	1	1.52	2	2.7	5.62
CAMERA						

Schema standardelor cu rezoluțiile senzorilor foto

Rezoluția scannerelor

Încă de acum trei decenii rezoluția standard pentru scannerile profesionale a fost stabilită la 300 dpi, fiind această valoare corelată cu acuitatea maximă a ochiului uman (ochiul versat, analizând detalii din documente, dar neasistat de instrumente optice), iar această valoare încă face față majorității situațiilor practice. Desigur, acolo unde se dorește și captarea unor detalii extrem de fine (textura hârtiei documentului original/analogic; degradeuri de imagine fotografică; detalii din semnături olografe sau din ștampile oficiale; etc) rezoluția se poate crește la 600 dpi sau chiar la 1200 dpi, însă în astfel de situații fișierul-document generat de scanner va avea dimensiuni foarte mari. Oricum, cred că ne putem hazarda să spunem că în viitorul apropiat nu vor apărea situații care să necesite rezoluții de scanare cu mult mai mari decât acestea. Facem această presupunere având în vedere și faptul că la scannerile clasice rezoluțiile imaginii se obțin diferit pe cele două dimensiuni ale documentului: pe o direcție avem un senzor liniar cu un șir de elemente fotosensibile (deci cu o densitate limitată tehnologic), iar pe direcția ortogonală primeia rezoluția este dată de avansul relativ al hârtiei (avans obținut fie prin deplasarea hârtiei, fie prin deplasarea echipajului de elemente fotosensibile).

Senzorii de imagine foto/video

Tehnologia fotografierii digitale are peste cinci decenii (senzorii de imagine cu semiconductori CCD au fost inventați în anul 1969, iar primele aparate foto comerciale au apărut în 1975) și creșterea rezoluției imaginii captate a fost un ideal permanent. Desigur, multe aspecte ale acestei tehnologii au fost inspirate sau preluate de la camerele foto analogice, cu film. De altfel, începând de la rezoluția de 8 Mega-pixeli, imaginea digitală a avut potențialul de a fi mai clară decât fotografia de pe film, întrucât densitatea pixelilor (a fotocelulelor din senzorul de imagine) a devenit mai mare decât echivalentul analogic: densitatea moleculelor de emulsie fotosensibilă de pe film.

Vom observa că unitatea de măsură pentru rezoluția senzorului foto/video se exprimă în 'mega-pixeli', numărul respectiv fiind rezultatul produsului dintre pixelii de pe orizontală și de pe verticală senzorului (și respectiv a imaginii captate). De exemplu, un senzor cu 4160 × 6240 de pixeli produce imagini având cam 26 de Megapixeli. (Notăm faptul că senzorul de imagine al camerei video este similar cu cel al camerei foto. De altfel, majoritatea camerelor foto digitale sunt capabile și de filmare.)

Însă în cazul camerelor foto/video mai apare un parametru foarte important care se corelează cu rezoluția: dimensi-

unea senzorului foto. Deși o imagine de 26 de megapixeli poate fi produsă atât de un smartphone (cu senzor foarte mic) cât și de o cameră foto cu senzor 'full-frame' (36×24mm), în cel de-al doilea caz imaginea poate fi mult mai bună din punct de vedere fotografic, iar aceasta se datorează faptului că fotocelulele din senzorul full-frame sunt mai mari (fiind mai puțin înghesuite), și deci mai sensibile la lumină. (Vedeți pe web-site-ul revistei și articolul despre senzori mari pe care l-am scris în urmă cu un an.)

Desigur, pentru a analiza în detaliu calitatea unei imagini foto digitale, aceasta trebuie adusă pe un PC cu monitor cât mai mare, și afișată la scala 1:1 (scalare 100%, sau 'original size', sau 'actual pixels'), ceea ce înseamnă că fiecare pixel al imaginii fotografice se va suprapune peste exact un pixel al ecranului. Și reținem că doar astfel putem aprecia cu adevărat calitatea senzorului și calitatea camerei foto (claritate/sharpness; inexistența zgomotului de imagine; lipsa aberațiilor optice; etc).

Și iată că astfel, și oarecum concludiv, am făcut legătura firească între două dintre dispozitivele implicate în subiectul pe care vi l-am propus spre lectură. Și închei observând că, spre deosebire de domeniul audio (unde digitalul este departe de a egala acuitatea urechii umane), în domeniul imaginii astăzi mai toate manifestările/aplicările digitalului au egalat și depășit uzanțele ochiului. ■

TEHNOLOGIE

Aplicațiile pentru imagini rasteriale

Imaginile compuse din puncte (numite și 'imagini bitmap' sau 'imagini raster') au fost prezente pe calculatoarele personale încă de la apariția primelor abilități grafice: la început ca mici desene utilitar-simbolice, apoi – după consacrarea echipamentelor periferice de tip scanner – sub forma de copii digitale ale diverselor imagini analogice (scheme, desene tehnice, fotografii vechi, hărți, etc), spre a culmina – după apariția camerelor foto digitale – ca imagini fotografice native. Odată cu evoluția tehnologiilor au crescut și parametrii acestor imagini (dimensiunea și numărul de culori), precum și abilitățile aplicațiilor software destinate lor, care aplicații au avut propriul lor segment pe piața IT.

 **Mircea Băduț**

Evoluție tehnică și conceptuală

Aplicațiile software destinate obținerii/prelucrării de imagini raster au fost un pic mai precoce în ecosistemul PC-urilor Macintosh/Apple, însă până la urmă piața a consemnat o pătrundere mai substanțială prin linia calculatoarelor personale compatibile IBM-PC, respectiv prin apariția platformei Windows (începând cu anul 1990). Privind retrospectiv asupra acestei categorii de aplicații, am putea identifica trei segmente/etape evolutive, nu perfect separate temporal, însă distincte prin semnificație: (1) grafica creată integral pe calculator; (2) imaginile scannate; (3) imaginile fotografice. Desigur, pentru că între timp tehnologia informatică se dezvoltă suficient, segmentele acestea aveau să funcționeze și simultan/împreună, însă lor le-au corespuns niște cerințe și niște facilități care pot distinge evolutiv lucrurile.

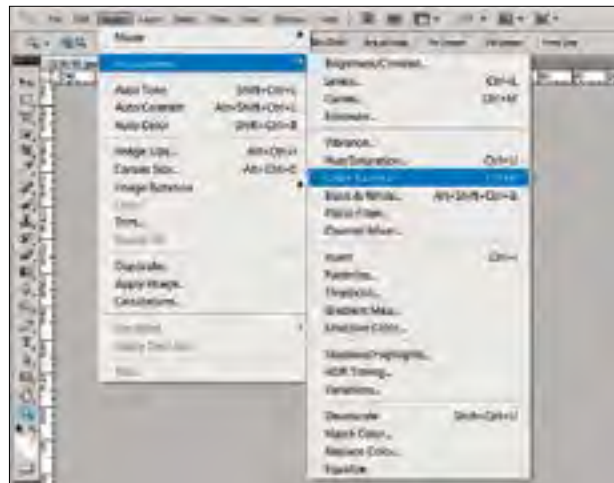
• Astfel, în prima lor etapă, aplicațiile erau folosite pentru concepție grafică (utilitară sau chiar artistică): ilustrații pentru manuale tehnice, ilustrații de carte diversă, afișe, modele pentru ornamentarea documentelor, compoziții artistice (pictură digitală), iconuri pentru GUI, etc. Imaginile aveau dimensiune mică și medie (zeci/sute de pixeli pe orizontală/verti-

cală), aveau cromatică redusă (8 – 24 de culori elementare) și erau de cele mai multe ori destinate tipăririi (sau doar aseasonării/împodobirii mediului digital). Ca referință pentru acest segment, am putea să privim aplicația 'Paint', care încă există în garnitura Windows-ului.

• Scannerele au adus o influență substanțială începând cu anii 1990, pentru că – odată cu ele – orice imagine existentă pe hârtie (tipărită clasic, ori creată cu mâna, ca schiță tehnică ori ca desen artistic, ori fotografie) putea fi transferată în calculator, obținându-se astfel o copie digitală asupra căreia aplicațiile software puteau aplica diverse procesări: fie pentru corectare/optimizare, fie pentru adăugări, fie pentru modificări, fie pentru combinări cu alte imagini. Deja imaginile au dimensiuni mai mari (sute/mii de pixeli pe laturi) și au mai multe culori (256 - 65536 de nuanțe de culoare) pentru a reda detaliile/gradațiile prezente în imaginile originale.

• Comparativ cu „etapa” scanner-elor, și dacă luăm în calcul doar parametrii imaginilor raster, s-ar putea spune că ultima etapă – cea a fotografiei digitale – nu ar aduce un pas mare în evoluția domeniului nostru, însă lucrurile nu stau chiar așa, din cel puțin două motive: (1) aplicațiile raster sunt de-acum nevoite să „învețe” o mulțime de facilități specifice tehnicii fotografice (după cum vom vedea mai departe), și (2) răspândirea aparatelor foto digitale (și ulterior democratizarea fotografiei prin includerea funcției de cameră foto în telefoanele mobile) va avea o înrăurire fecundă asupra evoluției și asupra „ubiciuzării” acestor aplicații.

Și închidem secțiunea amintind câteva aplicații renumite în acest segment de piață: Adobe Photoshop, Adobe PhotoDeluxe, Corel PhotoPaint, Corel Photo House, GIMP (GNU Image Manipulation Program), Micrografx Photo Magic, Micrografx Picture Publisher, MGI PhotoSuite, Ulead PhotoImpact, ș.a. (Pentru smartphone-uri sunt astăzi atât de multe aplicații, multe chiar gratuite, încât nu are rost să nominalizăm.)



Facilități evolutive și distincte

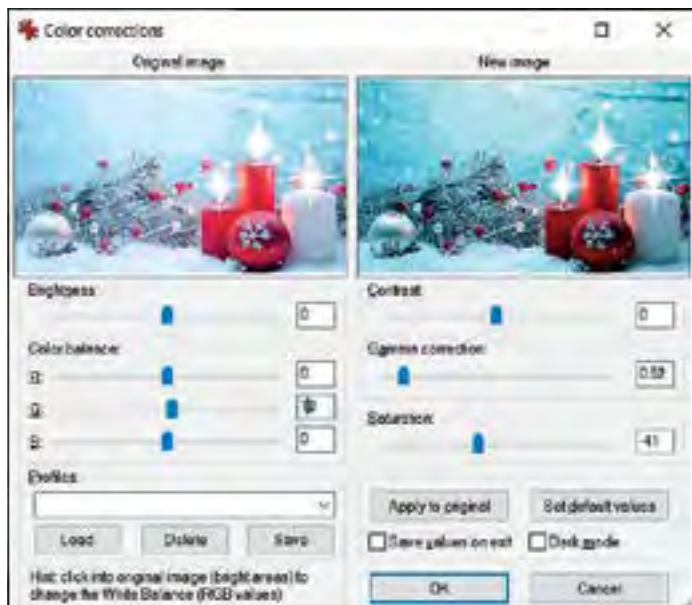
Începem recapitulând un pic funcțiile pe care le putea îndeplini aplicația software din acea (primă) etapă a graficii create integral pe calculator:

» sarcini cvasi-administrative: crearea desenului (definirea întinderii, ca număr de pixeli pe orizontală și verticală planului de desenare); salvarea fișierului imagine; tipărirea imaginii;

» desenare efectivă: trasare de linii drepte, trasare de cercuri/elipse, trasare de dreptunghiuri; trasare de curbe libere (creion); stabilire de grosimi pentru desenare; alegere de culori pentru desenare; umpleri cu culoare uniformă (găleata); inserare de text; alegere de font (arhitectura caracterelor alfa-numerice); stabilirea mărimii de text; alegerea aparenței textului (bold, italic, underline); impunerea de transparență pentru fundalul anumitor elemente; etc.

» manevre intermediare: ștergere locală (guma); selectare porțiuni de imagine pentru ștergere, mutare, copiere; inserarea de porți-





uni de imagine selectate din alte aplicații (via OLE); selectare porțiuni de imagine pentru editare (modificare, umplere culoare); identificarea culorii prin punctare în desen (pipeta); vizualizări ajutătoare (cu mărire și panoramare a imaginii); etc.

Înainte de a trece la etapele ulterioare/superioare, ne oprim un pic asupra fișierelor prin care imaginile raster/bitmap (create integral pe PC sau importate cumva acolo) pot fi salvate în memoria calculatorului (hard-disk, SSD, memorie USB sau disc virtual în cloud-ul internet). Desigur, așa cum deja ne imaginăm, fișierul trebuie în primul rând să stocheze mulțimea aceea de puncte colorate compunând imaginea noastră, astfel încât ea să poată fi accesată la nevoie (pentru re-editare, pentru tipărire, pentru publicare, pentru transmitere). Însă, pe lângă această funcție de stocare bazală, notăm că în timp au apărut pe piață mai multe formate de fișiere de imagini rasteriale – cu extensii precum *.BMP, *.GIF, *.JPG, *.PNG, *.TIF –, și fiecare a avut ceva aparte: în a trata numărul de culori ale imaginii; prin mecanismele de comprimare (de reducere a dimensiunii fișierului pe disc); prin standardizare/accesibilitate; prin tratarea nuanțelor de culoare și combinarea culorilor de bază; etc.

Etapa de vârf

Trecem acum în revistă facilitățile cele mai evoluat ale aplicațiilor, apărute în „etapele” scanner și cameră foto (și vom vedea că

unele sunt chiar importate din arsenalul fotografiei clasice și denumite conform jargonului respectiv):

» creșterea/scăderea iluminării globale a imaginii ('brightness');

» accentuarea/diminuarea contrastului imaginii: considerând imaginea „împărțită” din punct de vedere al luminozității în culori/griuri mai închise și respectiv în culori/griuri mai deschise, accentuarea contrastului presupune întunecarea tonurilor închise și iluminarea tonurilor deschise, iar diminuarea contrastului presupune iluminarea tonurilor

închise și întunecarea tonurilor deschise;

» modificarea nivelelor de iluminare ('levels'): prin care se pot întuneca sau ilumina diverse porțiuni ale gamei închis-deschis din imagine (aceasta poate fi considerată o extrapolare a facilității de reglare a contrastului), inclusiv considerând aplicarea doar pe unul dintre cele trei canale de culoare elementare (roșu, albastru, verde);

» accentuarea/diminuarea luminozității uneia dintre cele trei culori de bază;

» accentuarea/diminuarea saturației de culoare (saturație pe ansamblu, sau distinct pe canalele de culori: roșu, albastru, verde, galben, magenta, cian);

» devierea nuanțelor pe canalele de culori (prin glisare spectrală; 'hue');

» ajustarea/combinarea canalelor de culoare; potrivirea/înlocuirea de culori;

» creșterea clarității muchiilor din imagine ('sharpness');

» descreșterea clarității imaginii (încețosare; 'blur');

» selectarea unor porțiuni de imagine pentru aplicarea locală de editări fotografice (selectare rectangulară, selectare circulară/ eliptică, selectare liberă/lasso, selectare asistată cu auto-detectarea formelor/conturilor din imagine);

» folosirea de straturi de mixaj ('layers' – suprapunerea de subimagini);

» aplicarea de efecte estetice/artistice (embosare, pictură-în-ulei, accentuarea mu-

chiilor, explodare, pixelizare, picături de ploaie, posterizare, distorsionare, ș.a.);

» aplicarea de filtre specifice sau derivate din arta fotografică/cinematografică (filtre de culoare (cald, rece, sepie, culoare; teal-and-orange), filtre de contrast, efecte de obiective foto (lomo, tilt-shift), vignete (vignette), eliminarea zgomotului de fond, stilizare de lumini, stilizare de muchii, texturări, mozaicări, distorsionări, etc);

» delimitarea unei porțiuni din imagine și eliminarea exteriorului ('crop');

» rotirea imaginii (stânga/dreapta, în unghiuri drepte sau în pași unghiulari fini);

» oglindirea imaginii pe direcție orizontală/verticală;

» convertirea în imagine alb-negru, cu tonuri de gri corelate eventual prin ajustarea luminozității canalelor de culoare din imaginea originală; și eventual cu adăugarea unei tente monocromatice (sepie, cianotip) sau chiar a unei pseudo-colorări bi-tonale;

» reparări locale ale imaginii (reparări punctuale prin extinderea automată a vecinătăților; acoperiri locale prin preluarea explicită a altor zone din imagine);

» aspecte tehnico-administrative: export/import; salvare în diverse formate de fișiere; reducerea/creșterea numărului de culori;

» modificarea dimensiunii imaginii: reducerea sau mărirea numărului de pixeli cu care imaginea se întinde pe orizontală/verticală (re-eșantionare);

» modificarea rezoluției imaginii: considerarea altui raport de distribuire a pixelilor din imagine pe unitate de măsură a distanței (referită la dimensiunea hârtiei cu imaginea tipărită); ș.a.

(Notă: Nu trebuie confundată dimensiunea/mărimea unei imagini, exprimată în pixeli, care este o mărime intrinsecă a imaginii, cu rezoluția imaginii, care este o mărime relativă, raportată la eventualul suport fizic al imaginii.)

Da, și probabil multe altele, de ieri, de astăzi și de mâine. Prelucrarea de imagini este un domeniu cu mult potențial. Așa încât, spre final doar vom aminti că există și aplicații care lucrează cu imagini raster/bitmap dar care pot combina în compoziția grafică și elemente vectoriale (elemente grafice construite nu prin pixeli/puncte, ci prin definiții geometrice, așa cum se întâmplă nativ în aplicațiile CAD, de proiectare tehnică), fuzionarea acestora crescând semnificativ posibilitățile de creație grafică, și în această categorie menționăm software-urile: Adobe Illustrator, Adobe PhotoShop, CorelDRAW, Micrografix Designer.



TEHNOLOGIE

De la ERP la Taxe și impozite

Dacă inițial conceptul Enterprise Resource Planning s-a referit la asistența informatică pentru marile întreprinderi producătoare, astăzi acest gen de aplicații vizează aproape orice tip de organizație, mergând până la instituții ale administrației publice. În România, segmentul lor de piață a avut o perioadă înfloritoare în deceniile 1990-2010, însă apoi lucrurile s-au domolit din cauza recesiunii economice globale și a instabilității politico-administrative.

 **Mircea Băduț**

Concept și evoluție

Abrevierea ERP s-a încetățenit viguros în vocabularul managerial și de IT, așa că trecem peste faptul că la prima vedere 'Enterprise Resource Planning' nu se prea conformează semantic (nefiind vorba doar despre resurse, și nici doar despre planificare) și că ar fi mai potrivită triada 'Enterprise Process Management'. Dar, indiferent de clasificare, vorbim despre aplicații software destinate să asiste activitățile și procesele esențiale din cadrul întreprinderilor. Desigur că tentația de a extinde conceptul ne îndeamnă să spunem 'organizație', ci nu doar întreprindere, însă generalizarea rezistă cu greu, pentru că – deși infrastructura exterioară (socială, legislativă, economică și administrativă) este aceeași pentru mai toate organizațiile – ele vor avea la interior particularități substanțiale. De exemplu, pentru întreprinderea care fabrică ceva în producție de serie medie/mare, un sistem software ERP vizează: operațiunile financiare; operațiunile administrativ-economice; gestionarea resurselor umane; vânzările (desfacerea, contractele); achizițiile de materii prime și de utilități sau de produse/echipamente pentru procesele de fabricație; inventarierea utilajelor/instalațiilor și a resurselor materiale; mentenanța mijloacelor de producție; investiții; ș.a. Pentru un IMM care oferă servicii, doar o parte dintre procesele enumerate rămân valabile, și apar unele noi (pentru monitorizarea serviciilor). Iar pentru o instituție publică vom regăsi și mai puține dintre modulele ERP-ului clasic, apărând în schimb funcții specifice (precum registratura electronică).

Integrat și cvasi-integrat

Uneori s-a ivit aici o confuzie simpatică: privită superficial, sintagma „aplicație integrată” sugera integralitatea, adică acoperirea tuturor proceselor din organizație, ceea ce a funcționat adesea ca argument de marketing. Și aproape de integralitate, trebuie să recunoaștem că aplicații precum 'managementul circulației do-

cumentelor' și 'managementul calității' (acesta din urmă cu reforma substanțială a digitalizării procedurilor din organizație sub standarde gen ISO 9001) au potențialul de a completa destul de „etanș” portofoliul de procese din organizație. Însă conceptul de „integrat” înseamnă altceva: se referă la conexiunile dintre procese, la a urmări/asista interdependența dintre activități/resurse, ceea ce ridică nivelul de inteligență al software-ului ERP.

În ultimele decenii ale secolului XX, informatizarea organizațiilor, atât cât exista ea pe la noi (inițial pe calculatoare mari, apoi pe micro-calculatoare PC) viza procesele în mod separat: existau (fiind programate în limbaje precum COBOL, Fortran, și respectiv dBase sau FoxPro) aplicații software distincte pentru: balanța financiar-contabilă, gestiunea stocurilor, gestiunea clienților, gestiunea furnizorilor, salarizare, mijloace fixe, ș.a., iar legăturile dintre datele aplicațiilor era asumate și realizate explicit de către oameni. (Informații sintetice generate din aplicațiile primare erau transferate de către om în aplicația de centralizare financiară – balanța contabilă – prin intermediul unor machete similare notelor contabile clasice.) Însă pătrunderea tot mai accentuată a tehnologiei informatice în România (sincronă în anii 1990-2000 cu evoluția calculatorului personal dar și cu tehnologia de 'rețea locală de calculatoare' necesară pentru implementări cu arhitecturi client-server multi-utilizator) a determinat evoluția acestor aplicații înspre conlucrare și integrare. Așa că astăzi comunicarea dintre modulele/componentele sistemului ERP se poate realiza dinamic și instantaneu. (Iar interconectarea datelor de organizație devine și premisă pentru aplicări de nivel mai înalt, precum extragerea de rapoarte și analize sintetice – pentru confecționarea deciziilor, pentru planificarea investițiilor, pentru detectarea de tendințe –, ceea ce uneori se numește 'data mining').

Integralitatea înseamnă deseori încă două aspecte: (1) manipularea datelor în timp-real

(adică sincron cu procesele corespondente), și (2) dependența derulării proceselor din organizație de chiar procesarea datelor din amonte (de aici derivând caracterul vital al aplicațiilor ERP și necesitatea de a funcționa cât mai fiabil). În plus, integrarea presupune astăzi și legătura informatică dintre înreprindere/organizație și entități exterioare ei: bănci, Trezorerie, ANAF, Inspectoratul Teritorial de Muncă, ș.a.

ERP – pentru întreprinderile comerciale

Pentru orice întreprindere (mare, medie sau mică) se poate imagina un software ERP sistemic care să ajute la înregistrarea și la procesarea datelor/informațiilor presupuse de activitățile interne. Și fiind un sector IT cu destule decenii de evoluție, avem pe piață și profilări pe diferitele industrii/domenii: producerea/distribuirea de energie; telecomunicații; construcții; producția de automobile; industria producătoare de mașini/utilaje mari; industria maselor plastice; industrii prelucrătoare (procesatoare); industria alimentară; retail & distribuție; comercializare clasică; magazine virtuale (vânzări on-line); logistică/transporturi; turism; medicină; agricultură; ș.a.m.d. Însă unele sunt asimilate în familia ERP, printr-un soi de abuz/indulgență, și aplicații de întreprindere mai extreme, precum CAD/PLM sau SCADA.

Ne putem imagina cam ce date colectează subsistemele ERP-ului: identificatori de facturi; denumiri de produse vândute/cumpărate; denumiri de servicii; denumiri de clienți/furnizori; date calendaristice; cantități; valori financiare; sectoare de magazine/vânzare; nume de salariați; calificări/competențe; ș.a.m.d. Astfel de date se acumulează în cantități mari la nivel de organizație: ele trebuie înregistrate și prelucrate conform regulilor respectivelor procese; ele vor genera alte date și informații cu semnificații concrete pentru diverse activități/aspecte. Deja intuim că fundamentul aplicațiilor ERP trebuie să fie un sistem de gestiune a bazelor de date (SGBD), peste care există implementat un set de interfețe cu operatorii umani precum și o serie de algoritmi care prelucrează datele conform logicilor presupuse de respectivele activități. (Pentru eventuală acomodare cu conceptul SGBD, vă recomand articolul „Baze de date” pe care l-am scris pentru revista Market Watch nr.262 din Martie 2024.) Pentru organizațiile mari, nucleul bazei de date este adesea construit cu o tehnologie deja consacrată,

precum Oracle, IBM DB2, MS-SQL, Microsoft Dynamics, MySQL, PostgreSQL, SAP, etc.

În contextul actual, destul de complex și de informatizat, sistemelor ERP li se cere adesea să integreze și aspecte/funcțiuni netradiționale, precum casele de marcat (PoS), plățile cu card bancar, tele-munca, sub-sistemele de pontaj automat; ș.a.

Taxe și impozite – aplicație pentru primării

Am ales 'Taxele și impozitele locale' pentru a exemplifica sectorul aplicațiilor informatice destinate instituțiilor publice (dar cu mențiunea că portofoliul de sub-sisteme software destinate primăriilor cuprinde și alte aplicații importante: pentru funcții interne – contabilitate, buget, salarizare, inventariere –, dar și pentru funcții externe – urbanism, gestionarea ajutoarelor sociale; Registrul Agricol; Evidența Populației; gestionarea parcarilor auto, etc).

Impozitele pentru terenuri au apărut de timpuriu în civilizația umană, având rațiunea de a acoperi niște garanții și servicii structurale asumate de stat/guvern/administrație. Desigur că până în vremurile noastre fiscalitatea s-a diversificat și complicat destul de mult. Pe lângă impozitul pe teren („fంచిirea”) astăzi sunt supuse impozitării și altele: clădiri, automobilele, activitățile comerciale, venituri, importuri, ș.a., iar o parte dintre acestea sunt calculate anual și colectate de către Primărie. Tot la adminis-

trația locală se plătesc și o serie de taxe (pentru afișaj publicitar; pentru servicii de reclamă; pentru spectacole; pentru promovare turistică; etc). Unele dintre taxe se constituie fără debit (fiind aferente unor servicii imediate), pe când altele pot înregistra restanțe de plată inter-aniuale, similar impozitelor pe proprietăți (care se calculează anual). Din perspectivă fiscală, fiecare cetățean și fiecare persoană juridică dintr-o unitate administrativă (municipiu, oraș, comună, sector) este înregistrat(ă) de primăria respectivă sub calitatea de „contribuabil”, adică de plătitor de impozite și taxe. Din perspectiva aplicației informatice destinate să asiste serviciile de taxe și impozite din cadrul primăriilor, toate procesele de înregistrare și de prelucrare a datelor se conformează normelor din Legea privind Codul Fiscal (227/2015, cu modificările/completările ulterioare) și respectiv normelor emise subsecvent de Consiliul Local al unității administrative. Așa că putem presupune care sunt datele administrate de aceste aplicații: numele contribuabilului; CNP/CIF; data nașterii/înființării; adresa de domiciliu; adresa sediului social; sublista de proprietăți (imobile, mijloace de transport); valoarea calculată a impozitului anual; sume plătite; data plăților efectuate; numere de chitanțe; ș.a.m.d.

Aplicația software poate furniza utilizatorilor: informații individuale (starea fiscală a oricărei persoane fizice/juridice), rapoarte analitice (tabele/liste), sau informații foarte sintetice

(cum ar fi cuantumul sumelor încasate în anul curent). Informațiile de interogare a datelor pot sprijini eventuala decizie a primăriei de a cataliza activitatea de colectare a impozitelor (informări privind bonificații; campanii de expediere poștală a înștiințărilor individuale). Pe lângă caracterul ei vital în funcționarea instituției, importanța aplicației de gestionare a impozitelor și taxelor este dată și de cerința... cantitativă: deseori aplicația trebuie să gestioneze operațiunile aferente unui număr de câteva zeci/sute de mii de contribuabili.

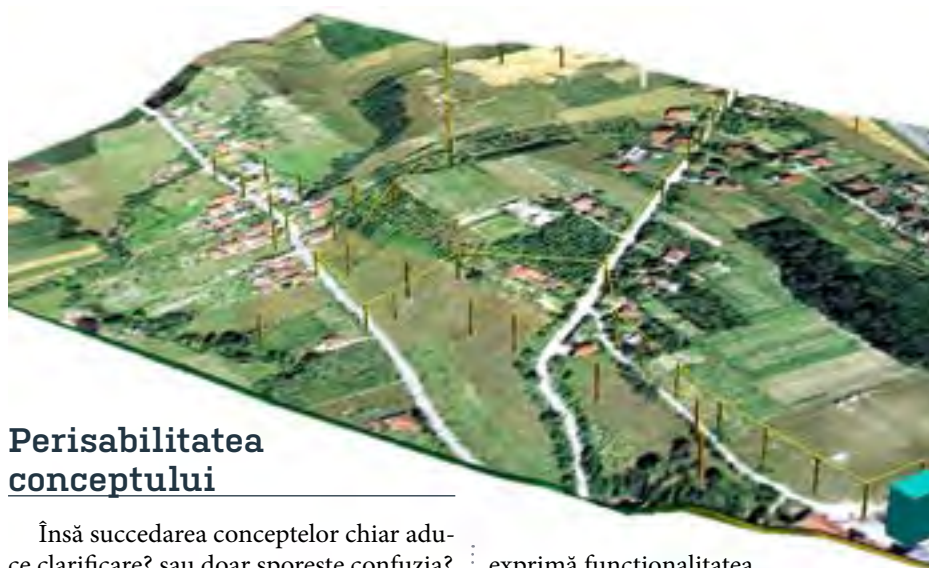
Decizii politice și efecte

Spre deosebire de alte software-uri, sistemul integrat de organizație nu poate funcționa decuplat de origine: beneficiarul este nevoit să păstreze o legătură continuă cu furnizorul aplicației, pentru ca modificările de legislație ce tot apar să fie reflectate în algoritmi aplicației. Când miniștrii se reunesc la masa de lucru pentru a plăsmui o măsură anti-evazionistă sau vreo pârghie pentru a crește colectarea la buget, ei nu pun în ecuație eforturile/resursele necesare de partea furnizorilor de aplicații și de partea organizațiilor. (Vedeți Ordonanțele 16/2022 sau 107/2024). Cu cât normele ce reglementează activitățile economice și fiscale sunt mai instabile, cu atât lucrurile sunt mai dificile pentru oamenii implicați/vizați, fie ei profesioniști ori civili. Dar așa e viața în părțile/vremurile acestea. ■

De la GIS la geomatică

Dacă în anii 1990-2010, acronimul GIS (sisteme geografice informatice, domeniu apropiat CAD-ului) s-a bucurat de o utilizare intensă și totodată prielnică, ulterior, sub tendința de evitare a unor limitări semantice, termenul de **geo-informatică** a încercat să preia ștafeta (fiind promovat inclusiv de subsemnatul). Însă astăzi pe piața software-urilor și serviciilor digitale a apărut un alt termen, **geomatica**, tot de sorgine nord-americană, și pare să aibă șanse în ideea aceasta de generalizare și de cuprindere a domeniului numit odinioară GIS.

III Mircea Băduț



Perisabilitatea conceptului

Însă succedarea conceptelor chiar aduce clarificare? sau doar sporește confuzia? De-amândouă, deocamdată, depinzând de toleranța lectorului și de răbdarea timpului...

Abrevierea GIS a servit multe decenii acest subdomeniu al informaticii (subdomeniu având ca obiectiv hărțile digitale), dovedindu-se foarte potrivită pentru vremurile în care soluțiile concrete presupuneau software-uri desktop sau client-server (de la furnizori precum ESRI, Intergraph, Bentley, Autodesk, MapInfo, Smallworld, GeoConcept, etc). Însă, datorită presiunii pentru mobilitate și odată cu dezvoltarea serviciilor internet, prezența cuvântului „sistem” în definiția clasicului Geographical Information System a ajuns să sugereze o limitare terminologică tot mai nepotrivită. Sistemul, deși

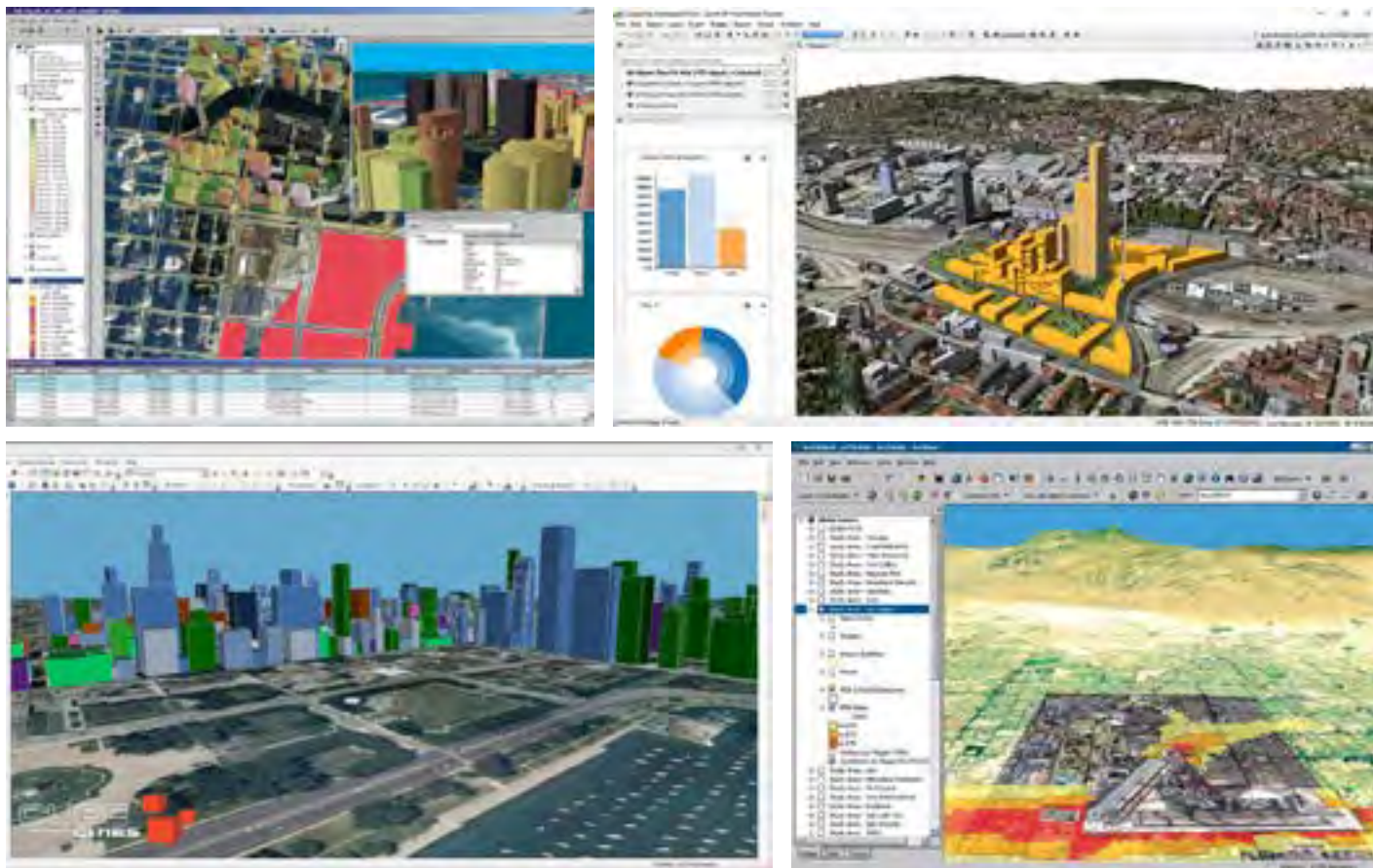
exprimă funcționalitatea deplină, se referă la ceva concret și finit/izolat. Or, deja vedem, cloud-computing-ul vine cu ideea de *infrastructură*, de omniprezență potențială, așa cum ne arată ubicuul Google Maps.

Acronimul GIS are peste cincizeci de ani (fiind propus inițial de Roger Tomlinson pentru un proiect canadian), astfel încât – cu schimbările petrecute între timp – își găsește tot mai greu aplicare la multitudinea de soluții **geo-spațiale** de astăzi. (Și dacă tot am comis aici apelarea termenului-cheie al domeniului, deschid paranteza pentru a spune că eu aș miza mai degrabă pe acest concept, geo-spațial, ce are și meritul de a ocoli constrângerea inerentă particulei „-graphic“.)

Următorul concept, geoinformatica,

reușește să fie suficient de generic (depășind limitările semnatale ale GIS-ului) dar și destul de inteligibil în zona culturală europeană. (Mă înșel cumva? Adică, parafrazând în glumă uzul adjectivului, crede cineva că 'informatica economică' se referă la *soluțiile informatice ieftine*?). Însă vom fi observați că SUA, ca nucleu propovăduitor pentru IT-ul mondial, nu a agreat mai nicicând particula explicită 'informatics' (din motive, speculăm noi, lingvistice, sau mai degrabă culturale). Oricum, sintagma 'geo-informatică' și-a găsit o foarte bună consacrare în mediul academic și în educație, fiind adoptată de mai toate universitățile din lume. (Definiția de dicționar ne spune că „geoinformatica este știința și tehnologia care dezvoltă/folosește infrastructura științei informatice pentru a rezolva probleme legate de geografie, de cartografie și de alte discipline științifice/ingineresti cu aplicare geospațială“. Astfel stabilite lucrurile, GIS-ul poate rămâne pe firmament, ca obiect de studiu/operare al științei.)





Întâmplarea face ca ultimul termen al triadei din preambul – **geomatice** – să ne vină tot din Canada, fiind propus în 1981 de către Michel Paradis, care lucra pe atunci ca fotogrammetrist la Ministerul Resurselor Naturale din Quebec. (Fotogrammetria este tehnica prin care imaginile fotografice realizate asupra scoarței terestre sunt corelate și aduse în conformitate cu sistemul de proiecție cartografică al respectivului teritoriu. Și, dacă tot suntem în paranteză, remarcăm nuanța francofonă a termenului original, 'geomatique', apropo de disocierea culturală amintită mai sus.) Și, mai ales din cauza originii sale, conceptul s-a referit în special la tehnologiile de colectare și de prelucrare a datelor geo-spațiale.

Geomatics (including geomatics engineering), also known as surveying engineering or geospatial science (including geospatial engineering and geospatial technology), is the discipline of gathering, storing, processing, and delivering geographic information or spatially referenced information. In other words, it "consists of products, services and tools involved in the collection, integration

and management of geographic data". [Wikipedia]

Mai lipsește doar un surplus de accent pe analiza datelor geo-spațiale, pe exploatare, ceea ce – sub presiunea necesității de a avea un termen practic/scurt care să cuprindă totul – se poate rezolva pe nesimțite. De altfel, dicționarul Oxford deja ni le prezintă unificate: „*geomatics = the branch of science that deals with the collection, analysis, and interpretation of data relating to the earth's surface*“.

În loc de concluzie

Da, termenul 'geomatice' ajunge la noi astăzi ca referindu-se la știința aplicată ce integrează măsurătorile terestre (geodezie/topografie, pre limba noastră, dar incluzând aici și imagistica aeriană/satelitară despre care scriam anterior) împreună cu analizele, prelucrările și exploatarea de date spațiale. Observăm deopotrivă accentul pe captarea datelor cât și tendința integratoare, astfel încât aplicările geomatice ar putea acoperi o multitudine de aspecte, de la cercetare la practică: cartografie; gestionarea terenurilor (cadastru);

planificări urbanistice; administrare imobiliară; transporturi; analize și planificări agricole; energetică; studii social-politice; analize demografice; studii oceanologice; analize geologice; ș.a.m.d.

Ne apare destul de limpede că sintagma originală, cu acronimul GIS, va corespunde tot mai puțin în viitor, deci probabil că vom putea consemna cândva un concept succesori, de-adevăratelea. Pe de altă parte – acceptând nuanțele reliefate în această prezentare (uzanța academică pentru 'geoinformatică', și respectiv specificul de colectare/procesare pentru 'geomatice'; caracteristici pe care altfel le-am putea asimila dihotomiei 'teorie-practică') – cele trei formule mai pot coexista destul de mult timp.

Însă, până la urmă, vom lăsa timpul să se pronunțe privitor la conceptul care va guverna cel mai bine aplicările geo-spațiale, indiferent dacă acesta va fi sau nu subscris IT-ului; pentru că până și genericul concept umbrelă are perisabilitatea lui pe termen lung. Ubicuitatea informaticii ar putea face ca într-un anume viitor o sintagmă precum **geo-știința** să ne pară suficientă.



Sisteme geo-informatic (GIS)

Fiind mult timp apanajul aplicărilor strict profesionale, cu mize serioase, Sistemele Geografice Informatic (GIS) nu au avut o evoluție prea dinamică, dar premisa le-a conferit un renume de robustețe și de abilitate în integrarea volumelor complexe de date. Însă în ultimele decenii a avut loc o democratizare, iar creșterea accesibilității soluțiilor software a determinat și o prezență tot mai substanțială pe piață, ajungând inclusiv până la apariția de soluții geo-informatic gratuite.

 **Mircea Băduț**

Dinspre trecutul conceptului GIS

La începuturi (anii '60-'70) sistemele geo-informatic existau ca module software cu funcții distincte în lanțul de procesare: (1) colectarea datelor geospațiale (fie ca valori numerice ale punctelor geografice, fie ca entități vectoriale create prin digitalizarea de hărți existente în diverse organizații); (2) corelarea sistemelor de proiecție și de coordonate; (3) definirea de legături între entitățile geometrice și înregistrări din bazele de date exterioare; (3) popularea bazelor de date cu atribute descriptive asociate entităților vectoriale; (4) definirea și derularea de analize geospațiale; (5) afișarea și tipărirea informațiilor rezultate prin analizele geospațiale sau prin tema proiectului.

Nici portarea aplicațiilor GIS pe calculatoarele personale (din linia IBM-PC) nu a reformat acea arhitectură modulară (pentru că sistemul de operare DOS oricum lucra eminemamente serial), și de-abia proliferarea Windows-ului (mai întâi ca interfață grafică multi-tasking și apoi ca sistem de operare) a determinat furnizorii de soluții GIS să adopte arhitecturi care să fuzioneze acele funcțiuni (anterior modulare) în aplicații integrate. De altfel, adoptarea largă a mediului Windows a coincis cu apariția mai multor furnizori, respectiv cu o structurare verticală a pieței GIS. Astfel, pe lângă deja consacrații ESRI și Intergraph, aveau să apară nume noi: Bentley, Autodesk, MapInfo (Pitney Bowes), LizardTech, Earth Resource Mapping, GeoConcept, SuperMap, GRASS Development Team, QGIS Development Team, Google/Alphabet, etc.

Datele de intrare pentru GIS

Pentru că la începuturi aplicările geo-informatic apăreau ca translații înspre calculatorul electronic ale unor probleme de cartografie – și cum cartografia avea în spate secole de evoluție – era firesc ca o primă chestiune de rezolvat să o constituie digitalizarea

de hărți existente, sens în care s-au și dezvoltat acele periferice numite 'mese de digitizare' sau 'tablete de digitizare'. (Masa de digitizare este compusă dintr-o suprafață plană senzitivă pe care se fixează harta dorită și peste care evoluează un dispozitiv de interacțiune dotat cu lupă (colimator), dispozitiv poziționat și declanșat succesiv de utilizator acolo unde sunt punctele ce trebuie introduse în sistemul informatic.) Analizând un pic procesul „digitalizării prin digitizare” observăm că nu se realiza transpunerea întregii hărți în memoria calculatorului, ci se preluau doar entitățile vizate prin tema proiectului GIS, rezultând entități geometrice construite vectorial (polilinii, poligoane, sau colecții de puncte – reprezentând simplificat entități din geografia reală/planificată, precum parcele de teren, clădiri, fire de ape, contururi de lacuri, contururi de pădure, parcuri, ș.a.m.d.). Vedem aici o similaritate esențială cu domeniul CAD, cu care de altfel GIS-ul are multe în comun, inclusiv în privința pionieratului.

Înregistrarea vectorială a datelor cartografice presupune că sunt memorate (în fișiere cunoscute de aplicația GIS) perechiile de valori numerice constituind coordonatele geometrice ale punctelor (vertexurilor) care definesc respectivele entități geo-spațiale. Când este vorba de puncte geometrice în plan, acestea sunt referite la un 'sistem de coordonate' (la o pereche de axe de coordonate, de genul X-o-Y). Or, în cazul aplicărilor geo-spațiale – fiind vorba de o geometrie raportată la un teritoriu (întins) care este, la rândul lui, parte din sfera terestră, care sferă este cu atât mai sferică (mai depărtată de planeitatea ideală) cu cât este mai largă – sistemul de coordonate devine o chesiune complicată.

Suprafața planetei noastre este oarecum sferică și nu există un procedeu (geometric, algoritmic) prin care suprafața sferei (eminamente tridimensională) să poată fi proiectată fără pierderi pe o suprafață plană (bidimensională). Mai mult, suprafața Terrei este de fapt cea a unei sfere ușor turtite la poli (elipsoidală deci)

și cu dese neregularități locale.

De-a lungul timpului s-au încercat mai multe idei pentru a rezolva proiecția în plan a sfoartei terestre (adică din forma 3D în planul 2D al hărții), însă fiecare avea limitări/dezavantaje (deformând fie distanțele, fie unghiurile, fie suprafețele). De altfel, cu toții ne putem imagina că este imposibil să „apeși” pe un plan o coajă de portocală fără să o rupi/strivești deloc. Însă, din rațiuni practice, fiecare țară și-a ales/definit (la un moment dat în istoria ei, și devenind astfel convenție oficială și standard funcțional) un anume sistem de proiecție (de proiectare în plan 2D a propriei suprafețe terestre 3D), un sistem ales cât mai convenabil ei (din perspectiva formei granițelor sale, dar și din perspectivă culturală sau chiar geo-politică).

Ar fi de dorit ca software-ul GIS să poată gestiona multiple sisteme de proiecție/coordonate și să poată realiza translații între ele.

De notat aici că liberalizarea accesului la datele de geo-localizare GNSS (provenind de la pleiada de sateliți GPS) a determinat o asimilare masivă a sistemului de proiecție/coordonate nativ GNSS, adică 'WGS 84', ceea ce a fluidizat procedurile/algoritmii de translație între sistemele locale și cel global (sau chiar a dus la adoptarea acestuia din urmă). De

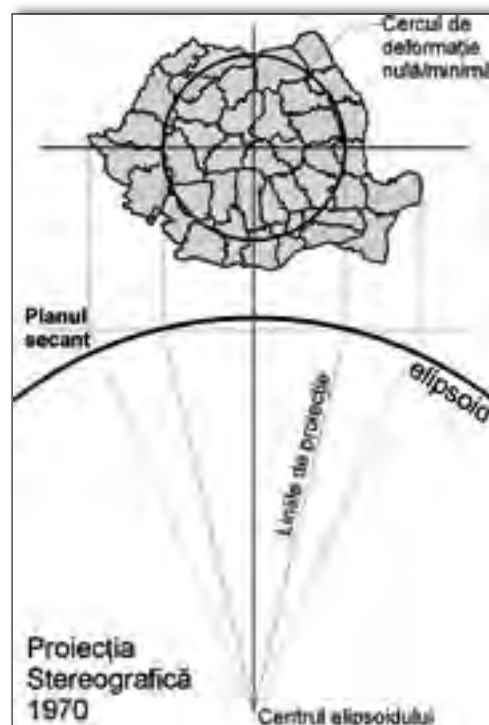


Fig. 1 - România folosește sistemul de proiecție numit 'Stereografică 1970', definit pornind de la un cerc secant la suprafața sferică

asemenea, ne-am putea hazarda să spunem că într-un anume viitor se va fi realizat „trece-rea” în spațiul 3-D a cvasi-totalității aplicărilor geo-informatică, și deci proiecția nu va mai fi necesară.

Dar probabil că cel mai important lucru în GIS constă în faptul că materialul grafic este **organizat prin grupare pe straturi distincte** (layers), iar această *stratificare tematică* (împărțire pe clase tematice) constituie premisă esențială pentru analiză.

De menționat că sistemele geo-informatică pot azi să includă în compoziția cartografică și imagini raster/bitmap, provenite din scanarea de hărți sau din aerofotografierea scoarței terestre. Procesul de aducere a imaginii raster în corespondență geospațială cu celelalte entități vectoriale (sau în corespondență cu repere convenționale din zona respectivă) se numește *georeferențiere*, și el presupune – din punct de vedere geometric – aplicarea internă a operațiilor de translație, rotație și scalare a imaginii.

Am vorbit doar despre informația grafică și nu am menționat mai nimic despre *datele alfa-numerice* asociate entităților grafice colectate în sistemul geo-informatic. (Date alfa-numerice: denumiri textuale, identificatori, valori numerice cantitative/calitative, atribute definitorii, date calendaristice, proprietăți cheie, identificatori de clase/tipuri, etc.) Aceste atribute – asociate/introduse individual în GIS pe măsura colectării entităților vectoriale, sau importate din surse exterioare și asociate corespunzător și biunivoc entităților grafice din proiect – sunt organizate în forma tabelelor (formă specifică bazelor de date relaționale).

Exploatarea GIS: analize și hărți tematice

Am putea spune că aplicările GIS acoperă de la cvasi-frivolele strategii de marketing folosind demografie distribuită geospațial și până la asistența gravă pentru managementul crizelor provocate de calamități/catastrofe. Adevărul e că până nu înțelegi potențialul de analiză ascuns în conceptul GIS, acest gen de aplicații informatice îți apare cumva ermetic, autarhic, creat pentru sine-însuși. Însă odată asimilată capacitatea sa de a agrega datele de intrare și de a extrage din ele informații superioare și răspunsuri la întrebări evolute, vom realiza că GIS înseamnă mai mult decât transpunerea în digital a hărților clasice. Sau, dacă mergem pe analogia și pe extrapolarea clasicului, atunci înțelegem că este totuși vorba despre hărți, însă unele diamice, specializate tematic, și apte să răspundă unor scenarii și întrebări complexe, întrebări ce angrenează atât materialul cartografic (harta vectorială din GIS), cât și atributele alfa-numerice asociate entităților vectoriale. Pentru persoanele familiarizate cu sistemele de gestiune a bazelor de date (SGBD), sistemul geo-informatic poate fi văzut (din perspectiva analizei/exploatării) ca o extensie înspre grafică a potențelor de interogare specifice SGBD: adică QBE (Query by Example) și SQL (Structured Query Language).

Spuneam că proiectul GIS poate conține în compoziția cartografică și imagini raster/bitmap. Deși de obicei inserarea acestor imagini se adresează aproape exclusiv ochiului (conferind completitudine și expresivitate compoziției), trebuie spus că există și soluții/tehnologii informatice specializate pe analiza datelor raster (prin recunoașterea și interpretarea valorilor cromatice și a formelor din imaginea bitmap). Și exemplificăm prin facilități precum: modelarea tridimensională a terenurilor; izolările de nivel; vectorizare (semi)automată; identificare de entități; analize multi-spectrale; detectare de aspecte/fenomene discrete (în subsol, în aer, în vegetație, în culturile agricole); ș.a.

Însă pentru a nu teoretiza prea mult chestiunea practică (exploatarea GIS-ului) vă propun să încheiem secțiunea cu o listă nepretențioasă de aplicări și analize generice: verificări și validări de amplasamente geospațiale; analiza și evaluarea resurselor geospațiale; analize pentru proiecte de investiții (infrastructuri urbane; agricultură; transporturi, etc); gestionarea informațiilor cadastrale și a proprietăților imobiliare; gestionarea și actualizarea impozitelor/taxelor aferente entităților geospațiale; studii de arondare (centre comerciale, spitale,

facilități publice); analizarea și optimizarea traficului rutier; căutări ale rutelor de deplasare (cu diverse condiționări); analize buffer (limite de influență spațială în jurul unor entități grafice); zona de inundabilitate a râului; perimetrul de protecție al liniei electrice; zona de extindere a unei emisii de poluant; etc.

Desigur, nu pierdem din vedere faptul că nu de puține ori rezultatul unei analize GIS constituie o hartă tematică (o compoziție geo-informatică mai analitică sau mai sintetică) generată cu scopul de a fi tipărită sau publicată/transmisă în format digital.

Soluții GIS concrete

De-a lungul anilor, și datorită evoluției împletite cu cea a domeniului CAD, s-au manifestat două abordări de materializare a software-urilor GIS:

1) aplicația GIS nativă, concepută și funcționând cvasi-unitar (la care toate funcțiile, atât cele pentru grafică cât și cele pentru atributele alfa-numerice, sunt integrate omogen în aceeași arhitectură internă și sub aceeași interfață cu utilizatorul);

2) aplicația GIS constituită prin grefarea de funcțiuni geo-informatică pe o platformă CAD (pe un mediu generic, precum AutoCAD, MicroStation sau IntelliCAD), funcțiuni accesibile utilizatorului prin unul sau mai multe meniuri/toolboxuri adiționale. (Desigur, funcțiile de construire/gestionare a materialului cartografic sunt realizate de mediul CAD.)

Spre final menționăm numele unor soluții consacrate pe piața GIS: ArcGIS (ESRI); GeoMedia (Intergraph/Hexagon); AutoCAD Map 3D, InfraWorks (Autodesk); OpenCities Map (Bentley); GeoConcept GIS; GRASS GIS, Quantum GIS; PostGIS; SuperMap; MapInfo; etc. Dar și numele unor tehnologii/soluții remarcabile din domeniul adiacent, procesarea cartografică (pre-GIS): ER Mapper (și ECW); ERDAS; GeoExpress (și MrSID); Global Mapper (Blue Marble Geographics); Surfer (Golden Software) ș.a.m.d. Majoritatea soluțiilor GIS sunt comerciale (cu licență plătită), dar printre ele găsim și software-uri gratuite (sub licențe GNU-GPL și *open-source*). Unele dintre soluțiile GIS clasice au dat naștere și la variante simplificate destinate dispozitivelor mobile (smartphone, tabletă), iar unele au migrat parțial sau total în cloud. Altele s-au născut deja în cloud.

Dar, revenind concludiv în prezent, putem spune că de fapt știam despre GIS, pentru că mai toți avem pe smartphone-uri o aplicație de genul Google Maps sau Waze, care ne asistă frecvent în călătoriile noastre pe harta lumii. ■



Fig. 2 - Stratificarea pe clase/categorii de informații grafice

CAD

IT

În ultima jumătate de secol soluțiile CAD s-au diversificat atât din perspectivă cantitativă – acoperind de la schița nepretențioasă până la desenul tehnic detaliat, sau de la conceperea unei piese singulare până la ansamblul de mare complexitate – profilându-se de la soluțiile 'entry level' la 'mid-range' și, mai departe, până la soluțiile 'high-end', cât și din perspectiva specializării pe diverse domenii: mecanică, electricitate, electronică, inginerii civile, arhitectură/construcții, cartografie/geo-informatică, etc. ✍ **Mircea Băduț**



Piața software-urilor CAD

Privind în urmă putem spune că perioada 1970-2007 a fost epoca de aur: atunci au apărut cele mai multe soluții software dedicate proiectării tehnice, în primul rând din cele pentru desen tehnic (CADD) și mai apoi din cele profilate pe domenii de activitate (mecanică: MCAD, CAE, CAM; arhitectură/construcții: AEC; inginerii civile geospațiale: GIS; electronică: EDA; etc). Însă în urmă cu un deceniu piața CAD a suferit o recesiune severă: unele dintre acele aplicații CAD aveau să dispară, iar altele aveau să se restructureze pentru supraviețuire. Pe de altă parte, în ultimii douăzeci de ani lucrurile s-au schimbat destul de mult și din perspectivă tehnică și culturală: în primul rând prin creșterea capacității și performanței hardware-ului, și prin rafinarea/potențarea interfeței grafice cu utilizatorul; dar au apărut și concepte/paradigme noi, precum proiectarea colaborativă (multi-user, concurentă, distribuită), abordarea integratoare (cuprinderea cât mai multor funcțiuni/aspecte), interoperabilitatea cu domeniile adiacente (CAE, CAM, PDM, ERP, ECM), interschimbabilitatea datelor, 'open-source', serviciile internet de stocare, aplicațiile 'cloud', etc. În plus, în multe dintre domeniile identificate anterior au apărut subdomenii distincte, manifestate prin specii software suficient de bine reliefate. Vă propun să începem analiza acestei piețe acceptând două coordonate:

una cantitativă (verticală, profilată pe valoare/cost) și una calitativă (orizontală, profilată pe domeniul de specializare/aplicare).

Pe verticală: de la simplu la complex

Până de curând se putea opera o distincție a soluțiilor CAD pe un criteriu financiar simplu: software-ul 'entry-level' costa câteva sute de dolari/euro, cel 'mid-range' câteva mii, iar 'high-end' însemna zeci de mii. Aplicând această simplificare am putea spune: firma mică cumpără un software entry-level, întreprinderea mijlocie alege o soluție mid-range, iar întreprinderea mare achiziționează apriori ceva high-end. Însă în practică lucrurile ne apar discutabile, și vom întrezări mai încolo

destule situații care se abat de la această regulă grosieră.

Începem analiza noastră cu primul nivel. Doar că astăzi – în vremuri când multe servicii informatice sunt gratuite – 'entry-level' este nevoit să înceapă chiar de la zero. Aflăm deci că există software-uri CAD gratuite (precum FreeCAD sau LibreCAD) cu care putem face un pic de proiectare tehnică asistată de calculator. De asemenea, există și versiuni foarte restrânse ale aplicațiilor CAD mari, și care sunt gratuite, precum aplicațiile de vizualizare (Autodesk DWG TrueView; Bentley View) sau precum aplicațiile destinate dispozitivelor mobile (smartphone și tabletă). De-abia apoi urmează acel nivel financiar clasic, de câteva sute de euro, unde avem o mulțime de soluții, din care majoritatea sunt ivite pe filiera OpenDWG/IntelliCAD: ActCAD, BricsCAD, Cadopia, CMS IntelliCAD, ProgeCAD, ZWCAD, DraftSight, SketchUp, CorelCAD, SmartSketch, Rhinoceros, etc. (De remarcat, pentru utilizator, că software-urile de filiație OpenDWG/ARES sunt foarte ușor de folosit: dacă știi să lucrezi cu AutoCAD sau cu IntelliCAD, atunci te vei descurca binișor cu oricare dintre ele.) Mai reținem și faptul că, până la acest nivel, nu intervine specializarea pe domenii, adică software-urile sunt de speța CADD generic (computer-aided design & drafting), cu accent pe desenul tehnic. Deși unele dintre ele



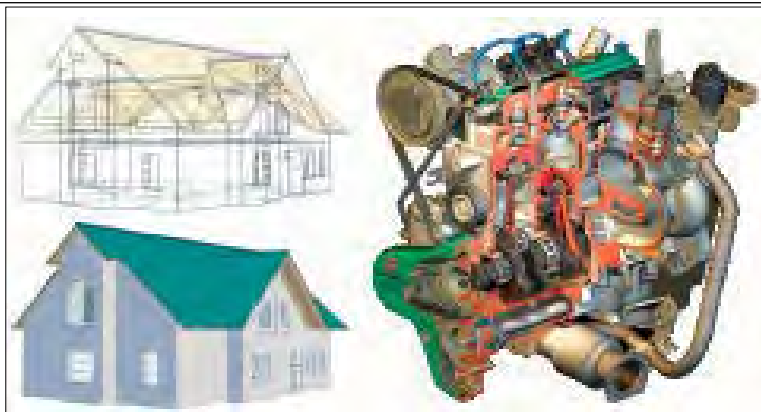
permit proiectarea în 3D, accentul principal se pune pe desenarea 2D.

Revenind la criteriul financiar, vom observa că de pe la 500 de Euro în sus putem găsi în aceste familii CAD și variante care să includă modelare 3D (modelare cu solide și cu suprafețe tridimensionale), iar de pe la 1000 de Euro apar și soluțiile specializate, precum cele pentru arhitectură/construcții (precum BricsCAD BIM, ProgeCAD Architecture, 4M IDEA Architecture) sau cele pentru mecanică (de genul BricsCAD Mechanical, ZW3D). Însă este important să notăm că distincția financiară folosită aici se referă la prețurile licențelor perene pentru folosirea de software-uri, în condițiile în care totuși paradigma abonamentului anual tinde să înlocuiască vechiul model de achiziție (ceea ce converge și cu conceptul SaaS, Software as a Service, furnizat/accesat via cloud/internet).

Pe verticala noastră CADD, care este una a complexității (și nu a specializării), urmează soluțiile 'mid-range', unde avem doi reprezentanți care se concurează de multe decenii: Autodesk AutoCAD și Bentley MicroStation. Acestea sunt soluții deja clasice, recunoscute în (și de) mai toată lumea. Însă, apropos de încercarea mea de a face aici o analiză a pieței de soluții CAD pe două axe ortogonale, trebuie spus că cele două software-uri CAD constituie la rândul lor platforme pentru o serie de soluții specializate (inginerii civile, arhitectură, cartografie/geomatică). De asemenea, vom nota că axa noastră verticală nu se mai continuă pe linia CADD: următorul nivel, high-end, corespunde exclusiv soluțiilor specializate, despre care vom vorbi în secțiunea dedicată lor.

Întreprinderea producătoare - fie ea de mărime medie sau mare - va necesita probabil un software MCAD (high-end sau mid-range) pentru proiectarea reperelor (respectiv folosind modelarea 3D pentru piese și ansambluri), însă va include și departamente în care vor fi suficiente soluții CAD entry-level (pentru vizualizare și adnotare).

Spuneam mai devreme că nu putem folosi exclusiv criteriul dimensiunii întreprinderii beneficiare pentru a face corespondența cu clasificarea financiară a software-urilor CAD. (Ve-deți caseta.) Mai mult, vom observa că în piața CAD conceptul 'IMM' nu operează grozav în disocierea soluțiilor: există situații de firme mici care se pot descurca cu un software cva-



si-gratuit (precum Microsoft Visio), dar și cazuri în care firma trebuie să cumpere o licență de sorginte IntelliCAD. Însă, după criteriile noastre, tot IMM se numește și un fabricant mic dar serios de utilaje agricole, care probabil că va recurge la o soluție MCAD din clasa 'mid-range'. Dar poate că argumentul cel mai clar privind nebiunivocitatea dintre dimensiunea întreprinderii și prețul software-ului este dat de mulțimea de situații în care întreprinderea mare folosește, pe lângă soluția high-end nucleu, și o mulțime de soluții entry-level și mid-range, indiferent că acea întreprindere este una constructoare de automobile/avioane/vapoare sau o renumită firmă de arhitectură.

Pe orizontală: soluții specializate pe domenii

Se zice că primele aplicări de grafică computerizată au fost (prin anii '60) de natură cartografică, deci un embrion de GIS (sisteme informatice geografice), și doar ulterior s-a experimentat desenul tehnic asistat de calculator. Oricum, spre sfârșitul secolului/mileniului trecut copilăria CAD-ului se încheiase și deja existau o mulțime de software-uri specializate strict pe domenii. Într-o anumită privință se poate spune că maturizarea a însemnat trecerea de la proiectarea 2D la modelarea 3D. Și aceasta pentru că modelarea tridimensională a entității proiectate nu se poate face eficient într-un cadru general, ci trebuie abordată în conformitate cu regulile, normele și practicile disciplinei de care aparține acea entitate. (Da, un software CADD poate fi folosit aproape în orice domeniu, până la un anumit nivel, iar după acel nivel familia

software va avea un nume specific: MCAD, BIM, Plant Design, ECAD, GIS, etc.)

În cele ce urmează vom spicui, pentru fiecare domeniu de specializare CAD identificat, o serie de soluții software.

● **MCAD - Mechanical CAD.** Denominarea 'mecanic' nu se referă aici doar la proiectarea de piese și produse mecanice (adică la agregate/

mașini/echipamente cu componente în mișcare), ci la mai mult. Deși MCAD vizează în primul rând producătorii de automobile și de nave, aceleași software-uri se pot folosi și la proiectarea de mașini de spălat și de călcat, la uscătoare de păr, la frigidere, la rachete de tenis, la carcase de laptop-uri și la mouse-uri. Deci la mai toate reperele care se fabrică în producție de serie (compuse din piese de material plastic sau din metal). Mai mult, și echipamentele cu care se fabrică toate acestea se concep la rândul lor cu un software MCAD (scule, unelte, matrițe, strunguri, freze, imprimante 3D, etc). De fapt, ne-ar fi destul de greu să găsim în jurul nostru vreun obiect a cărui concepere să nu fi trecut printr-un MCAD.

La rândul lor, soluțiile acestea se întind de la un entry-level (neechivalent celui de la CADD), cu reprezentanți precum DesignSpark și AlibreDesign, apoi staționează la clasicul mid-range cu software-uri de genul Autodesk Inventor, Solid Edge, SolidWorks, PowerShape, și culminează cu soluții precum CATIA, NX (Unigraphics) și PTC Creo.

La capitolul MCAD este aproape imperativ să amintim și cele două domenii de specializare adiacentă: CAE și CAM.

→ **Computer-Aided Engineering** se referă

la analizele pe care le derulăm pentru a afla dacă produsul proiectat se comportă corespunzător la solicitări mecanice, cinematice, termice, electromagnetice, optice sau de dinamica fluidelor. Aici avem o mulțime de soluții de la furnizori consacrați, precum ANSYS, COMSOL, MacNeal-Schwendler Corporation (MSC Nastran, ADAMS), Dassault Systemes, Siemens PLM, SRAC, Zemax, ș.a.. Dar cu adevărat interesant în șirul analizei noastre este faptul că multe dintre software-urile MCAD conțin integrate



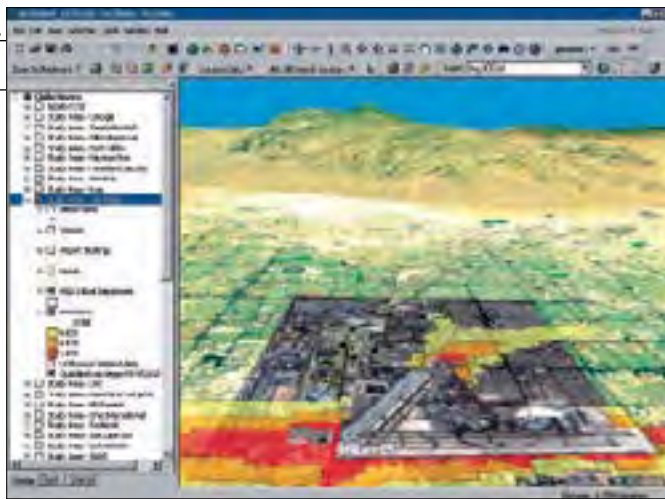
CAD

IT

module CAE cu ajutorul cărora se pot derula pe loc analize structurale (de rezistență mecanică a reperului proiectat).

→ **Computer-Aided Manufacturing** cuprinde acele soluții informatice cu care se pregătește fabricația efectivă a produselor proiectate: prin simularea proceselor mecanice de prelucrare substractivă (așchiere, electro-eroziune) sau de procesare aditivă (turnare, imprimare 3D), și respectiv prin generarea comenzilor numerice pentru mașinile automate care vor realiza respectivele produse. Câteva nume de software-uri destinate pregătirii fabricației: EdgeCAM, Esprit, CAMWorks, GibbsCAM, MasterCAM, PowerMILL, SolidCAM, SprutCAM, Vericut, WorkNC.

● **BIM – Building Information Modeling** (AEC) cuprinde în primul rând software-urile destinate proiectării de arhitectură. Aici modelarea 3D diferă de cea din MCAD prin cel puțin două aspecte: (1) proiectul se dezvoltă eminent într-o succesiune ortogonală orizontal-vertical; (2) entitățile componente se grupează pe familii specifice construcțiilor de clădiri: planșee, podele, stâlpi, coloane, grinzi, ziduri, diafragme, cadre, uși, ferestre, scări, balustrade, ș.a.m.d.. Remarcăm și la acest domeniu tendința de integrare, aici dublă: înspre exterior proiectarea arhitectonică ține cont de contextul amplasării viitoarei clădiri (modelarea terenului, vecinătatea, rețelele edilitare), iar în interior detalierea arhitecturii ia în calcul și infrastructura de rețele utilitare (HVAC, electricitate, apă, date/internet, securitate). Dintre soluțiile BIM actuale menționăm: Autodesk Revit, AutoCAD Architecture, Nemetschek Allplan, Graphisoft ArchiCad, Bentley OpenBuildings Designer.



identificăm cel puțin trei funcții (pentru care există de obicei aplicații sau module software distincte): • modelarea 3D a instalațiilor uzinale (asemănătoare BIM); • modelarea fluxurilor de fluide (fie prin scheme 2D ale fluxului de procesare, numite P&ID, fie prin scheme izometrice filare ale tubulaturilor, în reprezentare cvasi-3D); • managementul proiectului de materializare a uzinei proiectate. Și iterăm câteva soluții de plant-design: AutoCAD Plant 3D; AVEVA PDMS; Bentley OpenPlant, AutoPlant; CADMATIC 3D Plant Design Software; CADWorx Plant; Hexagon PDS, Intergraph SmartPlant; M4 PLANT; Vertex G4Plan.

● **GIS – Sisteme Geo-Informatic.** Aici avem în primul rând soluțiile software destinate realizării și exploatării de hărți digitale. Legătura esențială cu hiper-domeniul CAD o constituie faptul că majoritatea hărților sunt realizate cu grafică vectorială (deci similar desenării 2D), și de aceea unele medii CADD (precum AutoCAD și MicroStation) constituie platforme pe care se „clădesc” soluții GIS. Cu amendamentul că aici vom fuziona frecvent în materialul cartografic și imagini raster (bitmap), provenind din scanarea de hărți sau din fotografierea aeriană/satelitară. Însă ceea ce diferențiază esențialmente GIS-ul de CAD este funcția de analiză, foarte pregnantă aici: de cele mai multe ori proiectul geo-informatic nu este realizat pentru tipărire/publicare ca material cartografic pur, *per-se*, ci pentru a analiza anumite aspecte, iar pentru a identifica și evidenția acele aspecte se implică atât pozițiile și formele entităților geo-spatiale (~CAD), cât și atributele lor descriptive, textuale. Și așa am ajuns la cea de-a doua mare diferență a GIS-ului: faptul că fiecare entitate vectorială are asociat un pachet de informații alfa-numerice. Se poate spune, urcând la următorul nivel, că fiecărei clase de entități grafice i se asociază un tabel de date, iar aceste date vor putea participa la analize într-o manieră similară interogărilor specifice bazelor de date (SQL sau QBE, Query by Example).

Câteva soluții de referință: ESRI ArcGIS;

AutoCAD MAP 3D; Intergraph GeoMedia, Intergraph G/Technology; MapInfo; Bentley OpenCities Map; GeoConcept; GE Smallworld; QGIS (Quantum GIS). Dar aici trebuie neapărat să includem și aplicația web pe care cu toții o avem instalată pe smartphone: Google Maps.

Mai reținem faptul că în categoria GIS sunt uneori incluse și software-urile de procesare cartografică (gen Global Mapper, Golden Software Surfer) și cele de prelucrare/analizare a imaginilor satelitare (ER Mapper/ERDAS; PCI Geomatica; TerrSet/IDRISI; ENVI).

Exemple scurte de analiză GIS: • selectează terenurile cu suprafața mai mare de 2 hectare; • selectează clădirile din beton construite înainte de 1977; • identifică imobilele rezidențiale care se află la mai mult de cinci kilometri distanță de spitalele din metropolă; • stabilește cea mai scurtă cale rutieră între două locații geo-spatiale; • evidențiază entitățile situate la altitudine mai mare de 500 m; • identifică toate drumurile care se intersectează cu rețeaua hidrografică din județ; • evidențiază orașele din țară care au peste 100.000 de locuitori; • evidențiază zona buffer susceptibilă din jurul râului poluat accidental; ș.a.m.d..

● **ECAD & EDA** (Electrical CAD; Electronic Design Automation). Aici s-au manifestat în timp o serie de soluții informatice care se pot grupa astfel: (1) proiectarea de scheme electronice; (2) proiectarea de circuite imprimate (PCB) aferente schemelor electronice; (3) simularea internă (la nivel de componentă electronică/electrică); (4) analiză/verificare de semnal (simularea la nivel de circuit); (5) proiectarea de echipamente electrice; (6) proiectarea de instalații electrice. Și menționăm câteva nume: Cadence Design Systems (OrCAD/PSpice); Mentor Graphics / Siemens (ModelSim); Synopsys; Zuken (Cadstar); AutoCAD Electrical; EPLAN; DesignSpark.

Și, la final, ne folosim de ECAD pentru a încheia articolul nostru într-o sugestivă notă integratoare. Mai toate produsele conținând circuite electrice au și o parte mecanică (protecție, suport), și multe dintre produsele de sorginte mecanică includ astăzi multă electronică, așa încât vom remarca faptul că uneori mediul software MCAD poate include și module/funcțiuni ECAD, de integrare electric-mecanic, pentru pozarea și conectarea de echipamente electronice (modelate 3D), pentru rutarea cablurilor electrice, ș.a.m.d.. ■

● **Plant Design** – se referă la soluțiile informatice profilate pe proiectarea uzinelor, și în principal a celor cu circuite de fluide (precum rafinăriile de petrol, combinatele chimice, centralele de termoficare, fabricile de băuturi, etc). Este deci un domeniu AEC particular. Aici



STOCAREA DATELOR LA CELE MAI ÎNALTE STANDARDE DE SECURITATE

SERVICII DE DATA-CENTER

adaptabile oricărei afaceri, cu protecție ridicată pentru infrastructura esențială a companiei:

- Cel mai înalt nivel de securitate a datelor
- Fiabilitate operațională
- Reducerea costurilor
- Rețele scalabile de date și internet
- Asistență promptă
- Spații private pentru medii mai mari



GTS Telecom este un furnizor integrat de soluții și servicii de telecomunicații, cu o experiență de peste 25 de ani pe piața din România.

Prin cele două centre de date proprii, în București și Cluj, și două platforme virtuale, compania oferă cele mai înalte standarde de calitate în servicii de telecomunicații, Data Center și Cloud.

CONTACTAȚI-NE

Str. Izvor 92-96, București | office@gts.ro
+40 312 200 200 | www.GTS.ro

DATA CENTERS

BUCUREȘTI - Electromagnetica Business Park
CLUJ - Liberty Technology Park, Clădirea D

TEHNOLOGIE

CAD: proiectare asistată de calculator

Gama de soluții software CAD existente pe piață se arată măricică, și este firesc să fie așa la o jumătate de secol de la apariție. Oricare dintre noi poate găsi ceva potrivit pentru a schița domestic o piesă de mobilier de făcut pe comandă, dar un IMM folosește altceva la proiectarea de dulapuri metalice. Un fabricant OEM produce componente electrice după specificații date; arhitectul proiectează altfel clădirile; un producător de automobile are propriile necesități; iar proiectarea de avioane/vapoare ridică alte cerințe. Dispersie avem și în privința costurilor: pornind de la soluțiile gratuite (pentru schițare sau pentru vizualizare), trecând prin prețurile modice ale soluțiilor CADD 'entry-level' și prin cele intermediare ale segmentului 'mid-range', și până la aplicațiile 'high-end', care lucrează de regulă în conjuncție cu alte software-uri specializate (CAE, CAM, PDM).

 **Mircea Băduț**

De la desenare la proiectare și modelare

Vă propun să ne apropiem de subiectul acesta înțelegând prin ce anume diferă un software CAD de aplicația de grafică pe care mai toți o avem pe undeva pe PC-ul desktop sau notebook (distinctă sau integrată în suita de aplicații 'office'). Da, când avem de schițat repede un raft sau de găsit un aranjament optim al mobilierului, o aplicație precum Microsoft PowerPoint, Microsoft Publisher, Apache OpenOffice Draw sau LibreOffice Draw ne este suficientă și nici nu cere abilități deosebite (pentru că vom lucra direct și intuitiv). Dar când/dacă este nevoie de mai mult, va trebui să căutăm o soluție software mai specializată (iar uneori foarte specializată). Însă ce are specific software-ul CAD? Ce are el în plus ori altfel decât aplicația de grafică 'office'?

În primul rând, software-ul CAD **lucrează în mod vectorial**, adică entitățile grafice sunt construite prin definiții geometrice (linia se



definește prin cele două capete, cercul prin centru și prin rază, etc) ci nu prin punctele constituente vizual, așa cum s-ar întâmpla în grafica rasterială/bitmap. Da, și aplicațiile de grafică 'office' lucrează vectorial, însă în ele noi interacționăm vizual, ci nu controlând explicit parametrii geometrici care definesc elementele grafice. Reținem că definirea vectorială a graficii constituie premisa cheie pentru modificări ulterioare ale proiectului și pentru analize/operații ingineresti specifice (CAE, CAM).

În al doilea rând, aplicația CAD lucrează cu dimensiunile reale ale entităților proiectate (și în unitățile de măsură standard), indiferent că este vorba despre o rotiță dintr-un ceas de mână sau de un pod peste fluviu. Avem aici o diferență esențială față de aplicațiile 'office', care lucrează totul la nivelul paginii de document destinat tipăririi/publicării/exportării.

Apoi urmează o serie de facilități specifice importante: • lucrul pe straturi (entitățile grafi-

ce se distribuie/organizează pe straturi, după criterii practice); • funcțiile de editare/modificare și de agregare a entităților geometrice (oglundirea, multiplicarea regulată, tratarea colțurilor/intersecțiilor, etc); • folosirea de blocuri (entități grupate și reinserabile multiple, asociate intern cu atribute textuale); • cotarea (înscrisura pe desen a dimensiunilor necesare în proiect); • hașurarea (umplerea cu modele a unor zone speciale din desen); • opțiuni de vizualizare a proiectului (zooming, panning, ascunderea/revelarea straturilor); • compozițiile de tipărire/publicare la scară (corelarea dimensiunilor reale ale proiectului cu cele particulare ale foii de document); • etc.

Ar putea urma facilitățile de proiectare tri-dimensională (3D), acolo unde schița 2D sau desenul tehnic digital nu sunt suficiente.

Plus o mulțime de facilități particulare, precum: folosirea desenelor referință externă (XRef), inserarea de imagini raster în desenul

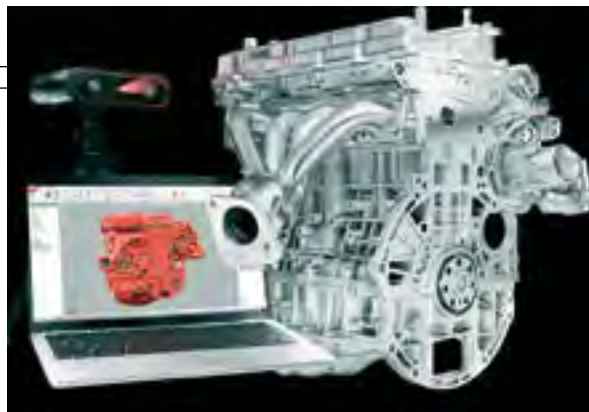
Acronime din domeniul proiectării asistate de calculator:

CAD	- Computer Aided Design (proiectare asistată de calculator)
CADD	- Computer Aided Design & Drafting (proiectare și desenare asistate de calculator)
CAE	- Computer Aided Engineering (inginerie asistată de calculator)
CAM	- Computer Aided Manufacturing (fabricație asistată de calculator)
FEA	- Finite Element Analysis (analiză cu elemente finite)
MCAD	- Mechanics Computer Aided Design (proiectare asistată de calculator pentru sisteme mecanice)
ECAD	- Electronics Computer Aided Design (proiectare asistată de calculator pentru circuite electronice)
EDA	- Electronic Design Automation (automatizarea proiectării de circuite electronice)
PDM	- Product Data Management (managementul datelor despre produs)
PLM	- Product Life-cycle Management (managementul ciclului de viață al produsului)
AEC	- Architecture, Engineering and Construction (arhitectură, inginerie și construcții)
BIM	- Building Information Modeling (modelarea informațiilor despre clădire/construcție)
GIS	- Geographic Information System (sistem informatic geografic)

vectorial, modelarea cu solide sau cu suprafețe specifice 3D; vizualizarea „umbrită” a proiectelor 3D (randarea); geo-localizarea proiectelor (AEC, GIS), norii de puncte 3D, managementul proiectelor mari; facilitățile de colaborare (accesare/diseminare a proiectelor); programarea de aplicații rulabile în platforma/mediul CAD, ș.a.m.d..

Aplicări concrete

În preambul am încercat să sugerez un pic caracterul „diagonal” al pieței CAD, însă în practică lucrurile sunt și mai variate. Ne-am putea întâlni cu o mulțime de situații concrete în care oamenii au nevoie de asistență informatică atunci când trebuie să deseneze/proiecteze ceva. Mai ales când este vorba de proiecte tehnice profesionale, adică implicând precizie, coerență și eficiență. Da, știm (sau putem lesne afla) că există aplicații CAD care se pot folosi în majoritatea situațiilor: este vorba de software-uri generice precum AutoCAD sau MicroStation (cu prețuri medii) sau de aplicațiile „mezine” din familia IntelliCAD/OpenDWG/ODA (cu prețuri foarte accesibile). De asemenea, avem și aplicații CAD de tip servicii internet (SaaS), precum SketchUp. (Reținem faptul că software-urile CAD comerciale instalate pe PC-ul desktop/notebook pot fi procurate cu licență perpetuă sau cu abonament anual/periodic.) Ei bine, astfel de soluții CAD generice – deși pot fi utilizate într-o mulțime mare de situații practice – devin ineficiente sau chiar nepotrivite în situațiile în care sunt importante anumite facilități particulare asociate specializărilor tehnice (mecanică, geotehnică, cartografie, arhitectură, instalații pentru fluide, circuite electrice, electronică, etc), situații pentru care există aplicații dedicate. De asemenea, pentru proiectarea prin modelare tridimensională găsim pe piață software-uri foarte bine adaptate (vedeți subdomeniile MCAD și BIM), mult mai potrivite decât soluții-



le generice, și la prețuri comparabile.

Pe lângă specializarea pe domenii profesionale, în sfera CAD mai avem și aplicările adiacente, pentru care există soluții informatiche dedicate: • pentru analize tehnico-ingineresti care studiază funcționabilitatea viitoarelor produse (prin simulări cinematice și dinamice) sau care ajută la stabilirea dimensiunilor structurale (analizele de tip FEA studiază forțele/tensiunile care apar în porțiuni cheie ale produselor proiectate), ambele tipuri de analize subsumându-se domeniului CAE; • pentru pregătirea fabricației (prin simularea și optimizarea operațiilor de așchiere a metalelor sau de turnare în matrițe a metalului topit sau a masei plastice în stare fluidă), aplicare constituind domeniul CAM.

Deseori soluțiile de asistență informatică pentru proiectarea și fabricarea produselor (soluții care integrează organic proiectarea/conceperea cu procesele adiacente/complementare) se diversifică atât în privința specializării tehnice cât și în privința nivelului de complexitate/performanță. Software-urile adiacente se vor folosi fie în mod separat (abordare mai economică dar mai lentă), fie prin conlucrare dinamică (în configurații integrate, de tip PLM, mai performante). Desigur, exigențele se ridică acolo unde converg mai multe cerințe privind proiectul: tehnico- funcționale (primare), de eficiență a produsului (precum consumul de energie, la automobile, avioane, electro-casnice, etc), de greutate redusă, de gabarit, de estetică, de protecție a mediului, de administrare, de timp (timpul de la proiectare

până la apariția pe piață), de costuri de proiectare/fabricație, ș.a.m.d., iar astfel de criterii pot fi urmărite/impuse și cu ajutorul soluțiilor din familia CAD.

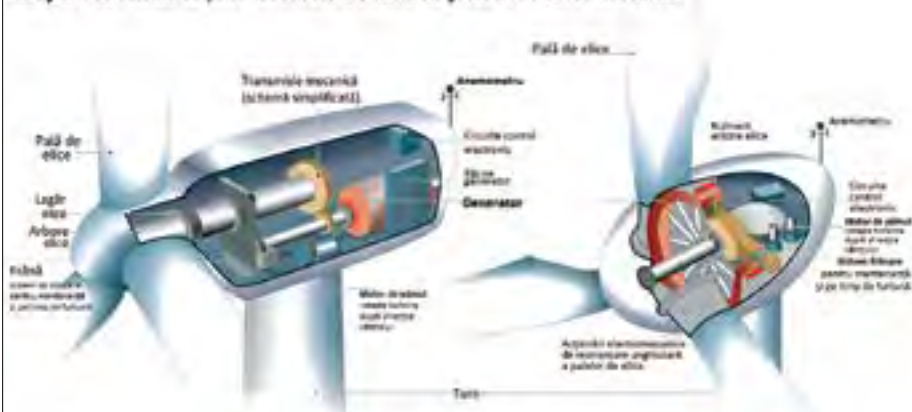
Un mic exemplu: proiectantul unei turbine eoliene va recurge la asistență informatică în primul rând pentru concepția primară și va trebui să determine incipient diametrul elicei necesar pentru a produce cantitatea de energie electrică vizată prin proiect, însă apoi trebuie să afle cât de groase să fie palele elicei pentru a rezista mecanic. De fapt, aici specialiștii vor avea de împăcat mai multe cerințe (mecanice/fizice, de stabilitate, de reziliență, de performanță, de conversie a rotației în energie electrică, de mentenanță, etc) și pentru mai toate componentele turbinei (turn/pilon, nacelă/carcasă, elice, pale, rotor, arborele/axul rotorului, reductorul mecanic, generatorul electric, circuitele electrice, mecanismul de reorientare pro-eoliană, mecanismul de rotire a paletelor, frâna mecanică, etc). Concluziv spus, în situațiile serioase proiectarea nu înseamnă doar desen, deși de acolo se începe.

Am subliniat anterior două aspecte specifice CAD-ului: parametrizarea entităților grafice și facilitățile de modificare a desenului/proiectului. (Ele sunt și oarecum legate: faptul că elementele grafice sunt controlate prin parametri ne garantează că putem oricând reveni la aceștia spre a modifica forme și dimensiuni.) Și iată două scenarii prin care înțelegem cât de importantă este modificabilitatea proiectului: (1) dacă în faza de analiză a rezistenței mecanice (realizată cu software/facilități FEA/CAE) se dovedește că o porțiune a obiectului proiectat nu face față solicitărilor, atunci se revine în modelul 3D al obiectului pentru a se modifica dimensiunea acelei porțiuni, pentru a rezista cu bine; (2) când se proiectează un model nou dintr-o linie de produse (automobilul ce va fi lansat anul viitor, să zicem) se folosește proiectul digital al modelului anterior, la care mai toate ajustările (optimizări, adaptări la norme, etc) se realizează virtual prin modificări de parametri, de forme, de proprietăți, ș.a.

O eventuală continuare, în loc de încheiere

Am încercat să nu intru aici în detalii privind soluțiile CAD existente (inclusiv în detalii nominale), așa încât, pentru eventuală documentare vă recomand și articolul 'Piața software-urilor CAD' pe care l-am scris pentru revista Market Watch din ianuarie 2021 (http://www.marketwatch.ro/articol/17194/Piata_soft-ware-urilor_CAD/). ■

Secțiuni schematice prin turbinele eoliene cu și fără reductor mecanic



TEHNOLOGIE

Software CAD entry-level

Nu la mult timp după apariția aplicațiilor software destinate proiectării tehnice generice (Computer Aided Design & Drafting) s-au ivit pe piață și aplicații CADD entry-level, reliefându-se o nișă pentru soluții mai ieftine (cu prețuri mult mai mici decât aplicațiile profesionale consacrate, sau fiind chiar gratuite) dar având totuși aplicabilitate pentru o multitudine de situații practice.

 **Mircea Băduț**

Un nou segment de piață

Dacă până în anul 1980 domeniul CAD era reprezentat doar de aplicațiile software gen CATIA și Unigraphics rulând pe așa-zisele 'stații grafice' (microcalculatoare puternice, cu sistem de operare UNIX), odată cu răspândirea calculatoarelor de tip PC piața avea să cunoască o democratizare și o diversificare semnificative. Iar dacă aplicațiile menționate aveau o destinație destul de strictă (proiectare de automobile, avioane, nave, instalații uzinale, etc), odată cu apariția software-urilor pentru 'calculatoare personale' se ivea o categorie nouă: software-uri CAD generice (referite adesea cu acronimul CADD), adică aplicabile în mai toate domeniile de proiectare tehnică. Prima apariție semnificativă în acest nou segment de piață a constituit-o software-ul AutoCAD (Autodesk, 1982), urmată de MicroStation (Bentley, 1985). Însă curând aveau să apară și aplicații CADD mai ieftine și mai restrânse ca funcționalități (TurboCAD-ul și DesignCAD), revelând subsegmentul 'CAD entry-level'. De altfel, și cei doi producători fanion (Autodesk și Bentley) vor lansa câte o linie de produse pentru această nișă: AutoCAD LT (1993) și respectiv PowerDraft (1994).

Dar probabil că cea mai interesantă „revoluție” în sensul accesibilității a fost cea determinată în ultimul deceniu al mileniului trecut de influența cerscândă a conceptului 'open-source' (de cvasi-gratuitate) venit din ecosistemul Linux. Însă, întâmplător sau nu, reforma începea cu lansarea în 1998 a software-ului Visio IntelliCAD, care se dorea o clonă ieftină de AutoCAD (rulând pe sistemul de operare Windows). Valurile provocate atunci au determinat actorii majori ai pieței să cadă de acord înspre relaxarea licențierii de proprietate intelectuală,



și astfel s-au constituit alianțele OpenDWG (1998, devenită ulterior Open Design Alliance) și respectiv ITC (IntelliCAD Technology Consortium - 1999).

Privind retrospectiv, putem spune că rezultatul acelor frământări ale pieței CAD a fost apariția mai multor linii de produse CADD înrudite (și similare), precum: 4MCAD, ActCAD, ArCADia, BricsCAD, CADian Pro, CADopia, DraftSight, GstarCAD, IronCAD, midas CAD, MicroSurvey CAD, PriMus-CAD, progeCAD, Right-CAD, StabiCad, Trimble EC-CAD, ZWCAD. (Eventual vedeți și articolul meu din revista 'Market Watch' nr. 231/2021.)

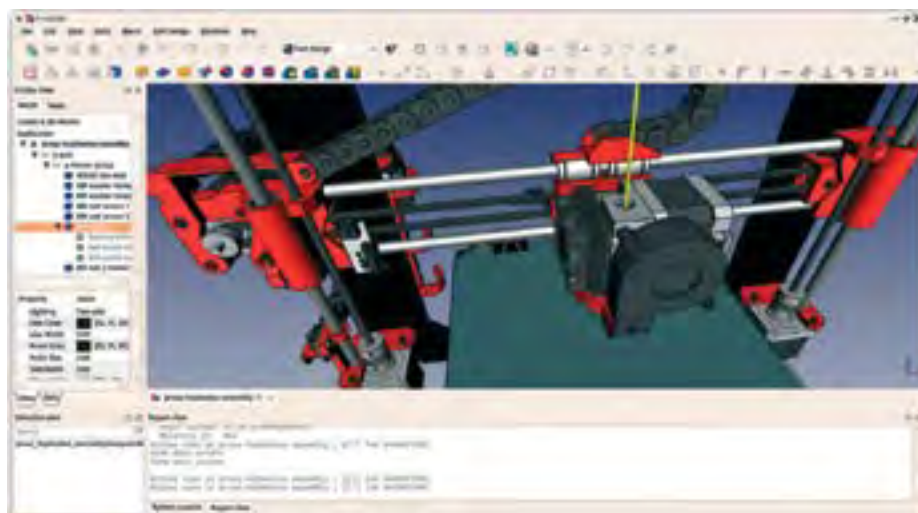
Aspecte mai concrete

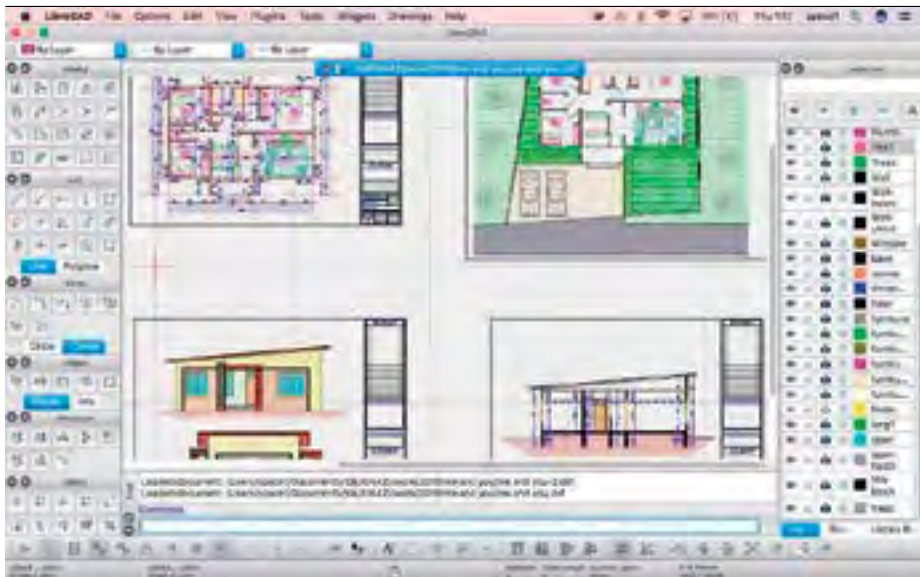
Reformulăm, pentru o clarificare privind elementul nodal menționat: acum 'IntelliCAD' nu desemnează un software, ci un trunchi pentru o familie de produse software comerciale dezvoltate de diverse companii afiliate la ITC.

Și subliniem aspectul cel mai important: mai toate software-urile emanate din trunchiul IntelliCAD au comenzile de lucru similare (în cvasi-totalitate) cu cele folosite în AutoCAD (mediul CAD de referință din domeniu) și lucrează nativ cu fișierul desen de format DWG, creat de firma Autodesk pentru AutoCAD. (În paranteză menționăm că există și software-uri având o similitudine cu AutoCAD-ul destul de substanțială în privința comenzilor de desene, însă care nu provin din această alianță, un exemplu ilustru fiind Rhinoceros.) La capitolul similitudini trebuie adăugat și AutoLISP-ul, ca limbaj de programare util pentru a construi mici aplicații rulând în mediul IntelliCAD/AutoCAD. Însă în cele ce urmează prezentăm succint câteva aplicații software din afara trunchiului IntelliCAD.

• SketchUp – schimbări de paradigmă

În anul 2000 apărea un software CAD bazat eminamente pe 'direct modeling', con-



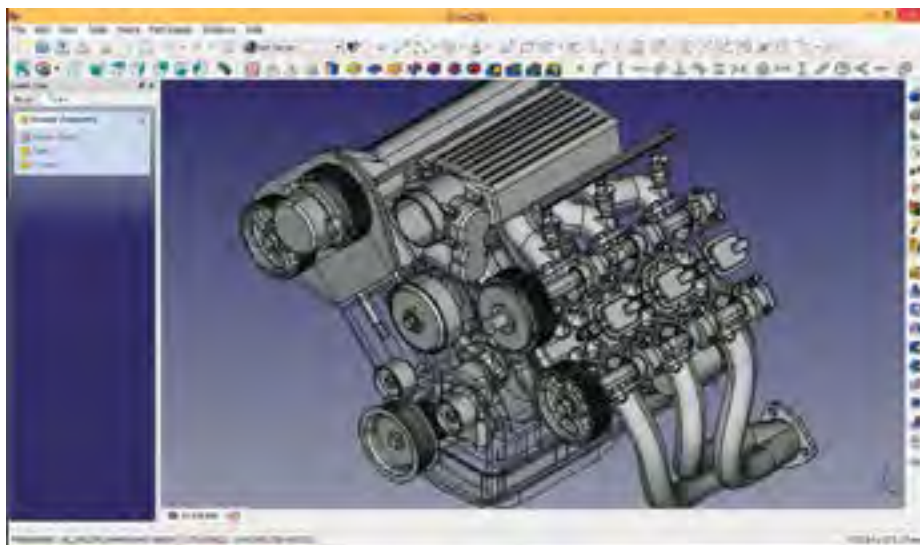


ceptul ce amenința, la început de mileniu, să reformeze paradigma modelării tridimensionale profesionale (devenită clasică în Mechanical Computer-Aided Design). Însă, dincolo de reforma internă, pentru utilizatori o schimbare mai radicală o prezentau atunci aspectul interfeței și modul de interacțiune în spațiul virtual de proiectare 3D (foarte simplificate și intuitive), care nu se conformau „liniei profesionale” MCAD și/sau CADD. În anul 2006, SketchUp a fost cumpărat de Google (ca unealtă pentru Google Earth și mai apoi pentru Google Maps) și pentru câțiva ani el a fost pus la dispoziție gratuit (până în 2012, când a fost cumpărat de compania Trimble). Astăzi SketchUp există atât în variante comerciale (ca versiuni desktop & web și respectiv cloud), cât și într-o variantă gratuită (SketchUp Free, care este versiune web).

• LibreCAD și FreeCAD

Desigur că soluțiile CADD gratuite nu se pot ridica la nivelul celor comerciale în privința facilităților de lucru (nivelul de detalii din pro-

iect, mărimea proiectului, eficiența anumitor operații/abordări, specializări diverse), dar există adesea situații în care și ele pot fi utile. La prima vedere, aceste două soluții CADD – provenind de la www.freecadweb.org și respectiv de la librecad.org – se prezintă ca fiind destul de capabile (raportat la cost) și destul de conforme cu uzanțele actuale, inclusiv în domeniile profesionale gen IMM. Amândouă pun la dispoziție versiuni pentru sistemele de operare Windows, Linux și MacOS, și au interfețele adaptate în foarte multe limbi (inclusiv în limba română). Amândouă oferă oarece suport tehnic și resurse documentare extensive. Aplicațiile LibreCAD și FreeCAD includ funcțiile de bază pentru desenare și proiectare 2D și 3D, iar FreeCAD are în plus câteva facilități de configurare 3D și de generare a animațiilor. Tot de partea lui FreeCAD notăm și câteva facilități specifice aplicării în arhitectură/construcții (biblioteci de simboluri, modelare BIM, devize de materiale). FreeCAD oferă funcții de 'project management', iar LibreCAD oferă facilitatea



de lucru cu șabloane de proiectare. Amândouă permit dezvoltarea de mici aplicații (API). Amândouă lucrează consistent cu straturile, și amândouă includ funcții pentru cotare. Pe de altă parte, amândouă au dificultăți în a lucra cu DWG-uri sau cu desene referință-externă, însă – amintindu-ne prețul – realizăm că nu are rost să le comparăm cu soluțiile CADD comerciale.

• Rhinoceros – costuri rezonabile și forme stilate

Pentru acele situații CAD în care accentul cade pe suprafețe libere – cu forme nereductibile la geometriile 3D primitive știute (paralelipiped, piramidă, con, cilindru, tor, etc) – software-ul 'Rhino 3D' se arată ca o recomandare serioasă. Deceniile de experiență ale soluției de la Robert McNeel & Associates, arhitectura sa deschisă (mulțimea de *plug-in-uri* terțe) și existența versiunilor pentru platformele Windows/PC, Mac OS X și iOS/Apple, toate contribuie la statutul său. Dar la succesul acestuia conlucrează substanțial și Grasshopper, soluție de programare vizuală și de modelare parametrică ce comple(men)tează Rhino-ul.

În loc de încheiere

Spre final trebuie să menționăm (așa cum am făcut-o și în recenziile altor categorii de aplicații software), că există (și probabil vor exista tot mai multe) situații în care soluțiile CAD rezidă total/partial în 'cloud' (ca servicii pe serverele internet ale furnizorilor) fiind deci încadrabile în categoria SaaS, și având costurile gestionabile ceva mai flexibil. Și apropo de costuri, trebuie spus că în ultimul timp licențele pentru software-urile mai scumpe se plătesc tot mai mult prin abonament (fracțiuni de preț periodice, eventual proporționale cu numărul de module utilizate efectiv din pachetul CAD, în loc de suma completă pentru licența perenă).

Trebuie să spunem și faptul că, la extremitatea mai dinamică și mai nepretențioasă a pieței, există și aplicații CAD pentru dispozitivele mobile cu sisteme de operare Apple iOS sau Google Adroid (smartphone și tabletă), doar că ele au facilități mult mai restrânse, fiind utilizate mai ales pentru vizualizarea desenelor/proiectelor tehnice și pentru adnotare colaborativă (adică pentru inserarea de observații, confirmări de concepte, recomandări de ajustare, rapoarte sintetice, avizări) și doar rareori pentru mici editări. Exemple: AutoCAD (DWG Viewer & Editor), DWG FastView-CAD, ZWCAD Mobile, CAD Reader-Fast, ARES Touch, Etoolbox Mobile CAD Viewer, SchemataCAD, eDrawings, SketchUp Viewer, CAD Assistant, CAD Exhager, OnShape 3D CAD, etc. ■

Micro-clinică la purtător

În urmă cu șase-șapte ani își luau avânt tehnologiile senzorilor bio-metrici integrați în ceasuri și brățări, iar între timp acestea au devenit disponibile pentru comercializare largă. Pe lângă această tot mai ridicată accesibilitate, dispozitivele mobile cu funcții de monitorizare a stării de sănătate au început să fie luate în calcul serios ca instrumente adjuvante la diverse terapii medicale (pentru urmărirea stării pacienților sau a convalescenților). Pe de altă parte, în ultimul timp apar extinderi ale facilităților medico-sanitare, pe care ne așteptăm să le vedem în curând pe piață. ✍️ **Mircea Băduț**

Prima decadă

Deși primele ceasuri de mână capabile să măsoare ritmul inimii au apărut la sfârșitul anilor 1980 (folosind senzori optici), iar în deceniul următor apăreau experimental ceasuri capabile să măsoare presiunea sanguină (folosind semnale electrice), propagarea largă a tehnologiilor portabile de monitorizare medicală a avut loc odată cu conectarea acestora la smartphone-uri, adică în ultimul deceniu. Pentru dispozitivul *wearable* al acestei decade (fie el smartwatch sau fitness-tracker), monitorizarea unor funcții fizico-medicale



ale purtătorului s-a realizat printr-o metodă optică simplă în principiu: o mică sursă de lumină verde (de la un LED montat pe dosul ceasului, respectiv în contact cu mâna omului) emite o rază ce pătrunde sub piele, iar de acolo ea se întoarce pentru a fi citită de un senzor optic aflat în cam același loc, și transmisă mai departe smartwatch-ului. Felul în care lumina captată este influențată de activitatea țesuturilor pe care le străbate (deci având loc un fel de modulare a luminii) poate furniza indicii despre funcționarea organismului, și în primă instanță privind ritmul cardiac. (La dezvoltarea uneia dintre aceste familii de senzori a participat și fizicianul român Cristian Presură, la Philips Research.) Așa cum ne putem imagina, dificultatea a constat inițial în a găsi cele mai bune soluții pentru sursa

de emisie a luminii (care lumină trebuie să pătrundă subcutanat). Probabil că senzorul optic, circuitele de condiționare a semnalului, și consumul electric au fost și ele aspecte dificile. Dar cheia aplicării rezida și în algoritmii de prelucrare și de interpretare a datelor, sens în care a contat atât o minimă inteligență la nivelul ceasului, cât și colaborarea cu o aplicație specifică smartphone-ului (plus eventual angajarea unor resurse existente în *cloud*-ul furnizorilor). Și notăm că inițial perechea 'LED-senzor' era proiectată să lucreze într-un domeniu restrâns al spectrului de lumină (lumină verde cu lungimea de undă de 530-570 nanometri). Dar deja în 2017 erau prezentate lumii primele soluții mobile lucrând într-un domeniu mai larg al spectrului electromagnetic, și care așteptau nerăbdătoare să se miniaturizeze suficient pentru a fi integrate în ceasuri și brățări digitale pentru monitorizarea facilă a anumitor parametrii bio-chimici ai corpului uman (la nivel cutanat și sub-cutanat). O astfel de soluție consta într-un spectrometru cu senzor optic lucrând în subdomeniul de infra-roșu (750-1050 nm; 1150-2500 nm).

Dezvoltări recente

Probabil că primul spectrometru mobil de uz larg a fost cel integrat în iPhone-ul prezentat la Photonics West în ianuarie 2017. Dacă pe atunci compania Apple folosea un cip cu funcție de spectrometru

Din punctul de vedere al citirii semnalului optic dispersat în gama cromatică respectivă, există două arhitecturi de spectrometre (fiecare abordare având avantaje și dezavantaje):

- *lumina dispersată este citită dintr-o dată de un tablou de detectori (senzorul are mai mulți detectori de fotoni, pentru mai multe porțiuni ale spectrului de lumină);*
- *senzorul are un singur detector (punctual), care va citi pe rând lungimile de undă analizate (adică realizându-se o scannare secvențială).*

În cazul spectrometrelor miniaturale (mobile) cu detector punctual, distribuirea dinamică a luminii dispersate cromatic se poate realiza printr-un pachet de micro-oglinzi digitale integrate într-un MEMS.



de la Si-Ware Systems (NeoSpectra Micro), în anul 2021 aflam despre alianța sa cu Rockley Photonics, care a creat un senzor special pentru a fi purtat la încheietura mâinii, un senzor optic miniaturizat, capabil să furnizeze o monitorizare continuă și noninvazivă a unor biomarkeri esențiali pentru sănătatea organismului. Spre deosebire de senzorii clasici, acesta poate genera, dintr-un singur cip de siliciu, mai multe semnale laser discrete acoperind un spectru optic larg. Devine astfel posibilă o analiză noninvazivă a sângelui, a lichidelor interstițiale și ale straturilor de piele, în căutarea componentelor bio-chimice și a fenomenelor fizice de interes din perspectivă medicală, componente care până acum se revelau doar cu echipamente de laborator. Împreună cu aplicația informatică asociată (instalată pe smartphone) și cu datele și algoritmi din servicii/serve cloud (unde eventual are acces și medicul curant), astfel de senzori – aflați în contact cu pielea umană prin poziția lor pe dorsala ceasului de la încheietura mâinii (sau pe interiorul unui inel, precum în cazul lui Oura) – alcătuiesc o unealtă cu care putem monitoriza o mulțime de parametrii organici, precum temperatura corpului,

presiunea sanguină, nivelul de hidratare a organismului, concentrația de alcool, concentrația de lactate din sânge, nivelul de glucoză, saturația de oxigen (SpO_2) și mulți alții.

Intrând un pic în detaliile (și în provocările) tehnice, aflăm că un aspect esențial în arhitectura cuplului 'sursă-senzor' îl constituie necesitatea de a sigura o putere optică de cel puțin câțiva miliwați pe fiecare canal de frecvență, altfel neputându-se atinge raportul de semnal-zgomot necesar pentru analiza semnalelor, chestiune ce nu este ușor de rezolvat în contextul miniaturizării impuse pentru un dispozitiv atât de portabil și de discret.

Monitorizarea continuă a parametrilor bio-medicali poate beneficia de implicarea unor algoritmi de 'machine learning', atât pentru identificarea și exploatarea unor modele/comportamente generice (aspecte bio-chimice și profile dinamice caracteristice speciei biologice), cât și pentru identificarea unor aspecte

particulare ale individului, ceea ce deschide perspective pentru informatizarea domeniului medical/sanitar.

Integrarea de astfel de tehnologii opto-electronice în dispozitive portabile cvasi-permanent devine utilă și pentru monitorizarea stării pacienților în fazele critice ale tratamentelor de cancer (în chimio-terapie), pentru că se pot astfel urmări în mod continuu nivelul de hemoglobină, metabolismul bio-chimic și chiar răspunsul tumorii, iar rezultatele monitorizării ajută medicii să ajusteze mai eficient tratamentul. (De exemplu, dacă după chimio-terapie scade concentrația de deoxihemoglobină, atunci tumoarea răspunde la tratament.)

Utilitatea unor astfel de funcții bio-medicale (integrate la purtător) ne este deja evidentă, astfel că viitorul acestui segment de piață – corelat cu perspectivele firești privind performanța și miniaturizarea componentelor electronice – nu poate fi decât optimist. ■



TEHNOLOGIE

Sunetul digital

Despre dificilul urcuș al sunetului digital pe culmile *High-Fidelity*-ului. Sau de ce audiofilii încă preferă discurile vinil

Pionierat digital dinspre analogic

În curând se vor împlini patru decenii de la ivirea pe piață a CD-ului. Și iată un aspect interesant în acele origini: deși PC-urile apăruseră de câțiva anișori, în multe case digitalul nu a intrat prin vreun calculator personal, ci prin Compact-Disk-ul audio. La început CD-ul a fost proiectat (prin colaborarea dintre firmele Philips și Sony) ca suport fizic pentru stocarea muzicii, adică a sunetelor, pe care omul le percepe în format analogic. Față de mijloacele de stocare ale acelor ani (banda magnetică și discul de vinil), suportul digital aducea două avantaje semnificative: (1) putea fi recitat de foarte multe ori, la calitate constantă (un argument convingător, știind că suporturile analogice se degradează cu fiecare redare), și (2) nu adăuga un zgomot de fond propriu (așa cum făceau suporturile analogice). Însă, pe linie de marketing, conceptul CD-DA promitea și o calitate foarte bună a înregistrării muzicale, ceea ce s-a dovedit a nu fi chiar adevărat. Derivat din acest Compact Disc Digital Audio, în anii 1988-1989 se ivea CD-ROM-ul, suportul de informație eminamente digital (destinat stocării de fișiere), care ulterior avea să dea naștere celui alt concept esențial al liniei, DVD-ul (1995).

Aceste discuri se numesc generic, discuri optice' deoarece stocarea și redarea informației se fac printr-un mecanism/principiu optic: o rază de laser, urmărind un traseu de tip spiră pe suprafața discului, este modulată în amplitudine corespunzător cu informația de înregistrat/citit. Și da, modulațiile razei laser sunt traduceri în lumină ale unor șiruri de biți de informație (0, 1), astfel că – în cazul sunetului – au loc două conversii: una dinspre analogic înspre digital (la înregistrare) și una dintre digital înspre analogic (la redare/ascultare).

Un standard prea puțin ambițios

Pentru câțiva ani și eu (ca simplu iubitor de muzică) am fost nedumerit de un aspect ce apărea evident la anumite audiții de muzică de pe CD. Problema se poate defini astfel: un același album de muzică se aude mai bine de pe disc vinil (redat pe pickup cu doză elec-

tromagnetică) decât de pe CD. Chestiune pe care oricine o poate proba astăzi fără prea mari eforturi. Când m-am dumirit care este cauza acestui paradox (fiind ciudat ca un suport de stocare modern să se dovedească inferior unuia care avea un secol de vechime), am formulat-o succint printr-o glumă pe care doar audiofilii de factură tehnico-științifică ar înțelege-o, pe filieră scandinavă: „Nyquist *n-a lucrat la Brüel & Kjaer!*”

Brüel & Kjaer este o firmă celebră în domeniul cercetărilor din domeniul acusticii, iar Harry Nyquist este cel care a formulat teorema eșantionării semnalelor, teoremă pe care s-au bazat și cei care au definit standardul CD-DA. Ei bine, teorema Nyquist-Shannon spune că pentru a reconstitui un semnal analogic (adică pentru a putea înțelege ulterior semnalul inițial) este suficientă o rată de eșantionare având frecvența dublă față de frecvența maximă a semnalului original. Și cum spectrul domeniului audio (conform cerinței Hi-Fi primare) este de 20-20000 Hz, specialiștii implicați în definirea standardului CD-DA au considerat că o frecvență de eșantionare de 44,1 kHz este suficientă pentru convertirea semnalului sonor analogic în informație digitală. Ceea ce, cum spuneam, s-a dovedit destul de limitativ. Și asta dintr-un motiv simplu: Nyquist se referea la un semnal analogic singular, ci nu la efluviile sonore polifonice pe care le emit instrumentele acustice, care instrumente rareori sunt singure în compoziția muzicală. Iar semnalul trebuia doar înțeles, și nimic mai mult.

Oricum, cele două avantaje amintite inițial de partea CD-DA – plus grija crescândă pentru calitatea înregistrărilor în studiouri – au fost suficiente pentru a asigura pentru câteva decenii succesul de piață al muzicii diseminate astfel.

Pierderi la conversia analog-digital

Convertirea unui semnal analogic în informație digitală (A/D) presupune aplicarea continuă a două procese – (1) eșantionarea și (2) cuantificarea –, procese cumva ortogonale dacă le raportăm la cele două axe ale graficului închipuind semnalul original: timpul și amplitudinea.

Sunetul este un semnal analogic, continuu, și tot continuu este înregistrat pe discul de vinil sau pe banda magnetică. (Oricât de mult am dilata scala timpului – microsecunde, nanosecunde, picosecunde – acolo tot vom găsi o prezență a semnalului.) Acest lucru nu este posibil în mediul digital, așa încât, pentru a fi totuși salvat pe compact-disk, în fiecare secundă a existenței sunetului sunt prelevate 44100 de eșantioane din acest semnal, iar fiecare dintre aceste eșantioane este convertit (prin cuantificare) într-un cod digital (respectiv într-un grup de 16 biți). Acest număr, 44100 (adică 44,1 kHz), doar la prima vedere pare a fi mare, și vom vedea de ce nu e suficient de mare. (Pe de altă parte, dacă în 1982 s-ar fi ridicat prea mult stacheta teoretică, probabil că pătrunderea CD-reader-elor pe piață ar fi fost mult mai lentă.)

Revenim la sunet, și în special la muzică, care este făcută cu instrumente muzicale. Pentru noi, oamenii, sunt două proprietăți ale sunetului prin care putem recunoaște un instrument muzical:

- **Timbrul instrumentului**, definit de sunetele care însoțesc sunetul principal al notelor muzicale (*armonicele* concomitente cu *frecvența fundamentală*). Deși ele sunt, într-un fel, „imperfecțiuni” ale instrumentului (fiind date de formele componentelor și de materialele constitutive), armonicele sunt cele care definesc timbrul inconfundabil al instrumentului.

- **Faza de atac**: momentul de început al unui sunet; intervalul de timp scurs din momentul inițierii fenomenelor acustice (fizico-mecanice) și până la stabilizarea notei muzicale emise (**figura 1**).

(Ambele proprietăți pot fi reprezentate grafic într-un sistem de axe ortogonale *timp* - *amplitudine*, sau *timp* - *frecvență*.)

Neplăcut e că amândouă aceste proprietăți sunt afectate de conversia A/D, și în special de rata de eșantionare. Să vedem de ce!

Timbrul. În muzica unei formații de muzică pop, rock sau jazz se pot manifesta simultan 3-4 instrumente (inclusiv vocea umană), iar în cea simfonică sau de „big-band” se ajunge la zeci de instrumente. Fiecare instrument emite, la fiecare notă muzicală, mai multe frecvențe

de sunet (fundamentală plus armonicile). Mai mult, instrumentele polifonice (pian, chitară, harpă, etc) pot genera concomitent mai multe note (fie emise simultan în acorduri, fie emise succesiv, în arpegii, dar prezente prin *sustain*-ul instrumentului). Un calcul estimativ minimal ne duce la valori de ordinul a 200000 de vibrații pe secundă, vibrații pe care sistemul ar trebui să le capteze. Ceea ce înseamnă că acel 44100 va rata multe dintre acele vibrații.

Atacul. Revin un pic la „gluma” anterioară. Când a definit teorema eșantionării, Harry Nyquist se referise, matematic, la o condiție de suficiență pentru distingerea informației conținute în semnalul analogic, ci nu la un rafinament audiofil. Dacă Nyquist ar fi lucrat pentru Brüel & Kjær, probabil că ar fost un pic mai pretențios în privința reconstituirii *dinamicii semnalelor*. Transpusă în jargon științific, o notă muzicală este un semnal de tip treaptă (vedeți figura 1), iar porțiunea de urcare a semnalului are o pantă foarte abruptă, atât de abruptă încât acele 44100 de eșantioane pe secundă nu vor reuși să o surprindă în toată splendoarea ei muzicală (vedeți **figura 2**).

Urcușul spre Hi-Fi a continuat

Desigur că specialiștii implicați au observat această limitare și au încercat să propună noi standarde și soluții tehnice pentru a obține înregistrări digitale de fidelitate mai înaltă. Astfel, în 1999 a apărut formatul „SA-CD” (Super-Audio-CD), propus (tot de Philips și Sony) ca urmaș al lui CD-DA. Și pentru că piața se dove-

dea reluctantă la schimbare, în anul 2000 a fost lansat și formatul „DVD-Audio”, concomitent cu standardul pentru video. Desigur, principalul argument (și atu) al noilor formate consta în rata de eșantionare mult mai mare (până la 192 kHz, frecvență care avea să devină standard pentru aplicațiile A/D de calitate înaltă). (Deși sunt rare pe piața românească, aceste discuri optice se pot totuși găsi la magazinele pentru audiofili.)

În succesiunea noastră mai notăm, pentru anul 2014, standardul generic „Hi-Res Audio”, propus de JEITA (Japan Electronics and Information Technology Industries Association) ce vizează rate de eșantionare în domeniul 96-384 kHz. De menționat că o implementare HRA printr-un algoritm DSP aplicat la redare (precum DSEE HX de la Sony) poate „îndesi” materialul sonor digitalizat cu acei blamați 44,1 kHz, conferindu-i astfel un bine-venit surplus de finețe audio.

Sunt deci premise ca muzica înregistrată digital să ajungă aproape de finețea discurilor de vinil. Însă în vremurile noastre deja muzica nu mai înseamnă suporturi de stocare dedicate, ci mai degrabă conexiuni la medii de stocare (servere domestice; servicii cloud) sau la servicii de audio-streaming (via internet). Da, muzica se vehiculează mai degrabă ca fișiere sau ca fluxuri media digitale. (Vom observa că în metadatele multor formate audio, inclusiv MP3, nu găsim informații privind rata de eșantionare de la conversia A/D.)

Sunetul de sinteză electronică

În urmă cu o jumătate de secol a început aventura instrumentelor electronice cu clape capabile să reproducă sunetul unor instrumente muzicale clasice: sintetizatoare și orgi, produse de Moog, Sequential, Oberheim, Fairlight, Yamaha, Korg, Roland și alții. (Din anul 1982 avem pe piață și claviaturile MIDI, apte și ele de asemenea modelări, dar direct în format digital.) Conceptul constă în a adăuga la frecvența sunetului ce constituie nota muzicală o serie de armonici sintetice considerate specifice pentru timbrul re-

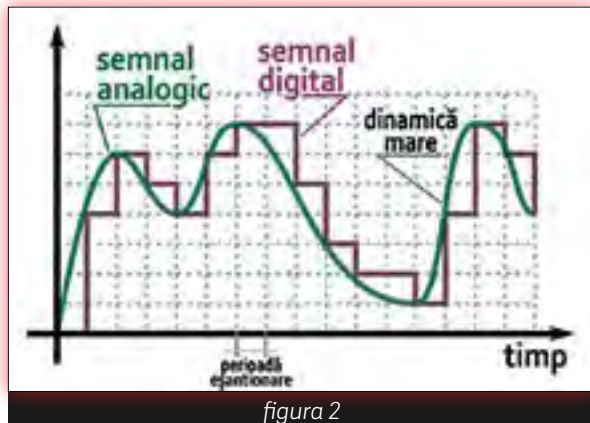


figura 2

spectivului instrument. Însă în această modelare numărul de frecvențe suplimentare este limitat, pe când la instrumentul acustic acesta poate fi, teoretic, infinit. De aceea, oricât de mult am ridica volumul sonor al redării unor instrumente de sinteză, nu vom distinge mai multe nuanțe, așa cum se întâmplă în cazul instrumentelor acustice. (Vorbim de ridicarea volumului deoarece armonicile secundare au amplitudini inferioare fundamentalei.)

Spre final reformulăm ideea esențială: instrumentele muzicale acustice (care emit sunet prin propria vibrație) au potențial audiofil superior instrumentelor electronice de sinteză. Când ascultăm muzică prin intermediul unui sistem audio de calitate (desigur, o muzică bine înregistrată), vom putea recunoaște până și materialul din care este confecționat instrumentul muzical acustic. O altă chestiune esențială: dacă dorim să auzim clar instrumentele din componența materialului sonor, vom aprecia un aranjament muzical aerisit, fără multe suprapuneri, sau doar cu suprapuneri complementare, de instrumente cu timbre/frecvențe diferite și armonizabile.

Și, da, astfel – pe lângă bucuria descoperirii/urmării liniilor melodice și a armoniilor din muzică – putem ajunge la experiențe audiofile deosebite. La instrumentele de suflat vom auzi până și coloana de aer ce se formează chiar înainte de emiterea propriu-zisă a notei. La instrumentele de percuție și de ciupit, pe lângă intuirea materialului (alamă, oțel; lemn moale, lemn tare) și a formelor (muchii ascuțiți/rotunde/multiple; muchii dure/moi; membrane), vom prinde și artefacte sonore manifestate la începutul sunetului (zona de atac), precum atingerile premergătoare sunetului, conferindu-ne senzația că suntem acolo. La instrumentele cu corzi frecate (vioară, violă, violoncel) ne vor înfiora frecvențele care se formează gradual până la definitivarea notei muzicale. Și multe altele...

Mircea Băduț

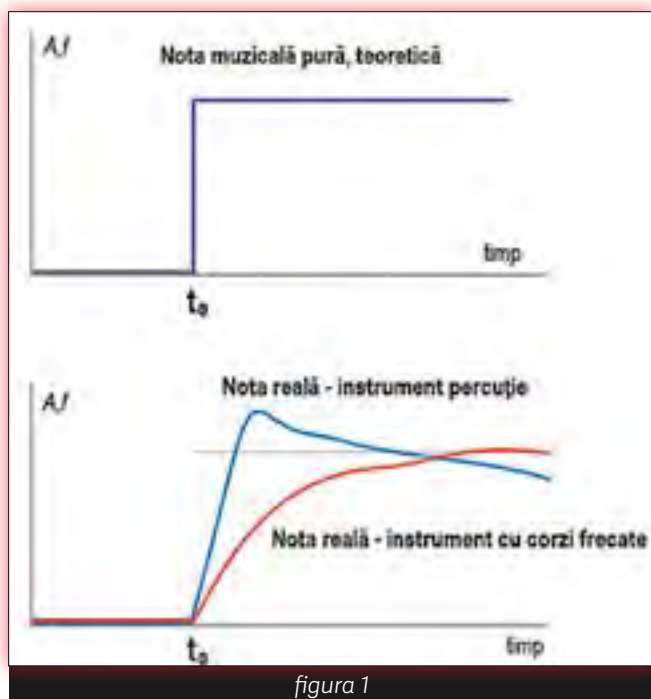


figura 1

TEHNOLOGIE

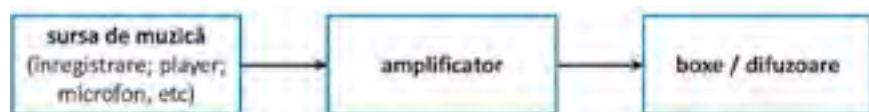
Limite ale electro-acusticii muzicale

Au apus de mulțișor vremurile în care producătorii semnificativi de aparatură audio Hi-Fi (Yamaha, Pioneer, Technics, Denon, Marantz, Philips, Sony, ș.a.) lansau aproape anual câte un produs nou în fiecare gamă (și având simultan în portofoliu mai multe game, pentru segmente de piață distincte). De altfel, și evoluția tehnicii audio a fost lentă în ultimii ani: în afară de inevitabila încorporare a digitalelor (conexiune internet; fișiere/fluxuri audio digitale; conectare digitală de player și smartTV) nu s-a întâmplat mare lucru. Însă echipamentele electro-acustice încă ar mai avea niște vârfuri de cucerit, de genul celor prezentate mai jos.

 **Mircea Băduț**

Preambul explicativ

Știm că pentru a obține o redare fidelă/bună a muzicii contează fiecare componentă a „lanțului” electro-acustic:



Persoanele preocupate mai îndeaproape de aspectele audiției de calitate („audiofilii de speță tehnică”) știu că în acest lanț, „veriga cea mai slabă” o constituie boxele/difuzoarele, pentru că acestora le este cel mai greu să redea efluviile de sunete din alcătuirea muzicii, după cum vom vedea imediat.

Pe de altă parte, în ascultarea muzicii se manifestă și un anume subiectivism: de cele mai multe ori acționăm asupra reglajelor de ton pentru a accentua frecvențele joase și pe cele înalte (vedeți și funcția „loudness”); multe persoane preferă o redare cu un „bas” pronunțat; mai toți ne-am dori un sunet foarte curat, deși încă nu s-a născut filtrul de zgomot care să nu afecteze și textura muzicală; etc. (De altfel, majoritatea producătorilor au înțeles acest aspect și își calibrează produsele – amplificatoare și boxe – astfel încât să satisfacă implicit gustul publicului, ceea ce nu este neapărat un lucru bun.) Da, se poate spune că există – în profilele auditorilor, dar și prin reglajele implicite ale echipamentelor electro-acustice – două abordări distincte privind audiția de calitate a muzicii:

(1) „să se audă bine” în sensul de plăcut/estetic;

(2) „să se audă bine” în sensul de corect/fidel.

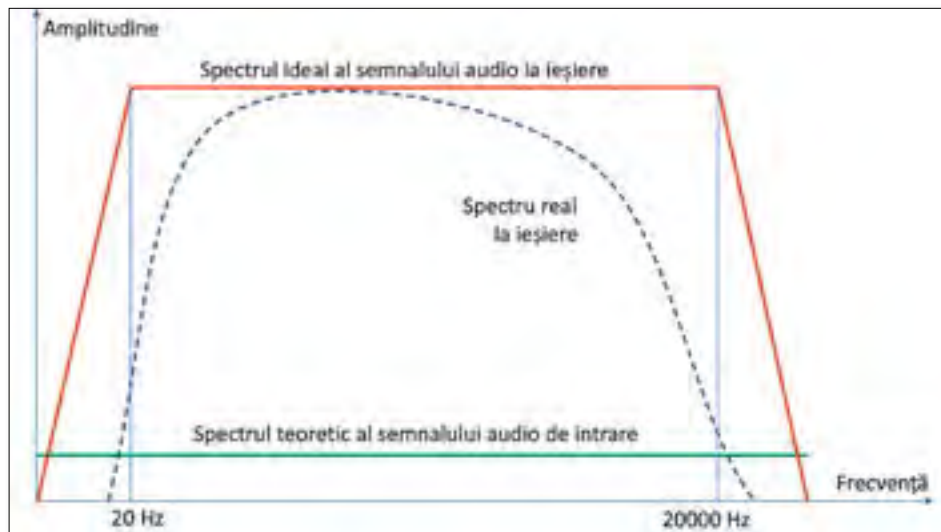
Desigur, influența factorului subiectiv este greu de identificat/recunoscut și eventual de tratat. Însă, la nevoie, lucrurile se pot tranșa (măcar parțial) recurgând la un experiment

simplicu: audiția vocii umane a redactorilor din emisiunile de radio. Echipamentul electro-acustic este unul cu adevărat Hi-Fi dacă (închizând eventual ochii în timpul audiției, pentru

a diminua compensările pe care le operează creierul/psihicul) vocea crainicului radio sună ca și când el ar fi lângă noi. Și poate că în cele ce urmează vom înțelege un pic din aspectele tehnice ale acestui fenomen.

Profilul ideal al redării de muzică

Vă propun să analizăm un pic diagrama următoare, în care am figurat (având drept coordonate frecvența și amplitudinea) atât *spectrul semnalului de intrare* în **aparatură electro-acustică** (lanțul întreg, sau oricare componentă), cât și *spectrul de ieșire* rezultat prin amplificarea/redarea aceluia semnal de intrare. În mod ideal, pentru un spectru de intrare liniar și orizontal trebuie să obținem la ieșire un spectru liniar și orizontal, fiind aceasta prima condiție teoretică a High-Fidelity-ului.



Însă în realitate nicio componentă a lanțului electro-acustic nu este perfectă, iar boxele/difuzoarele sunt cel mai puțin apropiate de perfecțiune. (Mă refer aici la aspectul general, mediu, pentru că, altfel, atât la amplificatoare cât și la boxe există o gamă foarte largă de prețuri și de calitate, și desigur că fidelitatea produselor din vârful gamei se apropie destul de mult de perfecțiune.) Mai mult, din analiza noastră grafică lipsește un element foarte problematic în privința fidelității: timpul; acesta constituind o coordonată exigentă în cazul muzicii, unde se emit simultan sunete multe și complexe.

Provocările acustice ale muzicii

În muzica unei formații de muzică pop, rock sau jazz se pot manifesta simultan 3-4 instrumente (inclusiv vocea umană), iar în cea simfonică sau de „big-band” se ajunge la zeci de instrumente. Fiecare instrument emite, la fiecare notă muzicală, mai multe frecvențe de sunet (*frecvența fundamentală* corespunzătoare acelei note, plus micile frecvențe suplimentare – *armonicele* – care dau timbrul instrumentului). Se poate face o estimare cantitativă grosieră, de genul:

4 instrumente x (+ 5000 cicli pe secundă ai fundamentalei + 7500 cicli pe secundă ai armonicei_1 + 12500 cicli pe secundă ai armonicei_2 + ...)

care conduce lejer la valori de ordinul a 200.000 de vibrații pe secundă pe care sistemul trebuie să le înregistreze/redea aproape simultan, ceea ce nu este chiar simplu. Deși imprecis, calculul ne oferă o idee despre solicitare. Și astfel vom realiza că cea mai importantă componentă din lanțul audio este membrana difuzorului, din boxă sau din căștile audio, pentru că ea este în final cea care trebuie să redea urechii umane această mulțime de sunete.

Reiterez aici și altă idee esențială dintr-un articol anterior: din perspectivă audiofilă (Hi-Fi), putem clasifica instrumentele muzicale în două categorii: *instrumentele acustice* (care produc sunet printr-o vibrație fizică: fie a unor părți din componența lor, fie a aerului care trece prin ele) și *instrumente de sinteză electronică* (care la rândul lor pot fi cu electronică analogică, sau cu sinteză digitală/virtuală). Și ordinea lor de clasificare: instrumentele acustice produc cele mai bogate nuanțe în materialul sonor, iar sunetele generate digital sunt cele mai sărace, chiar și atunci când întruhidează instrumente muzicale tradiționale. (Spuneam anterior că aspectul ni se revelează simplu dacă facem un pic de studiu comparativ, iar reglajul de volum va ajuta la diferențiere: cu cât creștem volumul sonor al audiției, cu atât vom distinge mai multe detalii venind de la instrumentele acustice, pe când efectul este aproape nul în cazul suntelor de sinteză digitală.)

Despre boxe și difuzoare

Presupunem că avem o calitate suficient de înaltă în privința sursei de muzică (la care vom reveni în final) și a amplificatorului (preferabil de clasă A sau AB, deci nu de clasă D), și ne focalizăm de-acum pe boxele care ne redau efectiv muzica.

Dacă boxele au, fiecare, doar un singur difuzor, atunci abaterea de la situația ideală prezentată mai devreme poate fi substanțială. Graficul frecvență-amplitudine poate avea o neliniaritate descurajantă („cocoasă de dromader”): boxele vor reda acceptabil anumite frecvențe și mai puțin mulțumitor alte frecvențe. De obicei această comportare este condiționată de diametrul membranei difuzorului. (Nu se prea poate proiecta/construi un difuzor apt să redea semnale din tot spectrul de frecvențe la un volum sonor mare.)

De cum privim fațada unei boxe având mai multe difuzoare (și fără mască de protecție) deja înțelegem că difuzoarele cu diametre mai mari se vor ocupa de frecvențele mai joase și cele mai mici vor reda frecvențele mai înalte. (Știm că obiectele mai mici emit sunete mai înalte decât obiectele mai mari.) Pentru o segregare concretă a frecvențelor în boxele cu mai multe difuzoare/căi, în interiorul acestora există câte un circuit electric (RLC) numit 'filtru de frecvență' ('trece-jos', 'trece-sus', 'trece-banda'), și care separă materialul sonor pe cele două/trei căi: sunetele cu frecvențe joase sunt trimise către difuzoarele mari, cele cu frecvențe înalte către difuzoarele mici (și eventual cele cu frecvențe medii către difuzoarele mijlocii). Această filtrare și repartizare nu este perfectă

(filtrele electronice nu sunt ideale), așa încât și în acest caz graficul frecvență-amplitudine poate avea oarece cocoase, abătându-se de la situația ideală.

Dacă am identifica suficient de precis abaterile de la liniaritate/orizontalitate, atunci le-am putea compensa aplicând ajustările corespunzătoare cu un 'egalizor grafic' intercalat în semnalul de linie (înainte de amplificator), dar aceasta ar însemna un echipament în plus.

Deși această „specializare” a difuzoarelor pe domenii de frecvență s-ar putea face pe număr de căi oricât de mare, în practică (și ca un compromis incluzând costurile) s-a dovedit că rezultate acceptabile se obțin de la boxele cu două sau cu trei căi/difuzoare pe canal. Și închidem subiectul „căilor” subliniind că boxele pe trei căi furnizează o mai bună presiune sonoră (randament acustic mai ridicat decât al boxelor cu două căi), dar și asigură un „multi-tasking” crescut prin filtrarea suplimentară.

Timp, cvasi-simultaneitate și multi-tasking

Amplificatoarele stereofonice mai bune sunt prevăzute cu două perechi de ieșiri (numite uzual A și B) și cu ele putem experimenta cuplând (nu una ci) două perechi de boxe și apoi ascultând materialul sonor (muzical) în timp ce aplicăm pe rând (din butoanele telecomenzii de preferință, pentru a ne situa la o distanță optimă) cele trei combinații de cuplare a ieșirilor: A; B; A+B. Dacă cele două perechi de boxe sunt diferite, atunci vom recunoaște ușor cum fiecare adaugă, la cuplare, un plus de textură sonoră (și nu mă refer la creșterea de volum sonor, ci la apariția de frecvențe suplimentare), ceea ce este firesc și de așteptat, întrucât probabil că fiecare pereche are propriile frecvențe favorite (și propriile atenuări). Dacă cele două boxe sunt chiar identice, și dacă ascultăm cu atenție, vom putea recunoaște și în acest caz un adaos de textură sonoră, deși nu la fel de pregnant ca în cazul boxelor diferite. (Efectul de îmbogățire a texturii sonore poate fi și mai puternic dacă se folosesc două amplificatoare conectate la aceeași sursă de muzică, situație în care apare și avantajul de a controla tonul și volumul independent pe cele două ramuri.) Acest experiment ne confirmă faptul că boxele/difuzoarele au anumite limite la redarea cvasi-simultană a sunetelor, și că prin astfel de configurații am putea compensa neajunsul. (Dacă recurgem definitiv la o configurație A+B, atunci ar fi recomandat să alegem cele două perechi de boxe încât să fie cât mai complementare din perspectiva spectrului de frecvențe.)

Aspectul acesta, al dificultății de a reda

textura completă a materialului sonor, poate fi analizat și dacă ne focalizăm pe un singur difuzor, respectiv pe membrana (diafragma) a cărei vibrație trebuie să redea sunetele. Chiar dacă difuzorul are cu adevărat o dinamică foarte bună (o construcție de nivel înalt privind membrana, magnetii, suspensia), atunci când trebuie să redea un sunet de 100 Hz el este ocupat timp de 0,01 secunde, plus o fracțiune de timp pentru revenirea în starea de a putea prelua semnalul următor, deci este posibil să piardă sunetele imediat următoare.

Firește că astăzi, după un secol și ceva de la inventarea difuzorului electro-magnetic, există mai multe concepte de realizare: o membrană de poliamidă/Kevlar sau una de fibră de sticlă este mai sensibilă decât una de hârtie/celuloză, care la rândul ei este mai bună decât cea din polipropilenă; la fel putem avea și materialele pentru magnet (precum neodimium-ul); etc; și cu prețuri pe măsură.

Concluzionăm că, pe lângă specializarea pe domenii de frecvență, și chestiunea cvasi-simultaneității (a dinamicii perfecte) este una spinoasă pentru boxe/difuzoare. De altfel vom asimila mai bine aspectul (cvasi-)simultaneității amintindu-ne că înregistrarea/redarea muzicii se face de cele mai multe ori în sistem multi-canal: de la omniprezentul 'stereo' (cu 2 sau cu 2+1 canale), la sistemele multi-canal (precum '5+1').

Însă ar trebui să clarificăm și un pic altfel chestiunea 'simultaneității'. Da, mai toată muzica (indiferent de gen) înseamnă emiterea simultană a mai multor sunete, însă înregistrarea ei (indiferent de suport) este una serială (vibrație după vibrație, la o scară infinitesimală a timpului). Și doar faptul că redarea ulterioară a materialului sonor se face foarte dens (în timp) recrează minții umane senzația de simultaneitate. (De altfel și urechea, al cărei principiu de funcționare nu diferă în esență de microfon, receptează tot serial semnalele acustice.) Ei bine, în articolul de față am încercat să subliniez de ce este important ca fiecare componentă a lanțului electro-acustic să poată lucra foarte bine la acea scară infinitesimală a timpului. Iar acum voi încheia amintind care sunt astăzi **sursele de muzică apte de calitate înaltă**: (1) pick-up-ul; (2) banda magnetică; (3) sursele digitale al căror conținut a fost eșantionat cu rate mai mari de 96 KHz (fluxuri media internet, fișiere audio; SACD, DVD-Audio, BD-Audio); (4) anumite transmisiuni de radio FM realizate în condiții speciale. Observați că nu am inclus aici CD-urile audio, pentru că rata lor de eșantionare, de 44 KHz, este insuficientă pentru a capta nuanțele discrete ale muzicii. ■

TEHNOLOGIE

SACD-ul, o reformă electro-acustică semi-reușită

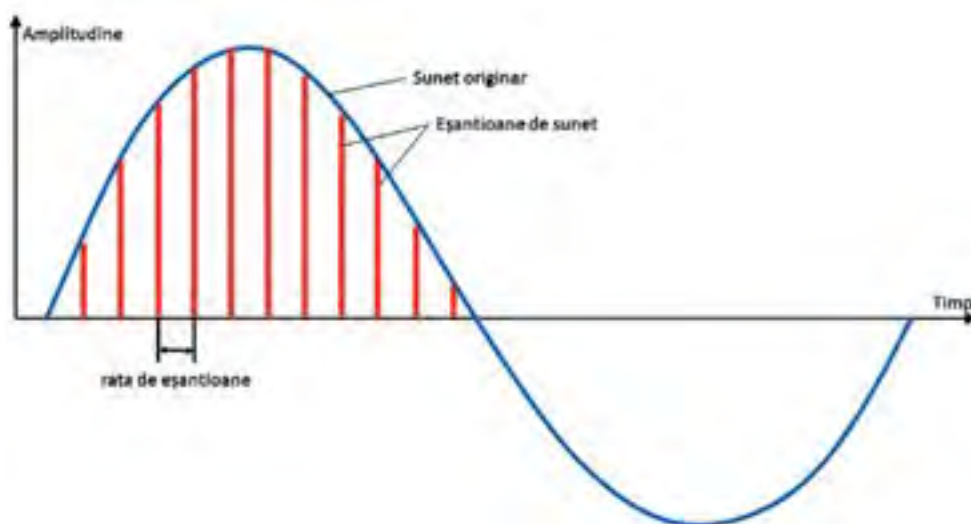
Deși contextul tehnic existent la apariția compact-discului digital audio (1980-1981) nu a permis folosirea unor parametrii acustici foarte înalți, formatul CD-Audio a avut un succes de piață substanțial. Însă după aproape două decenii avea să fie definit un nou standard (Super-Audio CD) care se apropia de fidelitatea sonoră specifică discurilor de pick-up. Tot pe-atunci se publica standardul DVD-Audio, și el apt de o fidelitate mult superioară lui CD-Audio. Dar lucrurile erau deja tranșate: piața își pierdea interesul pentru stocarea pe disc optic, în favoarea mediilor digitale (fișiere, fluxuri internet), iar formatul SACD avea să rămână doar o nișă pentru audiofili.

 **Mircea Băduț**

Necesitatea reformei

Prima formulare a standardului CD-DA (alias 'Red Book') a apărut în 1980 printr-o colaborare a companiilor Philips și Sony, și ea definea stocarea sunetului (muzica) prin inscripționare cu laser pe un disc având o suprafață modelabilă micro-termo-optic. În deceniile următoare avea să apară o serie de fabricanți de player-e de CD-uri, iar mai toți producătorii de muzică aveau să asimileze tehnologia de realizare a CD-urilor (însemnând implicit și migrarea dintr-un mediu analogic în unul digital).

Față de mijloacele de stocare ale anilor '80 (banda magnetică și discul de vinil), suportul digital aducea două avantaje semnificative: (1) putea fi recitat de foarte multe ori, la calitate constantă (spre deosebire de suporturile analogice, care se degradează cu fiecare redare), și



(2) nu adăuga un zgomot de fond propriu (așa cum făceau suporturile analogice). Însă, din perspectiva fidelității la redarea sunetului (acel 'Hi-Fi' urmărit de audiofili) tehnologia CD-DA nu se apropia de ceea ce putea realiza un disc vinil pus pe un pick-up bun (cu doză electromagnetică), adică o tehnologie cu rădăcini de peste un secol.

Sunetul este un semnal analogic, continuu, și tot continuu este înregistrat pe discul de vinil. (Aproape oricât de mult am dilata scala timpului – microsecunde, nanosecunde, picosecunde – acolo tot vom găsi o prezență a semnalului.) Acest lucru nu este posibil în mediul digital, așa încât, pentru a fi totuși salvat pe compact-disc, în fiecare secundă a existenței sunetului sunt prelevate 44100 de eșantioane din acest semnal, iar fiecare dintre aceste eșantioane este convertit (prin cuantificare) într-un cod digital (respectiv într-un grup de 16 biți). Acest număr, 44100 (adică 44,1 kHz), deși la prima vedere pare a fi mare, este insuficient pentru captarea texturii sonore a muzicii (mai ales în cazul folosirii de instrumente muzicale acustice, adică instrumentele care emit sunet prin propria vibrație). Pe de altă parte, dacă în 1981 s-ar fi ridicat prea mult ștacheta, probabil că pătrunderea CD-player-elor pe piață ar fi fost mult mai lentă.

De ce trebuia reformat standardul CD-Audio? Ei bine, teorema Nyquist-Shannon – pe care s-au bazat cei care au definit standardul CD-DA – spune că pentru a reconstitui un semnal analogic (adică pentru a putea înțelege ulterior semnalul inițial) este suficientă o rată de eșantionare având frecvența dublă față de frecvența maximă a semnalului original. Și cum spectrul domeniului audio (conform cerinței Hi-Fi primare) este de 20-20000 Hz, specialiștii implicați în definirea standardului CD-DA au considerat că o frecvență de eșantionare de 44,1 kHz este suficientă pentru convertirea semnalului sonor analogic în informație digitală. Ceea ce s-a dovedit destul de limitativ/problematic, și asta dintr-un motiv simplu: Nyquist se referea la un semnal analogic singular, ci nu la efluvii sonore polifonice pe care le emit instrumentele acustice, instrumente care rareori sunt singure în compoziția muzicală. Iar pentru Nyquist semnalul trebuia doar înțeles, și nimic mai mult.

Referindu-ne la sunet, și în special la muzică, pentru noi, oamenii, sunt două proprietăți ale sunetului prin care putem recunoaște un instrument muzical:

- timbrul instrumentului: sunetele care însoțesc sunetul principal al notelor muzicale (armonicele concomitente cu

frecvența fundamentală, și care definesc timbrul inconfundabil al instrumentului);

- faza de atac: momentul de început al unui sunet; intervalul de timp scurs din momentul inițierii fenomenelor acustice (fizico-mecanice) și până la stabilizarea notei muzicale emise.

Neplăcut e că amândouă aceste proprietăți sunt afectate de conversia A/D (analog-digitală), și în special de rata de eșantionare.

În muzica unei formații de muzică pop, rock sau jazz se pot manifesta simultan 3-4 instrumente (inclusiv vocea umană), iar în cea simfonică sau de 'big-band' se ajunge la zeci de instrumente. Fiecare instrument emite, la fiecare notă muzicală, mai multe frecvențe de sunet (fundamentală plus armonicele). Mai mult, instrumentele polifonice (pian, chitară, harpă, etc) pot genera concomitent mai multe note (fie emise simultan în acorduri, fie emise succesiv, în arpegii, dar prezente prin *sustain*-ul instrumentului). Un calcul estimativ minimal ne duce la valori de ordinul a 200000 de vibrații pe secundă, vibrații pe care sistemul ar trebui să le capteze. Ceea ce înseamnă că acel '44100' va rata multe dintre acele vibrații. (Vedeți și articolul meu, 'Sunetul digital', din revista Market Watch nr.6/2021.)

Tentative de reforme

Desigur că specialiștii implicați au observat această limitare și au încercat să propună noi soluții tehnice pentru a obține înregistrări digitale de fidelitate mai înaltă. Astfel, în 1999 a apărut formatul 'SA-CD' (SuperAudio-CD), propus (tot de Philips și Sony) ca urmaș al lui CD-DA. Și pentru că piața se dovedea reluctantă la schimbare, în anul 2000 a fost lansat și formatul 'DVD-Audio', concomitent cu formatul video. Iar în 2005 apărerea și standardul Blu-ray Disc, cu și mai mult potențial. Desigur, principalul argument al noilor formate consta în rata de eșantionare mult mai mare (până la 192 kHz, frecvență care avea să devină standard pentru aplicațiile A/D de calitate înaltă). În succesiunea urmărită mai notăm, pentru anul 2014, standardul generic „Hi-Res Audio”, propus de JEITA (Japan Electronics and Information Technology Industries Association) ce propunea rate de eșantionare în domeniul 96-384 kHz.

	CD-Audio	DVD-Audio	SACD (stereo)	SACD (surround)
Capacitate disc	700 MB	4,7 / 8,5 GB	4,7 GB	4,7 GB
Codificare audio	16-bit PCM	24-bit PCM	1-bit PDM-DSD	1-bit PDM-DSD
Frecvență eșantionare	44,1 kHz	48 - 192 KHz	2822,4 kHz	2822,4 kHz
Număr canale audio	2.0	2.0; 5+1	2.0	5+1

Trebuie precizat că aici avem de fapt două conversii ale sunetului: una dinspre analogic înspre digital (la înregistrare) și una dintre digital înspre analogic (la redare/ascultare). Reformulăm și aspectul esențial: convertirea unui semnal analogic în informație digitală (A/D) presupune aplicarea continuă a două procese – (1) eșantionarea și (2) cuantificarea –, procese cumva ortogonale dacă le raportăm la cele două axe ale graficului închipuind semnalul original: timpul și amplitudinea. Ei bine, spre deosebire de CD-A, DVD-A și BD-A (care foloseau codificarea Pulse-Code Modulation), conceptul SA-CD propunea o altfel de codificare (Pulse-Density Modulation, stocată/transmisă prin tehnică Direct Stream Digital), în care eșantioanele nu mai sunt independente ci depind continuu de cele anterioare. (Schimarea abordării aducea avantajul unei rate de eșantionare extrem de mari, însă era problematică pentru tehnologiile de post-procesare a sunetului, această din urmă chestiune putând fi una dintre cauzele pătrunderii slabe pe piață. Dar notăm faptul că ulterior tehnologia DSD avea să fie asimilată și la transmiterea fluxurilor media prin internet.) Desigur, pentru redarea materialului sonor de tip 'Super Audio CD' era necesar un player care să aibă implementate circuitele electronice destinate acesti noi codificări, și de atunci pe fațada acestor echipamente găsim aplic logo-ul SACD. (Aspect distinctiv pentru SACD: suprafața de lucru a discului are tentă galben-auriu. Plus logo-ul pe cealaltă suprafață și pe carcasă.)



Însă atât producătorii de echipamente electro-muzicale cât și editorii de muzică erau conștienți că introducerea pe piață a formatului SACD nu va fi ușoară, astfel că s-a recurs la o soluție tehnică prin care discul de tip SACD să poată fi citit și de player-ele de CD-uri audio: mai toate discurile SACD sunt de fapt discuri hibride, în sensul că au două straturi optice (suprapuse), unul pentru materialul sonor SACD și unul cu o variantă CD a aceluiași material sonor. Mai mult, stratul SACD cuprinde adesea două înregistrări, una în format stereo (pentru 2 canale) și unul în format multi-canal (pentru 5+1 canale). De altfel, unul dintre motivele reformei în domeniul discurilor optice a constat în dorința de a înregistra muzica și în format 'surround' (multi-canal). Recapitulăm: discul SACD poate conține același material sonor/muzical în trei versiuni/variante – CD stereo, SACD stereo, SACD multi-canal – și alegerea de a reda oricare dintre aceste versiuni depinde de player și de opțiunea ascultătorului. (De reținut și faptul că există atât playere SACD dedicate, cât și playere de DVD-uri sau de Blu-ray-uri care au abilitatea de a reda formatul SACD.)

Opțiune predilectă pentru audiofili

Pentru iubitorii de audiții muzicale de calitate (dar și pentru producătorii de muzică) criteriul opțiunii pentru 'Super Audio CD' devine simplu: când este vorba de instrumente muzicale acustice, formatul SACD este capabil de o textură sonoră mai bună decât formatul CD (și se apropie de cea a discurilor vinil). De aceea, mai toate discurile de tip SACD apărute pe piață sunt din zona muzicii clasice/simfonice, jazz și folk. (Însă de avantajul formatului SACD pot beneficia și înregistrările instrumentelor de sinteză electronică, mai ales dacă la origine acestea au generat impulsurile digitale la frecvență mare.) Și încheiem cu o mențiune cvasi-mercantilă: desigur că discurile de tip SACD sunt ceva mai scumpe decât CD-urile, și că player-ele SACD sunt ceva mai rare decât cele CD, DVD sau BD, dar cumva ele merită, prin experiența audiofilă oferită. ■

Perspective LiDAR pentru vehicule autonome

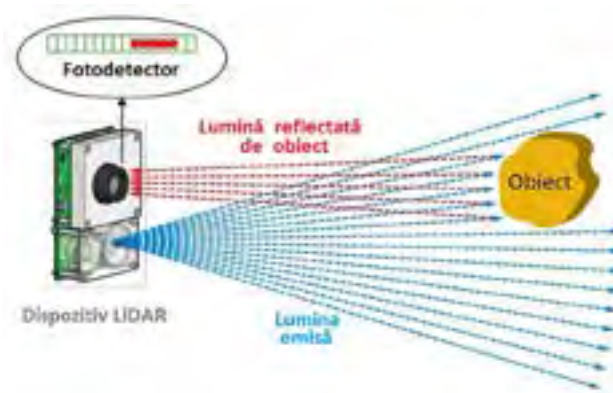
Prima aplicare semnificativă a fost cartografierea Lunii, realizată în 1971, deși anumite aplicări militare ar fi datate dinainte de 1970. De asemenea, în cercetarea meteorologică avem ceva semne timpurii ale tehnologiei. Însă adevărata consacrare publică a tehnologiei LiDAR (Light Detection And Ranging) a adus-o, după anul 2000, acea modelare 3D urbană capabilă să pună clădiri și construcții pe harta digitală (deci o aplicație particulară de cartografie/topografie). În zilele noastre ea a fost adoptată și de alte domenii comerciale (precum automobilul autonom), iar perspectivele ei de evoluție tehnică – vizând îndeosebi diminuarea gabaritului și reducerea costului – ne fac să o privim cu încredere pe mai departe. ■ Mircea Băduț

Tehnică și aplicații

Probabil că cea mai cunoscută aplicare a tehnologiei LIDAR (Light Imaging, Detection And Ranging) este cea referitoare la modelarea digitală tridimensională a terenului (un DTM folosind aeronave), adică în domeniul geo-informaticii (GIS). În cazul LiDAR, 'cartografierea informatică' a universului apropiat presupune detectarea obiectelor din jur prin măsurarea imediată a distanțelor până la acestea, ca premisă pentru construirea de reprezentări 3D ale acestei lumi. (Și notăm astfel cele două aspecte cheie care au dus la adoptarea tehnologiei: precizia și viteza determinărilor.) Reținem și faptul că este o tehnică asemănătoare radarului, cu distincția că aici nu avem antene de emisie și recepție radio, ci dispozitive optice ce transmit și captează lumină (laser).

În principiu, modul de funcționare este simplu: detectorul emite un puls de laser (de o anumită frecvență sau lungime de undă) cu care iluminează eventualul obiect aflat în direcția curentă, iar spotul de lumină ajuns pe suprafața acelui obiect este captat de senzorul detectorului, iar această reflexie optică este măsurată în privința timpului în care lumina a parcurs distanța de la detector la obiect și înapoi. (Sistemul LiDAR determină timpul necesar ciclului emisie-recepție, dar și modificări în faza luminii sau în lungimea de undă a acesteia.) Al-

goritmul implementat în sistem calculează astfel distanța curentă până la obiectul din calea razei de lumină curente, iar repetarea acestui ciclu pe măsură ce se modifică direcția vizată optic (modificare unghiulară, asumată intern de către dispozitiv, sau modificare liniară, realizată de eventuala deplasare relativă a vehiculului purtător al dispozitivului) completează cartografierea lumii înconjurătoare. Și probabil că astfel înțelegm și cum de LiDAR-ul constituie baza pentru majoritatea aplicărilor numite generic 'scannare 3D'. Iar dacă la aceasta adăugăm faptul că dispozitivul LiDAR (fix sau montat pe un automobil/aeronavă) își poate cunoaște foarte bine poziția geografică (grație înregistrărilor GPS/GNSS pe care algoritmul le poate angrena în determinări), înțelegem de ce tehnologia aceasta are succes și în aplicațiile de factură geo-spațială (agricultură, climatologie, ecologie, oceanologie, siguranța transporturilor aeriene, etc).



Vehicule aeriene autonome

Aplicările LiDAR în domeniul automobilelor autonome – ajunse astăzi aproape de maturitate – sunt oarecum cunoscute publicului, așa că ne focalizăm acum pe un domeniu „adiacent”, cel al *vehiculelor aeriene autopilotate*, al UAV-urilor, fie ele drone, elicoptere sau mici aeronave. Avem aici și un nou acronim: eVTOL – vehicul electric cu decolare și aterizare verticale, desemnând deci „mașina zburătoare”, iar în direcția aceasta se angajează tot mai multe companii renumite (Airbus, Uber, Audi, Boeing, Porsche, Rolls-Royce, Tesla, Toyota, Aston Martin, etc).

Companii care experimentează vehicule aeriene autonome folosind tehnologie LiDAR pentru ghidare:

Companie	Vehicul experimental
A3 (A-cubed) – spinoff al companiei Airbus	Vahana
Aurora Flight – spinoff al companiei Boeing	Passenger Air Vehicle (PAV)
Airbus / Audi / Italdesign	Pop.Up Next
Boeing	Cargo Aerial Vehicle (CAV)
Sbewing Aircraft	Rhaegal
Cartivator – spinoff al companiei Toyota	SkyDrive
Electric Visionary Aircrafts	X01
NEO Aeronautics	Crimson S8

Spre deosebire de aplicările LiDAR pentru vehiculele terestre, în domeniul UAV-urilor se impun cerințe mai drastice privind performanța senzorului, greutatea echipamentului și eficiența acumulatorului electric. Înainte de a reveni asupra unor particularități tehnice, mai notăm faptul că sunt în derulare experimente de creare a unor vehicule aeriene care, după aterizare, intră în regim de automobil terestru (precum Vahana, A3). Și, aproape de aterizare, vom observa că pentru vehiculul aerian, care adesea zboară pe coridoare aeriene prestabilite, tehnologia LiDAR intervine esențialmente la pregătirea și realizarea aterizării, unde este necesară o bună poziționare și o detectare perfectă a eventualelor obstacole.

Particularizări și tehnologii

Dispozitivul LiDAR conține un emițător de pulsuri laser și un receptor de lumină laser, iar cu acestea măsoară timpul necesar luminii să parcurgă distanța până la obstacolul aflat în calea fascicolului laser. Repetând foarte des ciclul de emisie-citire în timp ce baleiază spațiul în direcția analizată, se creează în timp-real o hartă a zonei respective (pe o distanță de 100-500 metri în față), generând de fapt o imagine compusă dintr-un nor de puncte tridimensionale pe care algoritmul digital știe să-l proceseze/interpreteze pentru a furniza decizii privind ghidarea vehiculului asistat.

Referitor la modul în care senzorul baleiază zona din fața vehiculului, *scanarea mecanică* (reorientarea fizică a senzorului LiDAR) constituie o tehnologie bine pusă la punct (oferind uzual un câmp de vizare de maxim $360^\circ \times 40^\circ$), însă costurile mari și gabaritul semnificativ au determinat orientarea atenției către senzorii solid-state, cu *baleiere controlată optic*, care au potențial bun în privința costurilor, dimensiunilor și greutateii.

Orientarea unghiulară optică a fascicolului se poate face fie folosind microoglinzi MEMS comandabile dinamic, fie prin integrarea din fabrică a unei matrice de fotodiode (8-64 de senzori) orientate corespunzător, fie prin integrarea fotodiodelor receptoare într-o grilă de oglinzi orientate dispers. Însă reținem faptul că baleierea optică nu este realizabilă pentru unghiuri mai mari de 180 de grade.

În cazul dispozitivelor LiDAR ce folosesc deplasarea unghiulară a razei laser pentru scanare, lumina emisă trebuie să își schimbe continuu lungimea de undă, pentru a permite algoritmului să diferențieze între lumina emisă și cea receptată, iar această modulară a frecvenței se realizează de obicei prin folosirea de microoglinzi în cavitatea de amplificare a luminii din nucleul emițătorului laser.

Însă notăm și faptul că lungimea de undă (frecvența radiației laser) – prin domeniul de lucru prestabilit constructiv, cât și prin modulară acesteia pe durata măsurătorii efective – constituie un aspect important privind destinația tehnolo-

giei în practică, întrucât prin acesta se poate profila sensibilitatea dispozitivului pentru particularități esențiale ale mediului și ale obiectelor detectate, precum substanța constituantă, dimensiunea, forma/morfologia și cinematica, determinând deci domeniul de aplicare.



Cerințe specifice

Componenta emițător a dispozitivului LiDAR este o diodă capabilă să genereze impulsuri laser (PLD), având uzual lungimi de undă de 900-1700 nm. Receptorul este constituit fie dintr-o fotodiodă singulară (PIN), fie dintr-o fotodiodă cu amplificare în avalanșă (APD, pentru o sensibilitate mai mare), sau – așa cum spuneam mai devreme – dintr-o matrice de fotodiode (PIN sau APD) grupate/orientate corespunzător. Deoarece pentru aplicările din domeniile automobilelor și al vehiculelor aeriene este critică cerința privind rezoluția de scanare (densitatea norului de puncte 3D citite) și viteza de procesare, este imperativ ca durata impulsului laser să fie foarte scurtă (între 2-5 nanosecunde), iar frecvența impulsurilor să fie de cel puțin 200 kHz (pentru a furniza o precizie de ordinul a ± 2 cm).

Dacă intrăm în detaliile detectării semnalului laser reflectat de obiectele vizate, vom afla că există două tehnici LiDAR: detecția directă/incoerentă a energiei (care măsoară modificările în amplitudinea pulsurilor laser reflectate), și detecția indirectă/coerentă (care măsoară efectele Doppler ale reflexiei, adică modificările în frecvența și în faza luminii reflectate).

Și încheiem aspectul clasificării notând că, indiferent de tipul detecției (directe sau heterodină), din punctul de vedere al pulsului laser există două tipuri de sisteme: cu micropuls și cu energie înaltă. Cu particularitățile lor distinctive: sistemele micropuls necesită resurse computaționale foarte mari pentru procesarea datelor,

iar sistemele de mare energie sunt foarte potrivite pentru a măsura parametri atmosferici, precum densitatea aerului, temperatura, viteza vântului (deplasarea particulelor) și umiditatea (densitatea particulelor de apă). Și apropo de condiții meteo, notăm că dispozitivele LiDAR tre-

buie, în multe dintre aplicații, să fie cât mai stabile la variații de temperatură (în special privind controlabilitatea lungimii de undă).

Printre cerințele cheie ale acestui domeniu, pe lângă miniaturizare și ieftinire, acum dar și în perspectivă – și în special datorită tendinței de piață pentru automobilelor și aeronavele autopilotate –

reținem și viteza de lucru, care, firește, trebuie să fie suficient de ridicată pentru a permite modulelor LiDAR să localizeze, detecteze și să recunoască în timp-real inclusiv obiecte aflate în mișcare rapidă în câmpul lor de lucru/analiză.

Specializări și perspective

Așa cum spuneam, există o legătură firească între frecvența (lungimea de undă) fascicolului emis/receptat și particularitățile mediului investigat, iar în cazul de față ne referim atât la mediul străbătut de raza laser, cât și la substanța obiectului detectat. Familiarizați cu această legătură optică, vom înțelege mai ușor de ce pentru anumite aplicări se aleg lungimi de undă specifice pentru fascicolul de lumină. De exemplu, aflăm că sursele din domeniul infra-roșu-apropiat (NIR cu lungimi de undă de 905-1550 nm) sunt recomandate pentru aplicațiile care necesită o cât mai mică absorbție a luminii de către atmosferă. De asemenea, anumite subdomenii ale spectrului electromagnetic sunt mai potrivite pentru evitarea riscurilor de expunere a ochilor.

Revenind la aplicarea tehnologiilor LiDAR pentru vehiculele autonome, notăm la final și direcția probabilei convergențe cu tehnologiile OV2V (de comunicare optică între vehicule), unde se estimează că LiDAR-ul va permite o mai bună identificare a vehiculelor din câmpul de înaintare.

Pentru tehnologia LiDAR se estimează că piața va ajunge la 2,3 miliarde dolari în 2022 și la 7 miliarde în 2030.

TEHNOLOGIE

LiDAR – avansuri și tendințe

La aproape patru ani de la primul articolul despre tehnologiile LiDAR (Light Detection And Ranging), aflăm despre realizările din cercetare și despre manifestările lor pe piață, dar notăm și câteva tendințe și perspective pentru dezvoltare.

 **Mircea Băduț**

Evoluție în concept și paradigmă

Dacă în articolul din revista 'Market Watch' nr. 224/2020 spuneam că cele mai cunoscute aplicări ale tehnologiilor LiDAR (Laser Imaging, Detection And Ranging) vizează cartografierea digitală a universului apropiat (multe fiind subsumate geo-informaticii), astăzi aflăm că un determinant major în evoluția LiDAR îl constituie industria automobilelor, unde dispozitivele acestea pot ajuta la detectarea imediată a obiectelor din jur, prin măsurarea optică a distanțelor până la acestea, ca premisă pentru dirijarea automobilelor autonome sau pentru un plus de asistență la automobilele cu șofer uman. Și notăm deja consacrarea unei alte abrevieri în domeniu: ADAS – Advanced Driver Assistance Systems.

Desigur, cerințele tehnologice din aplicările GIS sau de modelare urbană/arhitecturală (rezoluție, precizie) sunt diferite de cele presupuse de asistența autovehiculelor (unde primează viteza de lucru, distanța de operare, gabaritul, consumul), însă ponderea și dinamica pieței actuale sunt mai substanțiale de partea industriei auto, astfel că în aceste direcții s-au înregistrat (și probabil că se vor mai înregistra) avansuri semnificative.

Pe lângă aplicările deja consacrate ale detectării vizuale în spațiul 3D înconjurător, între timp au căpătat pondere și altele, precum asigurarea securității obiectivelor (publice sau private), monitorizarea și controlul traficului rutier, monitorizarea aeroporturilor, diverse automatizări



industriale/uzinale, elevatoarele autonome pentru depozite, etc. Și ne amintim că dispozitivele LiDAR – prin faptul că pot genera dinamic nori de puncte virtuale în zona vizată – pot fi utilizate pentru detectarea obiectelor din acel mediu, pentru calcularea distanței până la ele, pentru evaluarea dimensiunii lor și chiar pentru determinarea vitezei lor de deplasare.

Sistemele LiDAR au evoluat substanțial în ultimul timp în privința costului, a miniaturizării și a performanței, și aceasta s-a datorat în special investițiilor făcute de companiile producătoare de automobile autonome sau de ADAS. (În tabelul următor am colectat specificațiile dispozitivelor LiDAR actuale.)

Așa cum subliniam și în articolele anterioare privind senzorii pentru

Parametri de operare tipici

Distanța de detectare a obiectelor	100-500 de metri
Timpul de răspuns/procesare/decizie	< 50 milisecunde
Rezoluție unghiulară (orizontal × vertical)	0,05° x 0,05°
Câmp individual de vizare/baleiere	25° x 10°
Câmp total de vizare/baleiere	120° x 40°
Putere de vârf (impuls)	100-200 W
Putere medie consumată	< 25 W
Temperatura de lucru	-40°C – 85°C
Protecție la intemperii/apă (IEC 60529)	IP 67
Gabarit (dimensiune / volum)	< 300 cm ³
Media timpului de bună funcționare (MTBF)	> 10 ani

automobile, astfel de specificații sunt destul de greu de atins simultan cu cerința unui cost acceptabil. Desigur, specificațiile privind performanța dispozitivului LiDAR (distanța, rezoluția, viteza de răspuns) sunt primordiale, însă se fac eforturi mari și pentru miniaturizare și pentru fabricabilitate, și imediat vom discuta un pic despre aceste ultime două cerințe. (1) Reducerea gabaritului este importantă mai ales pentru echipa care face design-ul caroseriei, pentru ca dispozitivul să poată fi integrat fără probleme în exteriorul automobilului (adică fără a întrerupe vizual liniile de stil/formă), însă problema nu este deloc simplă în cazul vehiculelor autonome, care necesită astfel de senzori de jur-împrejur (ci nu doar față-spate ca în cazul ADAS). (2) Manufacturarea în serie mare a dispozitivelor LiDAR depinde în mare măsură de principiul prin care se face baleierea orizontală/verticală a fascicolului laser, sens în care s-au reliefat câteva soluții, dar este posibil ca viitorul să mai aducă schimbări.

Dezvoltări diverse și concrete

Spuneam anterior că primele dispozitive LiDAR foloseau reorientarea mecanică (gen turelă) pentru baleierea orizontală a razei laser folosită la detectarea obiectelor, și că mai apoi s-au pus la punct metode mai miniaturale de reorientare a fascicolului (precum MEMS). Mai mult, cerința de încapsulare a dispozitivelor electronice și opto-electronice – revelată de multcel ca dezirabil normal în industria automobilelor – nu doar că filtrează drastic între arhitecturile principale de baleiere incrementală, dar impune încorporarea lângă senzor a circuitelor de procesare a semnalelor. De exemplu, unitățile LiDAR moderne pot utiliza detectarea FMCW (frequency-modulated continuous wave), pot include circuitele opto-electronice și pot folosi baleierea razei laser prin abordarea solid-state OPA (optical phased array). Iar integrarea tuturor componentelor într-un singur dispozitiv, învelit într-o capsulă mică, este premisa pentru obținerea unui cost suficient de redus (în producția de serie).

Majoritatea sistemelor LiDAR pentru automobile folosesc detecția ToF (time-

of-flight), adică prin emiterea câte unui impuls de laser și recepționarea impulsului reflectat de obiect, respectiv prin măsurarea timpului pe care îl necesită lumina pentru a parcurge distanța până la acel obiect. Însă datorită frecvenței și puterii impulsurilor, această soluție nu se pretează la o integrare opto-electronică prea grozavă pentru industria auto, perspectivă din care arhitectura detecției coerente (FMCW) se arată mai potrivită. Dispozitivele LiDAR de tip FMCW utilizează laseri de putere mică lucrând în undă continuă, care pot colabora ușor cu dispozitivele de ghidare/baleiere optică și cu circuitele de procesare integrate în același suport semiconductor, rezultând deci într-un gabarit foarte mic. Arhitectura FMCW este și ceva mai potentă în a detecta viteza de deplasare a obiectelor vizate de dispozitivul LiDAR, ceea ce are efect inclusiv asupra algoritmilor de identificare a respectivelor obiecte și de predicție a comportamentelor (precum gesturile/mișcările pietonilor), cu impact asupra deciziilor/asistenței oferite pentru dirijarea autovehiculului în trafic. Un alt avataj de partea FMCW este faptul că performanța nu se degradează când lucrează în lumina directă a soarelui sau a farurilor din sens opus. Specialiștii au luat în calcul inclusiv imunitatea senzorului la fascicule laser provenind de la alte dispozitive LiDAR.

Din perspectiva principiului de acoperire unghiulară a câmpului vizat, avem deja o serie de soluții moderne pentru baleierea fascicolului (micro-oglină reorientabilă prin MEMS, micro-oglinzi în matrice fixă, matrice de senzori cu fază controlabilă, etc), și tendința este de adoptare a celor care se pretează la încapsulare 'solid-state' (fără componente în mișcare). Notăm și faptul că integrarea/încapsularea cuprinde și eventualele componente optice exterioare (filtre, lentile, ghidaje), precum și faptul că au apărut abordări în care nu mai este nevoie de optică exterioară.

În privința componentelor optice aflăm și despre o tendință cu potențial semnificativ: adoptarea așa-numitelor 'piese optice cu forme libere' (piese optice fără simetrie rotațională și cu variații abrupte/neregulate în curbura suprafețelor de reflexie/refracție a luminii). Proiectanții de sisteme optice știu că uneori o piesă optică cu forme

libere poate înlocui un mai voluminos grup de piese optice clasice (lentile, prisme, oglinzi), conferind astfel atuu dimensiunii reduse. După ce se va pune la punct producția de serie mare pentru piesele optice cu forme libere astfel încât să se satisfacă cerințele de precizie dimensională și de finețe a suprafețelor (precizie a formelor de sub 200 nanometri; rugozitate sub 3 nanometri; rezoluție unghiulară sub 2 nanoradiani), sisteme LiDAR vor putea acoperi un câmp vizual mai mare și vor avea pierderi optice mai mici, ceea ce se va reflecta în creșterea rezoluției pentru imaginile generate și în extinderea distanței de detecție.

În context mondial, putem concludiona că mai toate eforturile de concepere și proiectare a dispozitivelor LiDAR pentru automobile vizează în primul rând miniaturizarea. Dar notăm și faptul că dispozitivele destinate dotării autovehiculelor trebuie să respecte totodată câteva cerințe de protecție a mediului (laser nevătămător biologic; materiale reciclabile; etc).

În loc de încheiere

La final, vă semnez două știri venite din cercetare, constituind posibile perspective și pentru dezvoltarea (sau chiar reformarea) tehnologiilor LiDAR.

(1) Printr-o colaborare între universitățile din Sydney și din Basel, s-a demonstrat posibilitatea concretă de controla, la nivel de foton, efectul de emisie stimulată (postulat de Einstein în 1916, și constituind esența funcționării laserului). Realizarea este importantă atât în direcția miniaturizării dispozitivelor laser (cu aplicării în condiții foarte discrete, precum biologie, fizică subatomică, calcul cuantic), cât și în direcția eficienței (cu potențial inclusiv în telecomunicații și microelectronică). (Vedeți www.nature.com/articles/s41567-023-01997-6)

(2) Cercetători de la Sandia National Laboratories au demonstrat posibilitatea de a controla dinamic direcționarea pulsurilor de lumină provenite de la surse de lumină convenționale, necoerente, ceea ce deschide perspective deosebite, întrucât direcționarea dinamică a fascicolului/pulsului de lumină era până acum apanajul exclusiv al laserului. (Vedeți www.nature.com/articles/s41566-023-01172-6).

TEHNOLOGIE

Senzori optici pentru automobile autonome

În revista Market Watch nr. 224/2020 am prezentat aspectele tehnice cheie ale senzorilor optici destinați automobilelor fără șofer, iar acum revenim punctând avansurile câștigate între timp în acest domeniu, dar notăm și câteva aspecte de perspectivă.

 **Mircea Băduț**

Context automobilistic

Aderând la obiectivul general de siguranță rutieră, constructorii de automobile se străduiesc să integreze în produsele lor diverse sisteme de protecție și de asistență la șofat. La aceasta se adaugă în ultimul timp dezideratul emancipării automobilelor autonome (care se conduc singure), și cele două constituie forța motrice a dezvoltării de sisteme optice pentru asistența circulației rutiere. În prezent, mașinile din producția de serie sunt dotate cu sisteme care ajută astfel:

- » avertizare la părăsirea benzii de circulație;
- » avertizare la apropierea riscantă de vehiculul din față;
- » menținerea distanței constante față de vehiculul din față.

În mod experimental (sau în proiecte pilot de mică anvergură) automobilele pot avea instalate și alte funcții de asistență, ajungând în extremis la mașina care se conduce singură.

Comunitatea specialiștilor implicați în segmentul acesta de piață a acceptat următoarea grilă a nivelelor de asistență/autonomie a automobilelor (definită inițial de Society of Automotive Engineers; sae.org):

- » Nivel 0: Fără nici o automatizare/asistență.
- » Nivel 1: Asistență pentru șofer prin menținerea vitezei (Cruise control) și a benzii de rulare (Lane guidance).
- » Nivel 2: Automatizare parțială: în anumite situații automobilul poate interveni pentru a controla viteza și calea de rulare.
- » Nivel 3: Automatizare condițională: automobilul controlează viteza și direcția de rulare în anumite condiții.
- » Nivel 4: Automatizare înaltă: automobilul controlează viteza și direcția deplasării în condiții de trafic determinate.
- » Nivel 5: Automatizare completă: automobilul nu mai necesită prezența șoferului.

LiDAR – principalul subsistem optic

Cu ajutorul tehnologiei 'Light Detection and Ranging' se măsoară distanța prin emisia unei raze laser (înspre obiectul vizat) și prin captarea cu un senzor foto a luminii reflectate de acel obiect (și respectiv prin determinarea timpului necesar parcurgerii acestui traseu optic). În urmă cu cinci ani tehnologia a început să fie încorporată în primele automobile autonome, linie în care s-au făcut multe progrese între timp, însă în ultimul timp senzorii LiDAR încep să fie integrați și în automobilele cu șofer, ca sistem de siguranță și de asistență. (La sfârșitul anului trecut compania Mercedes-Benz anunța primele modele care atingeau astfel nivelul trei de autonomie.) Pe lângă principiul de funcționare menționat mai sus (Time-of-Flight), s-au dezvoltat și sisteme LiDAR folosind principiul FMCW (Frequency-Modulated Continuous Wave), caz în care distanța de la dispozitiv la obiectele detectate se calculează pe baza modificărilor în frecvența luminii reflectate.

Măsurarea distanței nu se face singular, ci sistemul LiDAR baleiază continuu mediul cu razele emise orizontal/vertical, astfel că datele furnizate de senzor permit nu doar aflarea distanței în direcția vizată, ci și identificarea formei entității vizate (vehicul, pieton, clădire, alt obiect) și chiar calcularea vitezei relative a acestora. (Cu cât emisia razei laser și baleierea se fac cu rezoluții mai mari, cu atât obiectele sunt detectate cu precizie mai mare.) În mod firesc această abilitate a făcut tehnologia LiDAR o primă opțiune pentru dotarea automobilelor autonome, și notăm aici acronimele folosite în domeniu: ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) și AGV (Automatic Guided Vehicles).

Ca surse pentru razele de lumină emise se folosesc de regulă diode cu impulsuri laser (în cazul ToF), iar ca receptori se folosesc senzori

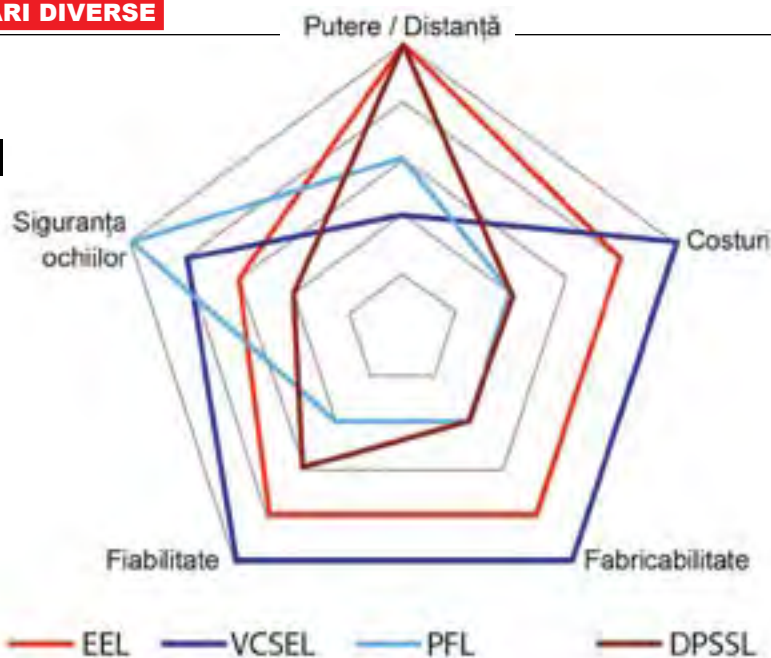


din semiconductori (Si, InGaAs, SiPM). Furnizorii de (sub)sisteme LiDAR folosesc diverse combinații de surse laser și de senzori optici; există mai multe opțiuni și fiecare prezintă avantaje și dezavantaje. De asemenea, așa cum menționam și în articolul anterior, s-au conturat mai multe arhitecturi. De exemplu, dacă inițial baleierea orizontală (modificarea continuă a unghiului de emisie a razei laser) se făcea mecanic (prin rotirea efectivă a dispozitivului optic), astăzi se recurge tot mai des la baleierea optică sau la una mixtă (scanarea cu reorientarea de microoglinzi MEMS; rotația cu oglindă unică; iluminarea de tip 'flash'; etc).

Diverse lasere și abordări tehnice

Între timp s-au reliefat patru tipuri de surse laser potrivite pentru sistemele LiDAR pentru automobile: (1) laseri cu emisie marginală (EEL), (2) lasere cu emisie superficială din cavitate verticală (VCSEL), (3) lasere compacte pompate cu diode (DPSSL) și (4) lasere cu impulsuri prin fibră optică (PFL). Pe de altă parte, implementarea dispozitivelor pentru automobile a revelat cinci criterii tehnico-economice utile când se alege o arhitectură sau când se analizează comparativ arhitecturile: (1) puterea sursei de lumină (respectiv distanța maximă de lucru a dispozitivului LiDAR); (2) siguranța pentru ochi (riscul deranjării sau chiar al afectării); (3) fiabilitatea (funcționalitatea pe termen lung); (4) costul (investiții/achiziții); (5) manufacturabilitatea (fezabilitatea industrială). Din perspectiva acestor criterii cam fiecare tip de laser are

figura 1



avantaje și dezavantaje, în funcție de care se poate alege soluția potrivită implementării.

(vedeți figura 1)

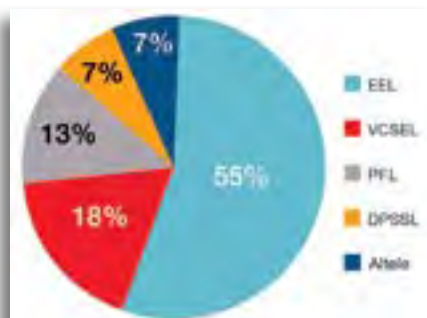
Folosind semiconductori cu galiu și arseniu (GaAs), laserii EEL și VCSEL operează în subdomeniul infra-roșu apropiat (905-940 nanometri), au o bună eficiență energetică, sunt simpli, și prezintă compatibilitate cu standardele industriei de automobile. De asemenea, sunt cele mai compacte surse LiDAR. Astăzi arhitectura EEL deține cel mai mare procent din acest sector de piață. Soluția VCSEL are o bună prezență în domeniul telecomunicațiilor cu fibră optică, însă adoptarea ei pentru domeniul LiDAR a presupus dezvoltarea unei arhitecturi multi-joncțiune, pentru a putea atinge densitatea energetică necesară aici. La fezabilitatea ei astfel lărgită se adaugă o mai bună stabilitate a lungimii de undă la variația temperaturii și o fiabilitate mai ridicată. Tot de partea VCSEL contabilizăm și o adaptare mai bună pentru detectarea cu câmp de vedere (FOV) larg, precum și fabricabilitatea eficientă la volum mare (prin tehnologie specifică circuitelor integrate cu semiconductori).

Însă, deși au o eficiență optică ridicată, laserele cu semiconductori nu excelează în privința calității razelor de lumină emise. (Un emițător EEL tipic de 10x200 μm, cu putere a pulsului de 120 W, are o acoperire tipică de 25° în plan vertical și de 10° în plan orizontal, rezultând deci într-o formă eliptică a razei.) Parametrii slabi ai laserilor cu semiconductori necesită integrarea în sistemul LiDAR a unor componente optice care să optimizeze direcționalitatea și forma razelor emise. (Se poate asocia sistemului de micro-oglinzi MEMS un subsistem de colimație optică. Un alt procedeu constă în folosirea unei lentile asferice cu focală lungă împreună cu un omogenizator pe axa optică a razei laser.)

De la compromis la optimizare

Spuneam că s-au probat pe mapamond mai multe arhitecturi de dispozitive LiDAR și mai multe tipuri de surse laser, dar încă nu s-a detașat net o soluție definitivă. Cum fiecare abordare are și ceva neajunsuri, deocamdată soluțiile folosite se bazează pe diverse nuanțe de compromis tehnico-economic. Însă domeniul opto-electronic are o dinamică mare, deci sunt de așteptat evoluții în diverse aspecte. De exemplu, dacă inițial sursa EEL era fabricată într-o capsulă clasică de tranzistor (având astfel oarece probleme termice și de influență parazită), astăzi se pregătește alternativa integrării (lipirii) sursei EEL direct pe placa de circuit imprimat (PCB) sau pe un substrat ceramic apt de montare ulterioară. De asemenea, prin artificii de amortizare termică, sursele EEL cu lungime de undă stabilizată au ajuns la un coeficient de dependență comparabil cu cel de la VCSEL (0,07 nm/°C), ceea ce diminuează necesitatea instalării de elemente de răcire.

O altă tendință de evoluție se manifestă în direcția dispozitivelor laser care emit cu lungimi de undă nepericuloase pentru ochi (în subdomeniul spectral SWIR, cu lungimi de undă între 1340 și 1550 nm). Menționăm că sursele din subdomeniul NIR (infra-roșu apropiat; 905-940 nm) sunt sigure pentru ochi doar dacă lucrează sub o anumită putere, pe când lungimile de



undă de 1470-1550 nm permit o limită energetică de câteva ori mai ridicată.

Criteriile producției de serie

Ne amintim că – pe lângă dispozitivul LiDAR – automobilul fără șofer este dotat și cu câteva camere video lucrând în spectrul vizibil (și acestea asigură, împreună cu software-ul aferent, identificarea obiectelor de la 0 până la 50 de metri). La nevoie un RADAR completează percepția mediului (acesta nefiind perturbat de prezența ceții).

Un subsistem opto-electronic destinat echipării automobilelor trebuie să îndeplinească concret trei (clase de) cerințe:

1) Să atingă/depășească **criteriile de performanță** stabilite în domeniul auto (precum cele amintite în articolul anterior: distanță de detectare a obiectelor de până la 200 de metri, și timpi de răspuns/procesare/decizie sub 50 milisecunde), iar acestea să nu fie afectate semnificativ de condițiile de temperatură sau atmosferice/meteo;

2) Să fie capabil să asigure **nivelul de fiabilitate** presupus în domeniul automobilelor. (Deși în general sursele laser cu semiconductori dovedesc un nivel bun de fiabilitate, ansamblul dispozitivului opto-electronic ajunge să satisfacă cu greu aceste cerințe.) Observăm și faptul că aici vorbim de un criteriu corelat cu variabila timp, adică certificarea se obține prin analize statistice (pe loturi mari) derulate în perioade de timp relativ mari (12-24 luni), iar condițiile adverse pot angrena mai multe aspecte (temperatură, vibrații, umiditate, stabilitate compozițională a materialelor, etc).

3) Să se preteze la **integrarea în liniile de fabricație** de serie mare a automobilelor și să fie apt de un **nivel înalt de automatizare**. Această cerință dublă ne spune că măsura în care instalarea subsistemului LiDAR suportă automatizarea în producție și în testare trebuie să fie comparabilă cu cea a celorlalte componente ale automobilului. (Vedeți indicele Cpk.) Aici trebuie observat că standardul 16949 (definit de International Automotive Task Force, și preluat similar de ISO), care impune ca pentru producția de serie mare să se atingă nivelul de 'zero defecte', nu este ușor de atins de producătorii de opto-electronice, obișnuiți cu o industrie de volum mic sau moderat.

Oricum, spre final trebuie să ne amintim că, pe măsură ce tehnologiile opto-electronice se maturizează și pe măsură ce sunt transferate din cercetare în producția de serie mare, costurile acestora vor scădea, ceea ce va determina o și mai intensă adoptare și aplicare în industria automobilelor.

TEHNOLOGIE

Deja avem pe piață automobile care frânează singure în caz de pericol și care ne avertizează dacă nu menținem corect banda de circulație, deci automobilul care se conduce singur nu este prea departe. Ivită printr-o fuziune practică de mecanică, electronică și informatică, mașina fără șofer, sau automobilul-robot, va apărea concret pe drumurile publice în anii ce vin. Dar vă propun să analizăm și câteva dintre aspectele de inteligență artificială ce privesc automobilul autonom.

 **Mircea Băduț**

Deși experimente cu automobile care se conduc singure se fac de vreo șazeeci de ani, de-abia anii 1984 și 1987 au înregistrat primele realizări promițătoare în acest sens (Navlab în SUA, și respectiv Prometheus în Europa). Însă, trebuie să recunoaștem, doar în ultimii ani echipamentele și procesele implicate – senzori, procesoare de semnal, servomotoare, microprocesoare, memorii, algoritmi, telecomunicații, ș.a. – s-au dezvoltat suficient pentru a permite omenirii să spere la o materializare deplină a conceptului de 'automobil autonom'. Iar astăzi multe companii sunt angajate pe acest drum: Mercedes-Benz, General Motors, Continental Automotive Systems, IAV, Bosch, Nissan, Renault, Toyota, Audi, Hyundai, Volvo, Tesla Motors, Peugeot, Ford, Vislab, Google,

Automobilul autonom



etc. Notăm și faptul că administrațiile din câteva țări din lume și-au dat acordul pentru folosirea experimentală a unor tronsoane de drum public pentru experimente cu mașini autonome, precum și faptul că sunt în pregătire legi care să reglementeze folosirea acestui soi de automobile.

Un automat complex

Dar ce trebuie să știe algoritmul implementat în „creierul” mașinii autonome pentru a o putea (con)duce spre destinație? În primul rând trebuie să stăpânească potențele clasice ale automobilului:

- poate acționa motorul (controlând tu-

rația și comandând corespunzător cuplarea treptelor de viteză) pentru a determina deplasarea înainte/înapoi sau oprirea mașinii;

- poate acționa sub-sistemul de direcție pentru a face ca, prin virări stânga-dreapta, să se abată de la deplasarea pe direcția înainte;
- poate acționa sub-sistemul de frânare pentru a evita coliziunea cu diverse entități din trafic (automobile, bicicliști, pietoni, etc) sau pentru a se conforma regulilor de circulație (oprire la semafor, încetinire la intersecții, acordarea priorității, etc);
- poate semnaliza, pentru a-și manifesta intențiile de mers; ș.a.m.d.

Apoi, aspect ce îl distinge de alte sisteme automate, automobilul acesta trebuie să știe *apriori* despre starea lui geo-spațială și despre condiționările fizice și normative ale drumului de parcurs:

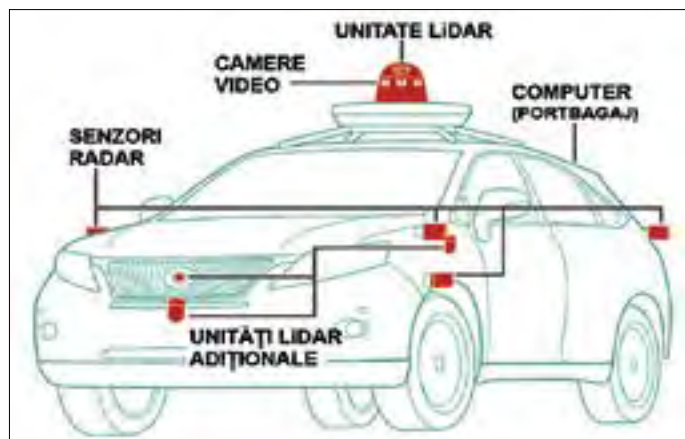
- » își cunoaște poziția curentă (cel puțin relativ la poziția destinației);
- » are figurată o hartă rutieră (sau măcar o schiță geo-spațială) care leagă locația curentă de punctul destinației;
- » cunoaște regulile de circulație (inclusiv aspectele privind tratarea priorităților); etc.

Dar și inteligent, de nevoie

Însă ascuțimea inteligenței sale se arată mai degrabă la gestionarea relației cu mediul, gestionare ce trebuie făcută cu maxim de responsabilitate, în primul rând pentru a evita accidentele (ciocniri, vătămări corporale, etc).

Nivelele de automatizare a condusului de automobile

Nivelul 0	Fără autonomie	Șoferul controlează complet și manual automobilul
Nivelul 1	Asistarea șoferului	Șoferul conduce manual automobilul, însă automobilul îi oferă câteva facilități de asistență (regim de croazieră; ghidarea benzii; asistență la parcare)
Nivelul 2	Automatizare parțială	Șoferul conduce manual automobilul, însă automobilul poate prelua accelerarea/frânarea și acționarea volanului în anumite situații/condiții
Nivelul 3	Automatizare condițională	Șoferul trebuie să fie apt să preia controlul automobilului, însă automobilul realizează automat mai toate sarcinile privind deplasarea rutieră
Nivelul 4	Automatizare înaltă	Șoferul are opțiunea de prelua controlul automobilului, însă automobilul monitorizează integral mediul și realizează automat toate sarcinile privind deplasarea rutieră
Nivelul 5	Automatizare completă	Automobilul realizează automat toate sarcinile privind deplasarea rutieră în toate condițiile. Șoferul are sau nu are opțiunea de prelua controlul automobilului.



Da, este adevărat că un receptor GPS din dotare îi furnizează coordonatele curente, iar o aplicație de asistență a navigării îi comunică permanent ruta, însă, lucru esențial pentru deplasarea pe drumurile publice, automobilul este nevoit în primul rând să rămână pe calea rutieră, pe care trebuie să o localizeze destul de precis. Astfel, o serie de senzori optici – laserii din componența sistemului LIDAR ce realizează în continuu o cartografiere 3D a împrejurimilor; detectorii de infra-roșu; camerele video lucrând în spectrul vizibil și fiind asistate de algoritmi de 'pattern recognition' – conlucrează pentru a identifica marginile căii de rulare (margini marcate explicit sau materializate prin borduri, garduri sau alte elemente ale drumului). Al doilea lucru esențial este abilitatea de a detecta entitățile ce apar în direcția de deplasare, aspect asigurat tot de senzorii optici. Algoritmii informatici de procesare a acestui flux de date nu sunt deloc simpli. Notăm aici că una dintre problematicile cu care se luptă specialiștii o constituie deplasarea automobilului în situațiile în care delimitările căii de rulare lipsesc (parțial sau integral), fiind acoperite de zăpadă sau de vegetație. (Plus mai rarele situații când se deplasează pe suprafețe neamenajate.) De asemenea, automobilul va trebui să se poată adapta atât la șofatul urban (mai dinamic, cu deplasări mai scurte, mai imprevizibil) cât și la condusul în regim de drum lung – primul controlat prin folosirea mai

intensă a senzorilor de ambianță (ce realizează cartografierea ad-hoc), celălalt bazându-se mai mult pe cartografierea de-a-gata.

În perspectivă apropiată inteligența software-ului va trebui să facă față alternanțelor din „stilul de șofat”, dar și diverselor condiții meteo/climatice (de exemplu, angajând radarul și lidarul când ninge/plouă, sau doar radarul când avem ceață). Plus alte condiționări care pot să apară, în diverse contexte. Însă, pe termen lung, probabil că vor exista și aspecte care vor relaxa această încordare IT: se preconizează ca într-un viitor nu prea îndepărtat drumurile publice să fie înțesate cu balize pentru semnalarea automată a marginilor și a semnelor de circulație (deci IA-ul nu se va mai baza atât de intens pe datele mulțimii de senzori), iar automobilele să poată face schimb de informații între ele (vezi conceptul IoT), pentru fluidizarea traficului.

Perspectivă certe și nu prea

Producătorii de subsisteme LiDAR – componenta cheie în șofarea autonomă – se străduiesc să atingă performanțele tehnice necesare detectării obiectelor de la distanța de minim 200 de metri, considerată astăzi un reper de securitate în comportamentul rutier (pentru calcularea deciziilor și pentru derularea acțiunilor necesare în situațiile de trafic). De asemenea, se știe deja că va fi necesară

echiparea vehiculelor cu senzori de 20-40 de pixeli pentru detectarea și clasificarea obiectelor de pe drum de la această distanță (deci cam dublu față de actualii senzori de 10-12 pixeli). De asemenea, notăm apariția unei alternative la LiDAR-ul folosind principiul ToF (time-of-flight, adică prin măsurarea timpului necesar impulsului de laser să ajungă la țintă și să se întoarcă), și anume laserul cu modulare continuă a frecvenței de undă (FMCW), cu potențial pentru sensibilități ridicate. Subsistemele LiDAR se străduiesc și să devină mai imune la efectul Doppler și la luminile parazite. Eforturi de cercetare sunt focalizate și spre creșterea siguranței în condiții meteo nefavorabile (ploaie, ninsoare, viscol, ceață).

Însă, dincolo de rezolvabilitatea problemelor tehnice (și de aplicabilitatea practică a soluțiilor), înțelegem că pătrunderea pe piață a automobilului autonom este întârziată și de perseverența societății de a pretinde soluții infailibile. Mai mult, inacceptarea unor imperfecțiuni în siguranța traficului (în măsură statistică, să spunem) este întărită în ultimul timp și de discuțiile privind răspunderea legală în cazul accidentelor. Deocamdată se consideră că răspunderea aparține creatorilor și/sau proprietarilor (iar dacă este vorba doar de pagube materiale/evaluabile, atunci acestea se acoperă prin sistemul de asigurări), însă lucrurile se complică în situațiile în care respectivele automate ajung să evolueze în circumstanțe neprevăzute, care nu mai pot fi imputate creatorilor sau proprietarilor.

De asemenea, costurile implementării pe automobile a sistemelor de șofare automată constituie un impediment în adoptarea pe scară largă. (Doar subsistemele LiDAR costă ~1000 Euro). Însă probabil că trecerea la producția de serie a componentelor electronice și optice (inclusiv prin miniaturizare și prin integrarea de laseri de putere mică pe același cip cu semiconductorii) va atenua acest handicap în viitor.

Automobilele autonome folosesc camerele video IR pentru detectarea oamenilor/pietonilor sau a animalelor. Câteva camerele video lucrând în spectrul vizibil (și eventual corelate pentru realizarea stereoscopiei) asigură, împreună cu software-ul aferent, identificarea obiectelor de la 0 la 50 de metri. Pe de altă parte, scanner-ele laser (LIDAR) pot detecta obiecte la distanțe de 50-150 de metri. (Fasciculele laser care scrutează mediul înconjurător în 3D sunt emise de dispozitive semiconductoare ce trebuie să își păstreze funcționalitatea atât pe ger cât și pe caniculă). Un radar poate completa percepția mediului. Notăm și existența la bord a unor dispozitive inerțiale (accelerometre, giroscopae) pentru monitorizarea direcției și a accelerației de deplasare. Plus eventuale microfoane pentru captarea sunetelor. Mulțimea de informații furnizată de pleiada senzorilor participă la deciziile algoritmului, iar acestea sunt transmise servomotoarelor (actuatoarelor) și comutatoarelor ce acționează cu comenzi asupra subsistemelor de transmisie și de direcție pentru a realiza, concertat, deplasarea corespunzătoare a mașinii. Pe ansamblu, rezoluția acestor comenzi trebuie să asigure precizii de ordinul centimetrelor și respectiv al milisecundelor.

Quo vadis Quantum Computing?

Deși au trecut ceva ani de la primele cercetări concrete de calcul cuantic, deși publicațiile de specialitate semnalează tot mai frecvent despre mici realizări în domeniu, încă suntem departe de vreun calculator cuantic utilizabil pentru aplicații generale, așa cum sunt calculatoarele electronice. Însă lucrurile merg avântat mai departe, motivate atât de promisiunile specifice „quantum computing” (scalabilitatea net superioară a problemelor adresabile), cât și de limitările deja prefigurate în dezvoltarea performanțelor calculatoarelor electronice. ■■ Mircea Băduț



Reiterări teoretice

Am scris primul meu articol despre *Quantum Computing* în urmă cu șase ani și ceva (pentru revista CHIP nr.10/2013), și, în ciuda timpului trecut, încă am curajul să-l recomand pentru lectură. Pe de altă parte, chiar dacă în ultimii ani cercetarea în acest domeniu s-a intensificat

și s-a extins geo-spațial (astăzi mai toate universitățile din lume având-o în programă, într-o formă sau alta), domeniul nu a cunoscut consacrarea populară (încă nu avem calculatoare cuantice comerciale, iar în lume există destule confuzii și neînțelegeri privitoare la QC), astfel că articolele despre acest subiect încă sunt nevoite să înceapă cu o minimă introducere în teoria domeniului.

Fizica cuantică încearcă de aproape un secol să explice natura și comportamentul materiei/energiei la nivel atomic și subatomic, iar cercetările din ultimele decenii au confirmat sau elucidat fenomenele respective. Revenind la oile noastre, cele digitale, reținem că recent s-au împlinit 60 de ani de la apariția primei lucrări prin care se enunța posibilitatea folosirii efectelor cuantice pentru calcul algoritmic („There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics”, Richard Feynman, Caltech, SUA). Însă de-abia în ultimii ani eforturile de cercetare s-au orientat concret înspre manipularea stărilor cuantice ale materiei/energiei pentru a obține rezultate precise, măsurabile și coerente aplicabile în informatică.

Dacă încercăm să urmărim cercetările propuse la nivel mondial, și respectiv să

monitorizăm rezultatele apărute în diversele publicații de specialitate, vom fi uimiți atât de miriada manifestărilor QC, cât și de diversitatea (sau chiar dispersia) direcțiilor de studiu. Deocamdată, în toată această manifestare browniană nu s-a decantat/reliebat soluția categorică pentru așteptatul calculator cuantic de uz general (fiind și acesta un motiv pentru care eu încă prefer să folosesc doar sintagma generică „calcul cuantic”), deși există astăzi vreo trei-patru echipamente experimentale care, cu indulgență, ar putea fi numite astfel (IBM Q, Google/D-Wave, QuTech, Intel). Însă poate mai important este că multe cercetări vizează folosirea QC la rezolvarea unor probleme concrete dar parțiale, precum stocarea datelor, criptare și telecomunicații.

Manifestări de qubiți

O parte din cercetările QC au ca obiectiv aplicări practice, cu potențial comercial (așa cum ar fi și eventualul calculator cuantic universal), însă unele sunt orientate către exploatarea efectelor particulare ale entităților cuantice, respectiv înspre aplicarea principiilor superpoziției și entanglement-ului. Chestiune delicată, asupra căreia vom reveni imediat.

Dacă la calculatorul electronic entitatea elementară este bitul, care de obicei este agregat în grupuri de 8, 16, 32 sau 64 de biți, și care este materializat prin stări electrice sau magnetice, aici entitatea de calcul este q-bit-ul (sau qubitul), și el se dorește a fi materializat prin stări cuantice ale unor particule/entități (sub)atomice, moleculare sau fotonice. (Astăzi, printre cele mai exploatare tehnologii de nucleu QC sunt capcanele de atomi/ioni, superconductori/semiconductori (precum joncțiunile Josephson, constând din alăturarea a două materiale superconductoare separate cu o

barieră de semiconductori), sistemele fononice, nanotuburile de carbon, punctele cuantice, golurile de azot din diamante, etc.) Astfel, starea logică a unui qubit poate corespunde unei stări cuantice, de genul: sarcină electrică (atom/ion), prezență particulă subatomică (electron, proton), stare de rotație/spin (particulă subatomică), moment magnetic (electron), polarizare (foton), ș.a.m.d. Așa se face că cea mai importantă parte a cercetărilor QC vizează manipularea și caracterizarea materialelor potrivite pentru crearea de qubiți. Acestea presupun fie studierea materialelor la nivel atomic/molecular

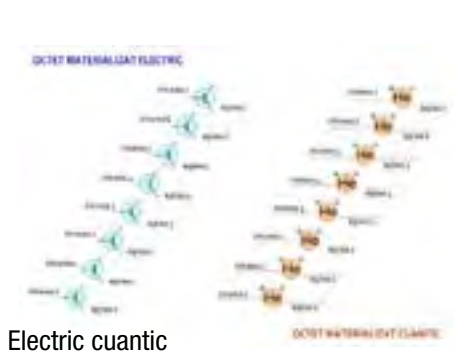
(nanometric), fie analizarea și exploatarea de efecte subatomice. De multe ori asta înseamnă realizarea dispozitivelor experimentale de capturare (confiere) a unor particule, și respectiv a subsistemelor de înscriere/citire a stărilor cuantice ce vor constitui respectivii qubiți (qubiți care să fie puși la treabă într-un CPU, într-o memorie sau într-un circuit de comunicație).

Revenim acum la fenomenul cunoscut de superpoziție amintit anterior, deși la înțelegerea lui nu ne ajută analogia cu calculatorul electronic (care folosește biți cu două stări foarte distincte, 0 sau 1). În context cuantic, principiul super-

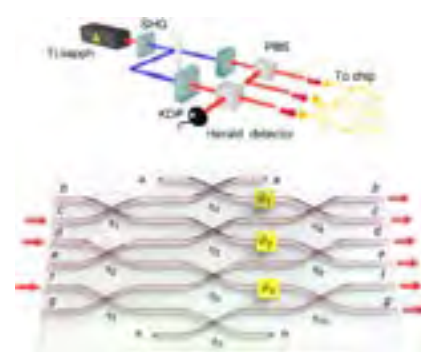
poziției ne spune că un qubit poate avea simultan cele două stări (iar un cuvânt de doi qubiți ar putea reprezenta patru stări deodată: 00, 01, 10, 11). Deocamdată specialiștii în QC nu prea au reușit să ne spună nici cum se captează (citește) această stare, și nici cum se poate ea folosi într-un algoritm de calcul clasic (deși există deja algoritmi specifici QC). Ba, mai mult, în cazul celui alt efect cuantic particular, entanglement-ul (care se referă la legătura menținută între perechi de particule după separare), s-a ajuns chiar și la confuzii semantice (catalizate și de cercetări mai exotice, precum cele vizând



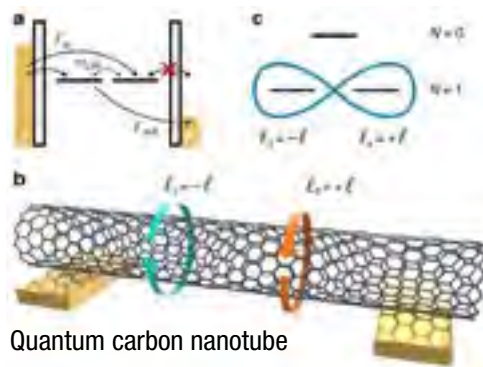
DWave - ansamblul



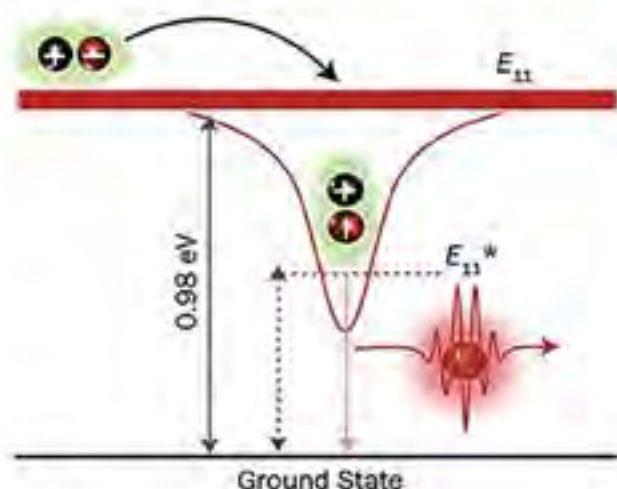
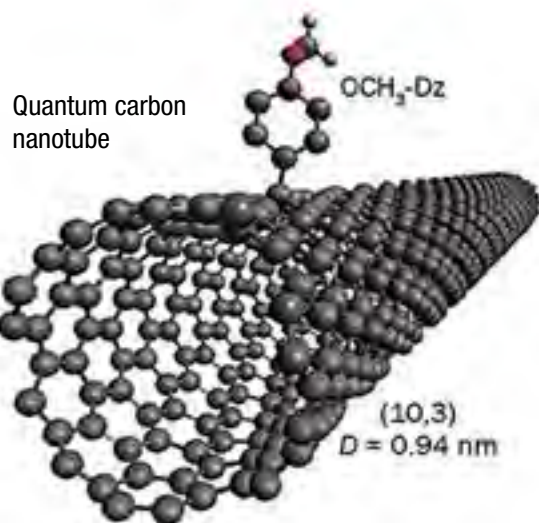
Electric cuantic



Quantum - rețea încrucișată 1



Quantum carbon nanotube



„teleportarea“). Dar trebuie să recunoaștem că, pentru moment, înțelegerea la scară largă a modului de funcționare și respectiv de programare a viitoarelor calculatoare cuantice este stânjenită de obișnuința noastră de a gândi în logica binară și respectiv în maniera mașinii von Neumann (specifice calculatoarelor electronice actuale).

Reformulăm esențialul: pentru funcționarea nucleului de calcul cuantic trebuie ca sistemul să îngăduie: (1) inițializarea grupului de qubiți (înscrierea unei stări logice utile în fiecare element cuantic), (2) derularea algoritmului de calcul, și (3) citirea stărilor finale ale qubiților. Una dintre dificultățile majore constă aici în menținerea neîntinată a stărilor qubiților până la citirea acestora, deoarece particulele cuantice sunt instabile și influențabile. (Timpul de parcurgere a porților logice cuantice trebuie să fie inferiori timpilor de contaminare. Reținem faptul că starea utilă a particulelor cuantice implicate în procesare își păstrează coerența doar pentru câteva microsecunde.) Cealaltă problemă spinoasă rezidă în interfațarea dintre nucleul cuantic (particulele/entitățile care materializează qubiții) și subsisteme adiacente (memorii, registre, magistrale), subsisteme care deocamdată sunt clasice, adică electronice sau optice.

Entanglement: o pereche de entități/particule cuantice, generate/încărcate simultan, își păstrează aceeași stare inițială (același qubit, fie acesta materializat prin sarcină electrică, spin, fază, polarizare, lungime de undă, etc) chiar și după călătoria pe trasee diferite (precum fotonii pe fibra optică). Din perspectiva quantum computing, proprietatea este valoroasă deoarece altfel, pe calea de la sursă la destinație, starea cuantică a particulelor s-ar pierde foarte ușor. Este deci vorba de o proprietate de sincronism și coerență în transmiterea datelor. Nicidecum nu înseamnă că este posibilă transmiterea între cele două particule cuantice a unei stări noi, impuse ulterior emiterii acelor qubiți, așa cum se poate crede la o primă lectură a definiției entanglement-ului.

Tentative de exemplificare

- **Capcanele de ioni** – fiind dispozitive ce captează și exploatează atomi/molecule cu sarcină electrică negativă sau pozitivă – folosesc o combinație de câmpuri electrice/magnetice pentru a menține entitatea cuantică în izolare. Actualmente capcanele de ioni se pretează ca memorii cuantice, putând menține coerența/starea qubiților până la 10 minute. Interfațarea (pentru citirea stării) se poate face optic, cu camere emCCD (electron-multiplying CCD) capabile să detecteze fotonii emiși de ioni, sau prin senzori de prezență în câmpul electromagnetic.
- **Atomii reci** sunt materializări ale stării materiale numite „condensat Bose-Einstein“ (BEC), constând dintr-o suspensie gazoasă de bozoni, răcită la o temperatură aproape de zero absolut (-273° C). Atomii BEC se află într-o stare de coerență cuantică înaltă, astfel că între ei funcționează conexiunile de tip entanglement, ce pot fi exploatate prin algoritmi specifici calculului cuantic. De asemenea, mișcarea, forma și forțele dintre atomii reci sunt controlabile prin metode/abordări specifice. Citirea stărilor de qubiți se poate face prin observare optică (folosind dispersie laser, detecție fluorescentă, imagini de absorbție, imagini de contrast al fazei luminii, etc).
- **Fotonii singolari** pot funcționa ca particule cuantice, constituind deci qubiți într-un sistem de calcul. De notat că un același foton ar putea oferi mai multe stări angajabile: polarizarea, frecvența (lungimea de undă a luminii); timpul/durata; locația/prezența. Desigur, detectarea precisă a fononilor singolari necesită instrumente extrem de sensibile, folosind senzori CCD, ICCD, EMCCD, emICCD, sCMOS. De exemplu, o cameră cu senzor ICCD poate determina, prin abilitatea de contorizare a fotonilor, stările de întuneric, iluminare și de superpoziție.
- **Centrele de azot-vacant din diamant** pot constitui o soluție aparte și foarte concretă de materializare a nucleelor de calcul cuantic. Un gol de azot este un defect în structura diamantului (obținut prin substituirea unui atom de azot) și oferă posibilitatea de a fi

controlat prin câmp electromagnetic la temperatura camerei. Inițializarea stării cuantice și citirea rezultatului se pot face prin metode optice.

- **Quantum dots.** Adică mici particule de material semiconductor (cu diametre de 2-10 nm, cumulând 10-50 atomi). De exemplu, nanocristalele din sulfură de plumb (PbS) sau din arseniură de indiu (InAs) pot emite în domeniul SWIR (infra-roșu cu unde scurte).
- **Nanotuburile de carbon**, pe lângă multe alte întrebări derivate din proprietățile deosebite ale grafenului, deosebit de potențial și pentru calcul cuantic sau criptare cuantică, pe bază optică (SWIR; emisie de fotoni singolari).

Convergența tăcută

Actualmente, foaia de siliciu pe care se materializează tranzistoarele de comutație din alcătuirea microprocesoarelor electronice are grosimea de 7-14 nanometri, ceea ce (privind în urmă) este foarte puțin. Există temerea că la următoarea scadență (3-5nm), dimensiunile tranzistoarelor vor fi atât de mici încât procesele electrice (și respectiv logice) vor deveni instabile, și deja se experimentează materiale mai potrivite decât siliciul (precum InGaAs). De ce devin instabile? Tocmai pentru că miniaturizarea face ca fenomenele electrice să se combine nedorit cu cele specifice mecanicii cuantice. (Cumva similar cazului NEMS/MEMS - sisteme electro-mecanice nano/micro-scopice, de care avem și prin smartphone - unde forțele atomice/microscopice perturbă sau chiar surclasează forțele mecanicii clasice.) Așa încât nu ar fi de mirare dacă dinspre elita producătorilor de cipuri (AMD, Intel, Samsung, ș.a.) vor fi emise în mod firesc soluții concrete care să lucreze de fapt la limita dintre electric și cuantic. Așa cum sunt și tehnologiile promise pentru hard-disk-urile viitorului apropiat (HAMR, MAMR, TDMR, HDMR, BPMR, CPP/GMR, TAS, STT). De asemenea, și pentru SSD-uri se prevede o fuziune între electric și cuantic.

Astfel că, pentru calculatorul electronic este cumva realistă previziunea de a deveni cuantic fără să mai aștepte ivirea acelui holy-grail încheșat de la zero în creuzetul cercetărilor de *quantum computing*. Adică să păstreze simplu ștafeta.

MAGUAY

DATACENTER & AI SOLUTIONS

HPC SYSTEM BUILDER IT SYSTEM INTEGRATOR SOFTWARE DEVELOPER



Microsoft Partner



23 Bratului Street, District 2, Bucharest, Romania
Tel./Fax: 021.210.38.09, 021.210.38.33
www.maguay.ro | sales@maguay.ro

MAGUAY.RO

CERCETARE & ÎNVĂȚĂMÂNT SUPERIOR

Alte repere din cercetarea 'quantum computing'

Deja putem specula că, pe piață, 'quantum computing' se va manifesta mai întâi sub formă de servicii (un fel de SaaS) rulând pe echipamente deținute de organizații avansate în cercetarea QC (precum Google și IBM). Este însă probabil ca, în materie de hardware, primele comercializări comerciale să apară în domenii adiacente, precum telecomunicațiile. Oricum, deocamdată cercetarea vizează mai multe direcții, și ne facem datoria de a puncta realizările din domeniu, pentru că unele dintre ele vor constitui mai târziu repere de istorie. (Eventual vedeți și articolul 'Quo vadis Quantum Computing?' din Market Watch nr. 222/2020; www.marketwatch.ro/articol/16797/Quo-vadis-Quantum-Computing/)

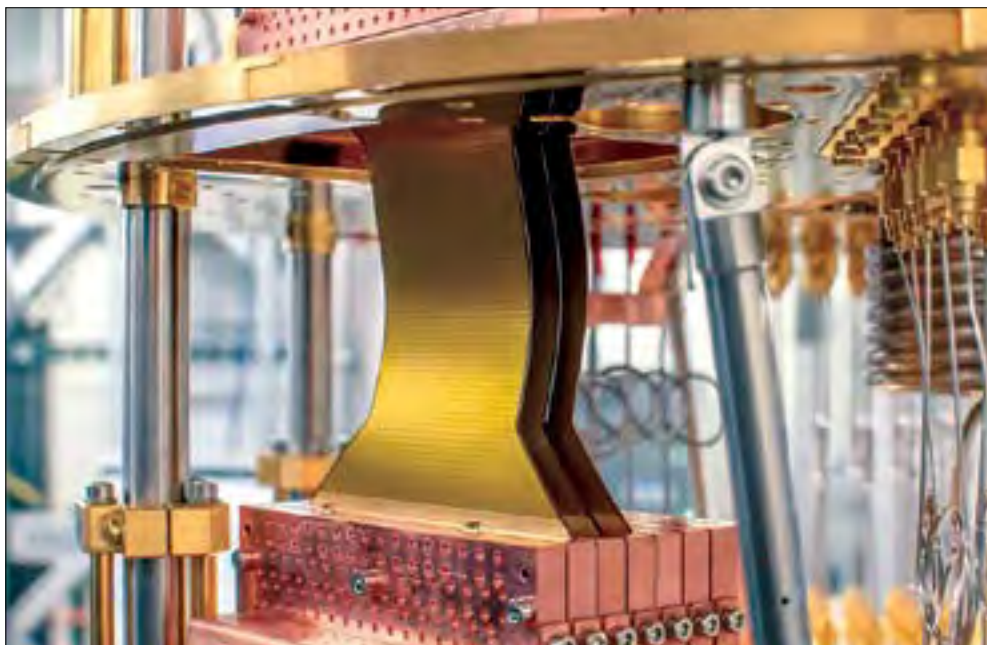
 **Mircea Băduț**

Dinspre cercetarea fundamentală

Începem cu câteva experimente și realizări din sfera generării și controlării particulelor cuantice care pot juca rol de q-bit (quantum-bit).

În 2017, lumea cercetării științifice înregistrează o realizare deosebită: Laboratorul Național de la Los Alamos (SUA) pune la punct o instalație-experiment care folosea nano-tuburi de carbon pentru a emite fotoni solitari la temperatura camerei și la lungimi de undă aplicabile în telecomunicații. (Emiterea de fotoni singolari, definită teoretic de peste 100 de ani, a mai fost obținută în ultimele decenii, însă doar experimental și cu limitări severe de aplicabilitate.)

Cinci ani mai târziu, în revista de cercetare 'Nature' se publica un articol interesant despre o realizare experimentală cu 'entanglement' de fotoni ([www.doi.org/10.1038/s41586-022-04987-5](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04987-5)). O echipă de fizicieni de la Institutul 'Max Planck' pentru Optică Cuantică a realizat un experiment în care se puteau genera până la 14 fotoni aflați în 'entanglement' (adică într-o "conexiune" de coerență a stărilor cuantice). Instalația avea potențialul de a fi adaptată pentru a suporta diverse stări cuantice aplicabile în experi-



mente „de aval”, aspectul acesta constituind până acum o gâtuire în fluxul Quantum Computing. (Pentru a folosi eficient eventualul calculator cuantic, nucleul acestuia trebuie să aibă la dispoziție grupuri mari de particule aflate în conexiune de coerență). Până anul trecut, generarea de fotoni în (stare de) entanglement se putea obține doar în condiții speciale/pretențioase, folosind cristale neliniare, în număr mic și cu slabe posibilități de controlare a stărilor cuantice. Metoda dezvoltată la Institutul 'Max Planck' pentru Optică Cuantică extinde net numărul de fotoni coerenți generați, și conferă nivelul de controlabilitate necesară în Quantum Computing. (Membrii echipei spun că alegerea fotonilor ca particule cuantice cu rol de q-biți are anumite avantaje, date de robustețea și manevrabilitatea lor în comparație cu alte particule cuantice.) Experimentul a folosit un atom de rubidiu, plasat într-o cavitate optică (rezonator optic vidat, având la interior oglinzi cu suprafețe conice), iar pentru a controla starea acestui atom s-a folosit lumină laser. Utilizând un impuls adițional, cercetătorii au putut declanșa emiterea către unui foton singular aflat în stare de conexiune cuantică cu starea atomului. Prin rotirea progresivă a atomului de rubidiu confiat în cavitatea rezonantă s-a obținut o serie de 14 fotoni conectați cuantic între ei. Pe lângă cantitatea semnificativă de fotoni emiși în stare de entanglement, experimentul a de-

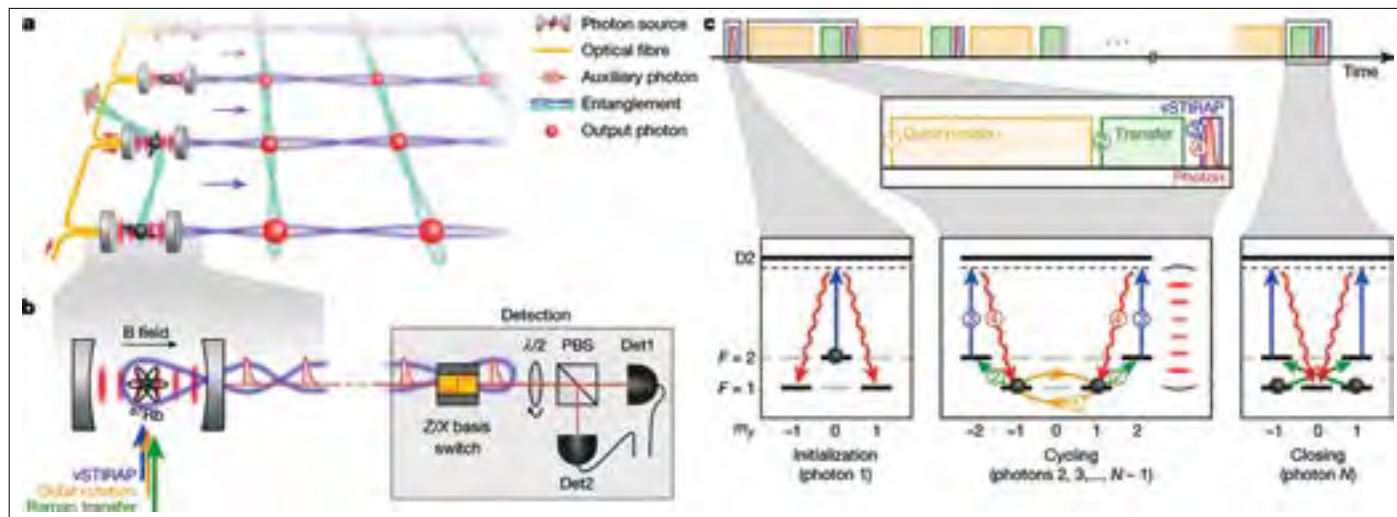
nit un reper în evoluția domeniului QC și prin metoda inovativă de generare și de controlare a particulelor cuantice (fiecare impuls de control determinând emiterea unui foton cu proprietățile dorite).

Repere din cercetarea aplicată

În octombrie 2019, o echipă de cercetători de la Universitatea Tehnică din Viena anunțau punerea la punct a unui protocol de măsurare a fazei electronilor, fiind și acesta un pas înainte înspre monitorizarea stării cuantice a particulelor angajabile în 'quantum computing'.

În 2016 specialiștii de la Google anunțau prima oară simularea unei molecule de hidrogen folosind tehnologie QC. (Remarcabil era atunci faptul că instalația a redus semnificativ erorile cuantice, erori care survin inerent când se analizează simultan mai mulți qubiți, știind că starea acestora poate fi perturbată de orice interferență exterioară, inclusiv de procedurile de monitorizare/citare.) În 2021, folosind o nouă versiune a instalației Sycamore de la Google, o echipă de la Stanford a obținut rezultate deosebite în studiul materiei în formă condensată. (www.nature.com/articles/s41586-021-04257-w)

Printr-o serie de experimente din 2016, cercetătorii de la Universitatea Harvard au pus la punct un material ce are atât potențial de interacțiune coerență la nivelul electronilor cât și proprietăți topologice. (Izolatorii



topologici sunt materiale care conduc electricitatea la suprafață, iar înspire interior se comportă ca izolatori electrici.) S-au analizat atunci efectele dispersiei prin atomii acelor materiale asupra momentelor electronilor manipulați (spinul electronilor). Modularea și dependența momentului electronilor de energia de propagare și de proprietățile acelor izolatori topologici deschideau perspective noi pentru protejarea qubiților de efectul pierderii coerenței stării cuantice. (www.nature.com/articles/s41567-019-0700-8)

Tot din acea locație geografică aflăm în 2021 că o echipă condusă de la Harvard-MIT Center for Ultracold Atoms a dezvoltat un model de calculator cuantic programabil lucrând pe 256 de qubiți. (Tot de la Universitatea Harvard poate ar trebui menționat și sistemul de control al q-biților bazat pe tehnologia CRISPR, vizând manipularea prin intermediul unor proteine modificate genetic.)

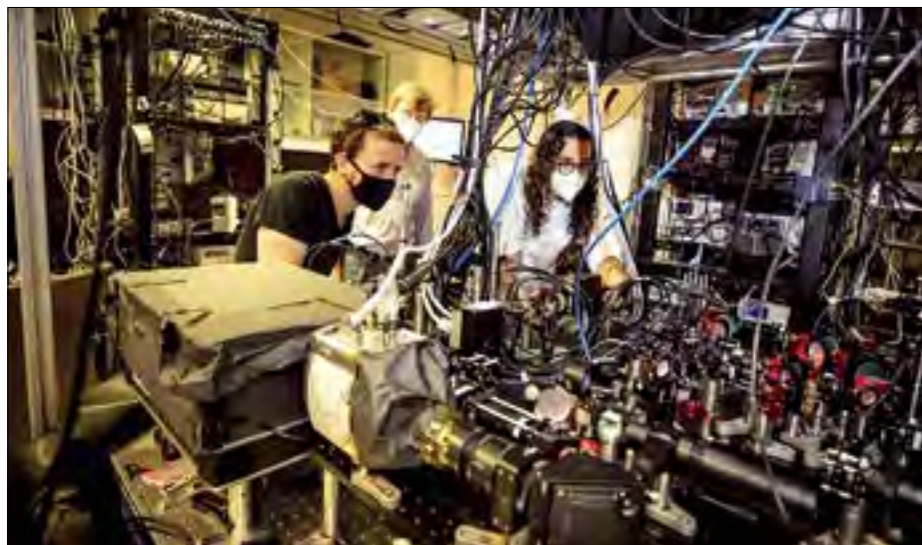
Cercetătorii de la Universitatea Yale au creat un dispozitiv cuantic de procesare a informației bazat pe particule cuantice individuale. Acest dispozitiv a demonstrat că este posibilă construirea unor circuite cuantice cu mai mult de 50 de qubiți. Două dintre direcțiile de aplicare vizau modelele electromagnetice ale circuitelor superconductoare (cu particule în joncțiuni Josephson) și respectiv spinul electronilor captați în semiconductoare de tip 'quantum dots'. (seas.yale.edu/news-events/news/combining-two-approaches-advance-quantum-computing)

De la echipa 'Basel Quantum Center' aflăm despre o serie de realizări interesante folosind materie condensată (reușindu-se în premieră europeană controlarea simultană a 10 qubiți) dar și în sfera fotonicii (inclusiv prin conectarea a două sisteme cuantice folosind fibră optică). În martie 2023 cercetătorii de

la Universitatea din Basel au dovedit posibilitatea de a manipula și identifica grupuri mici de fotoni corelați. (www.nature.com/articles/s41567-023-01997-6)

Anul trecut compania IBM anunța că în 2023 va lansa procesorul IBM Quantum Heron rulând pe 133 de qubiți, bazat pe o arhitectură folosind facilitățile Circuit Knitting (partiționarea circuitelor cuantice mari în subcircuite, și reîmpietirea rezultatelor partițiale pentru obținerea rezultatului complet) și Quantum Serverless (o interfață cu utilizatorul care permite rularea facilă de algoritmi cuantici complecși, sarcinile putând fi distribuite intern la mai multe QPU-uri). Tot atunci era anunțat și controller-ul de memorie cryo-CMOS de 4K realizat miniatural în tehnologie FinFET de 14nm. De altfel, în noiembrie 2022, IBM deja anunța un alt record: construirea unui quantum computer, Osprey, lucrând cu 433 qubiți, adică cu mult peste cei 127-qubiți ai propriului record anterior (și peste cei 53 de qubiți ai calculatorului Google Sycamore).

Uneori pași aceștia ne pari mari, alteori mici, deși relevanța lor adevărată o va da doar timpul, și nu o va face neapărat în curând. Deocamdată nu au apărut (și nici măcar nu s-au prevestit) soluții de Quantum Computing care să aibă aplicabilitate practică cât de cât comparabilă cu cea a calculatoarelor electronice. În plus, deseori există confuzii în știrile din sfera/direcția aceasta, neînțelegeri/erori induse nu doar de dificultatea tehnico-științifică a domeniului, ci și de nerăbdarea publicului. Da, deocamdată QC rămâne un domeniu destul de „ezoteric”. Însă, prin pașii (mai mici sau mai mari) pe care îi fac diversele echipe de cercetători din lumea mare, se întăresc speranțele că într-un viitor nu prea îndepărtat calculatoarele cuantice se vor dezvolta suficient pentru a rezolva probleme importante din domenii mai pretentioase, precum fizica, chimia, biologia sau climatologia. (Deși probabil că mai curând vom vedea în calculatoarele electronice anumite componente lucrând la nivel cuantic.) ■





Digital Security
Progress. Protected.

ESET PROTECT Complete

Securizați infrastructura IT cu o soluție business completă, antivirus și anti-malware, administrată via cloud sau on-premise, ce protejează datele critice și toate operațiunile digitalizate ale companiei dumneavoastră.

Componente incluse



Consolă de
administrare



Protecție Endpoint
+
Mobile Threat Defense



Advanced
Threat Defense



Protecția
aplicațiilor în cloud



Server Security



Criptare Full Disk



Mail Security



Managementul
patch-urilor și
vulnerabilităților

Peste 30 de ani de expertiză

Producător european lider în securitatea digitală



Testați gratuit soluțiile noastre business pentru 30 de zile
www.eset.ro

Mircea Băduț

profesional
practic

AutoCAD-ul *în trei timpi*

inițiere, utilizare,
performanță



Ediția a V-a

POLIROM