

# SOCIETATEA BAZATĂ PE INFORMAȚIE - REZULTANTĂ A EVOLUȚIEI TEHNOLOGIEI ȘI A COMPLEXITĂȚII VIITORULUI

Prof. dr. ing. Mircea Petrescu

Comisia Națională de Informatică

Reuniunea de azi, constituie un pas important în realinierea tehnologiilor informației în țara noastră - care au de acum o vechime venerabilă - inclusiv a informaticii, în particular, la mișcarea ascendentă generală care are loc pe plan mondial în acest domeniu. Este meritul Academiei Române, al Secției de Știința și Tehnologia Informației, de a fi aprofundat încă de mult însemnătatea tematicii care este abordată azi și de a organiza, în cadrul programului România 2020, dezbaterile la care participăm.

Încerc un sentiment de emoție, generat și de faptul că avem printre noi un respectat coleg, membru de onoare al Academiei Române, care a conceput, proiectat, realizat și pus în exploatare un calculator electronic numeric cu aproape 40 de ani în urmă în laboratoarele Institutului de Fizică Atomică ale Academiei. În fapt, România a fost printre primele 10 țări ale lumii în care s-a realizat un calculator numeric. Această întâietate incontestabilă și acordată, evoluția ulterioară a cercetărilor și producției sistemelor de calcul la noi, specificul situației noastre actuale - nu le înțeleg ca un paradox, ci ca evenimente istorice pline de învățăminte, care trebuie să ne dea încredere, speranță, curaj. Și încă o cauză a emoției mele, este aceea că am avut șansa de a lucra și învăța în preajma dlui. inginer Victor Tinca, pentru o perioadă de timp, la începutul carierei mele.

Cred, deci, că avem temeri puternice - imposibil de combătut, de a adera - ceea ce de altfel, am și făcut cu toții - la cursul nou al tehnicii de calcul și comunicațiilor, al electronicii numerice, al electronicii în general. Acesta este semnul și imperativul epocii. Pe baza acestor domenii a apărut, se extinde și se va generaliza societatea bazată pe prelucrarea informației, pentru care nu putem să nu optăm. Această opțiune se sprijină, firește, pe experiența noastră trecută, pe preocupările prezente - în mai multe zone ale tehnologiilor informației. Însă, în primul rând, opțiunea noastră națională privind acest subiect este o consecință a faptului că dezvoltarea generală, economică, socială, științifică și culturală, spirituală în sens larg, nu mai poate fi concepută în afara folosirii extinse a tehnologiilor informației.

Ideea de dezvoltare - ca și cerințele sale - s-a impus treptat în ultimul secol, devenind un concept-cheie în gândirea științifică în general, în gândirea economică și

social-politică a contemporaneității. Într-un mod destul de straniu, însă, se trece cu relativă superficialitate peste aprofundările conceptuale și chiar peste precizările terminologice necesare studiului deplin al acestui concept. Chiar și Organizația Națiunilor Unite, care în ultimele decenii a abordat cu generozitate subiectele dezvoltării, a evitat definiții foarte explicite. Desigur, a fost conturat conținutul noțiunii - chiar în strategia celui de al doilea deceniu al ONU pentru dezvoltare, în urmă cu douăzeci de ani, în care a fost afirmat principiul creării condițiilor de stabilitate și de bunăstare, cel al "asigurării unui nivel de viață minim compatibil cu demnitatea socială grație progresului și dezvoltării economice și sociale". Ca oameni de știință, ne preocupă însă termenii definiții cu mai multă precizie și rigoare, fără sensuri și utilizări discutabile. În particular, în contextul dezbaterii de azi, credem că este obligatoriu să punem în lumină imposibilitatea existenței unei dezvoltări autentice, în plan general, care să nu se sprijine pe un ansamblu de tehnologii evaluate, după cum progresul acestor tehnologii nu poate fi conceput în afara unui proces dinamic de dezvoltare.

Firește, în plan mondial, lucrurile s-au schimbat considerabil în ultimele două decenii, exemplele date de realitățile din spațiile nord-american, vest-european și extrem-oriental relevând zdrobitor faptul că dezvoltarea nu se poate concepe fără tehnologie în general - și, ținând seamă de cadrul în care mă găsesc - de tehnologia informației în special. Îmi permit, totuși, să insist relativ mai mult asupra acestei corelații deoarece la noi, sub presiunea dificultăților proceselor tranzitorii pe care le parcurgem, adesea a fost uitat, într-un anumit grad, faptul că dezvoltarea se sprijină pe tehnologii, iar aceasta implică activitate industrială într-un sens larg și, evident, modern. În sprijinul realității acestui adevăr, îmi permit să aduc un citat dintr-o carte scrisă la cumpăna dintre societatea industrială și cea post-industrială, în anii în care calculatorul se maturizase și era denumit deja "sistem de prelucrare a informației", telecomunicațiile erau recunoscute ca o infrastructură esențială a lumii occidentale, dar sinteza celor două domenii în ceea ce azi denumim generic "tehnologie a informației" era abia previzibilă. Cartea era "Noul Stat industrial", în care John Kenneth Galbraith scria: "... există o largă convergență între sistemele industriale. Imperativele tehnologiei și organizării, și nu imaginile ideologice, sunt ceea ce determină forma unei societăți economice".

Firește, pentru noi toți tehnologia trebuie înțeleasă în sens larg. Aș reaminti, aici, o definiție propusă de academicianul Mihai Drăgănescu: "Sensul cel mai adecvat (al tehnologiei) este dat de înțelegerea ei ca mijloc sau capacitate de a realiza o anumită activitate. De aceea, termenul de tehnologie nu se utilizează numai în raport cu producția. Prin urmare, tehnologia este delimitată uneori ca o aplicare sistematică a cunoștințelor organizate la activități practice, în special productive".

Extinzând citatul de mai sus și, totodată, pentru a reintra în nucleul tematic al nostru, să afirmăm, încă o

dată, un adevăr cunoscut din totdeauna, dar pe care deabia în prezent umanitatea se străduie să-l valorifice cât mai complet, societatea: niciuna din activitățile omului lucrător sau gânditor nu poate exista fără informație. Iar informația, pe care omul o poate gândi ca operând în afara lui și în numele lui, devine unul din "ingredienții" fundamentali ai evoluției tehnologiei și societății.

Se înțelege de la sine că interacțiunea dezvoltare-tehnologie nu poate fi productivă decât pe termen scurt dacă nu se sprijină pe și nu alimentează cu informație ansamblul disciplinelor științifice de specialitate și al celor fundamentale. S-ar putea întâmpla, din acest punct de vedere, ca domeniul nostru - cel al științei și tehnologiei informației - să ofere unul din cele mai concludente exemple actuale ale unității conceptuale - pe de o parte, respectiv ale valorii înalte a consecințelor practice a interacțiunii din sistemul discipline științifice - tehnologie (inclusiv în sens larg) - dezvoltare în general. Să ne gândim la un sistem electronic numeric, parte a unui echipament de prelucrare de informație sau a unui sistem de comunicație. Un model matematic răspândit pentru astfel de sisteme este automatul finit. Dacă pe mulțimea stărilor acestui automat - care, se înțelege, este un obiect abstract - se poate pune în evidență existența unei latici de partiții închise, atunci sinteza logică generală ca și proiectarea tehnică efectivă a sistemului real ne pot conduce la o structură cu organizare superioară a acestuia (de exemplu, cu un grad avansat de paralelism), deci cu performanțe mai înalte și, ceea ce este la fel de important, cu un cost mai redus ca cele ale altor variante.

Reflecțiunile, studiile mai recente sau mai puțin profunde, literatura privind societatea post-industrială, în care calculatorul, electronica în general - au devenit o "tehnologie conducătoare", au apărut în număr considerabil, inclusiv în țara noastră, chiar și înainte de anul 1990. În aceste condiții, a sublinia insistent însemnătatea de azi a tehnologiilor informației ar fi exagerat. Totuși, prezint câteva fapte și tendințe, a căror aprofundare ne-ar putea ajuta în mai buna selectare a preocupărilor de la noi, în planul aplicațiilor cu impact economic și social pe termen mediu și lung, în planul concepției - deci al cercetării și dezvoltării, în planul instruirii. Evident, mă voi referi la exemple care demonstrează convingător obligativitatea folosirii tehnologiei informației în, practic, toate ariile de acțiune umană, obligativitate care decurge din performanțele și caracteristicile generale ale sistemelor de calcul sau de comunicație, performanțe și caracteristici fără de care nu se poate concepe abordarea a numeroase probleme actuale ale cercetării-dezvoltării, ale asistenței sociale, ale cunoașterii și protecției mediului ș.a.

Una din direcțiile fundamentale în care avansează în prezent teoria și practica sistemelor numerice este cea a calculului și a comunicațiilor de performanțe înalte. Supercalculatoarele ultimului deceniu (de exemplu, din familiile Cray, Thinking Machine etc.), interconectarea actuală a stațiilor de lucru, reprezintă pași în această direcție. Sunt deja anunțate sisteme de

calcul de performanță înaltă capabile să efectueze 100 Gops.

Sisteme din această clasă de performanță sunt proiectate în arhitecturi multiple din care multe vor fi, probabil, hibridizări ale modelelor de calcul anterioare. Sunt studiate (în proiecte mixte, industrie - universități) modele noi de calcul, care pot duce la performanțe superioare pentru multe clase de probleme. Încă de pe acum au fost proiectate și prezentate sisteme de memorie de masă Scalabile de capacități foarte înalte (pentru sisteme de arhivare). Evident, este în curs dezvoltarea unor sisteme de operare adecvate, care vor putea să suporte eficient aplicații eterogene distribuite, pe configurații de înaltă performanță (viteză) realizate cu sisteme dedicate sau/și stații de lucru.

O componentă esențială în domeniu este reprezentată de algoritmi avansați și tehnologiile avansate de programare. Susținerea unor niveluri superioare de performanță a sistemelor de calcul implică, în mod esențial, perfecționări semnificative în proiectarea algoritmilor și a tehnologiilor de programare. Sistemele paralele și distribuite creează, în fapt, oportunități noi - ridicând însă și probleme noi - pentru algoritmi și pentru "software". Iar progresul în programarea "generică" este necesar în reducerea timpului consumat de cercetătorii aparținând altor discipline pentru a asimila noi metode de calcul. Utilizatorii sistemelor de înaltă performanță au, firește, multe necesități comune de tehnologii "software" și medii de programare, incluzând instrumentele specifice, programele de sistem, suporturi pentru reutilizarea de componente de programe și altele. În afară de componente "convenționale", instrumentele software includ, de exemplu, mijloace de optimizare și de paralelizare, suporturi de interoperabilitate, mijloace pentru gestiunea, vizualizarea, depanarea și analiza informației, tehnici de evaluare a performanțelor și măsurare etc. În figura 1 se dau indicații privind disponibilitatea de software de aplicații pentru sistemele de performanțe înalte.

**Motivația obiectivă** a ofensivei actuale în zona calculului de înaltă performanță este constituită de cerința abordării unor probleme de mare complexitate - așa numitele probleme cu intensitate înaltă a prelucrării informației - sau a calculului (figura 2).

Dintre acestea, menționez câteva a căror tratare va fi curentă în jurul anului 2000:

- prevederea fenomenelor meteorologice de mare pericol cu circa 6 ore înaintea producerii; prelucrarea modelului unei zone cu raza de 5 km va reclama un calculator cu viteza de 20 Teraops (20.000 Gops).

- studiul genelor cancerigene. Se știe că cei mai buni algoritmi pentru determinarea similarității moleculelor au complexitatea de timp proporțională cu lungimea moleculelor comparate. Dacă cele trei miliarde de perechi de bază ale genomului uman ar fi analizate cu metodele folosite în 1984, durata simulării pe cele mai rapide supercalculatoare actuale ar fi de câteva sute de ani. Este evidentă însemnătatea

strategică a unor cercetări de acest tip pentru medicina secolului care urmează.

Fără a mai adăuga detalii, menționez în plus, următoarele domenii de studiu care vor fi abordate cu ajutorul sistemelor de înaltă performanță: proiectarea unor noi materiale superconductoare, studiul și controlul în timp real, practic, al poluării aerului, proiectarea aeronavelor și al altor vehicule spațiale, conservarea energiei și combustia turbulentă (subiect strâns legat de industria de automobile), proiectarea și încapsularea microsistemelor, biosfera planetei noastre, studiul și proiectarea rețelelor de viteză mare, instruirea folosind rețele naționale de calculatoare pentru cercetare și învățământ (figura 3).

Am înclinat către prezentarea exemplor de mai sus, împins de natura formației și a preocupărilor mele profesionale. Este însă evident că aplicații de considerabilă întindere și complexitate din sfera simulării proceselor economice sau sociale, sunt deja abordate pe sisteme de calcul de mare capacitate, iar în următorul deceniu unele din aceste procese vor necesita studiul cu ajutorul sistemelor de prelucrare de înaltă performanță sau vor fi urmărite în timp real prin rețele de comunicații și de prelucrare din această clasă. Să nu uităm aici că, în urmă cu 15 ani, Tinbarger folosea modele de mari dimensiuni pentru simularea creșterii economice.

Complexitatea societății omenești, considerabilă și plină de contradicții în prezent, va crește, probabil, vertiginos, în următoarele zeci de ani. Ne conduc la această afirmație simplă evoluțiile tuturor proceselor economice, ale proceselor din sfera științei și a tehnologiei, ale proceselor culturale în sens clasic, ale proceselor sociale și politice, evoluția interacțiunii între umanitate și mediul natural etc. Cunoașterea chiar la nivel elementar a acestor procese, analiza lor, încercarea de a le menține pe traiectorii convenabile omului, implică, din nou, acumularea unor cantități colosale de informații, prelucrarea rapidă a acestora, transmiterea lor rapidă pe magistrale de comunicație de capacitate tot mai mari.

La nivelul globului terestru, în 1977 populația totală era de 4,124 miliarde de oameni. Ea a devenit 4,508 miliarde în 1981, respectiv 5,501 miliarde de oameni în 1993 (figura 4).

Iată o primă măsură a complexității societății - cea a mișcării demografice, care va ridica repede probleme crescânde în zona sistemelor de informație (SI).

Este deci foarte probabil, luând de bază datele de mai sus, ca în anul 2020 populația globului să fie cu 2 miliarde de oameni mai mare ca în prezent. Într-o viziune simplistă, chiar rudimentară, să ne imaginăm că pentru descrierea fiecărei persoane într-o bază de date - o astfel de tendință este vizibilă net în toate țările dezvoltate - sunt necesare 300 de caractere. Deci, dacă în 1981 pentru stocarea acestor informații erau necesare 1350 Gcaractere, în 1993 ar fi fost necesare 1650 Gcaractere - deci o creștere de 22% a unui necesar ipotetic de memorie externă, iar în 2020 informația ar fi stocată într-o memorie de 2250

Gcaractere. Ilustrarea, repet, este simplistă însă ea ne poate da o idee asupra evoluției unui segment al sistemelor de informație ale viitorului. Firește, în același mod putem raționa asupra performanțelor calculatoarelor necesare pentru a prelua, în timp util, asemenea volume de informații sau ale canalelor de comunicație care le vor interconecta.

O altă măsură - sintetică până la extrem - a evoluției complexității proceselor economico-sociale ne-o dă variația produsului intern brut al unor țări, în ultimii 25 de ani (figura 4). Intuim imediat că cerințele de viteză de prelucrare, de memorie, de tipuri de sisteme de programe de pază, utilitare, de aplicații pentru sistemele de informații destinate simulării traiectoriilor posibile a unor procese cu o astfel de evoluție vor fi, la rândul lor, amplificate considerabil. Nu am mai adăugat, firește, obligativitatea încorporării în aceste sisteme a unor tehnologii superioare de comunicare om și mașină, ca de exemplu, cele de acces în limbaj natural la baze de date și de cunoștințe în modele încă neinventate acum etc.

Se înțelege că amplificarea complexității proceselor globale, sugerată foarte elementar mai sus, va avea consecințe directe, de natură cantitativă și calitativă, în plan informațional. Mă mărginesc la a evoca una singură: creșterea continuă a entropiei informaționale, atât la nivelul diverselor subsisteme, cât și la nivel global. Așadar, creșterea complexității va antrena gradul de incertitudine privind realizarea diferitelor evenimente, cu urmări posibile în multiple domenii, inclusiv în cel decizional. În aceste condiții, se impune ca sistemele de informație ale viitorului - dar începând încă de astăzi, deoarece acum trăim prima clipă a acestui viitor - să fie atent structurate și proiectate, pentru a putea asigura o evoluție ordonată - sau îndeajuns de ordonată - a sistemului global, a componentelor sale, evitându-se intrarea într-un regim de haos informațional.

Iată cel puțin unul din temeiurile pentru care țările dezvoltate pun în prezent cu atâta acuitate problema societății informaționale și acționează energic și rapid în direcția realizării acesteia. Conceptul de Infrastructură Globală de Informație este bine instalat și el a constituit unul din subiectele centrale ale conferinței Grupului celor 7 (G7), organizată în urmă cu două săptămâni de Comisia Europeană. În anul 1991, președintele George Bush a semnat "Actul - sau Decretul - privind calculul și comunicațiile de performanță înaltă". În anul fiscal 1993, acestui proiect i-au fost alocate din bugetul federal 803 milioane dolari (din care 178 pentru calculatoare de înaltă performanță, 346 - pentru algoritmi și tehnologii avansate de programare, 123 - pentru rețeaua națională de calculatoare destinată cercetării și învățământului, 156 - cercetărilor fundamentale, abordate cu mijloace de calcul și de comunicație de performanțe înalte și resurselor umane). La finele anului 1993, Comisia Europeană a adoptat "Cartea Albă - pentru creștere, competitivitate, folosirea forței de muncă", prin care se propune ca la nivelul Uniunii Europene, pentru dezvoltarea tehnologiilor informației, să fie alocate 150 miliarde ECU până în anul 2004, din care 67 miliarde

ECU - până în 1999. În vara anului 1994, reuniunea primilor miniștri ai țărilor Uniunii Europene aprobă "raportul Bangemann" privind Europa și societatea informațională la nivel planetar, care propune un program operațional de acțiune, definind procedurile de acțiune precise și mijloacele necesare. Să observăm un fapt, pe care doresc să îl subliniez cu insistență: conducerile statelor și organizațiile interministeriale consideră esențială realizarea societății informaționale, fiind direct implicate în această direcție, iar "Infrastructura Informațională Globală" este un obiectiv viitor care se găsește însă în curs de făurire în prezent! Această stare de spirit și de acțiune a fost reconfirmată de întâlnirea miniștrilor din Grupul celor 7, evocată mai sus. În concluziile acestei întâlniri - prezentate la 27 februarie 1995, se arată, printre altele, următoarele:

- O nouă revoluție orientează umanitatea către "Epoca Informației" (Information Age). Tranziția calmă și efectivă spre societatea informațională este unul din obiectivele cele mai importante care trebuie abordate în ultimul deceniu al secolului al 20-lea. Rezultatul conferinței confirmă că partenerii din G7 sunt hotărâți să joace un rol conducător în dezvoltarea Societății Informaționale Globale.
- Acțiunea G7 trebuie să contribuie la integrarea tuturor țărilor într-un efort global. Țărilor aflate în tranziție și celor în curs de dezvoltare trebuie să li se ofere șansa de a participa integral în acest proces.
- Pentru a atinge obiectivul propus, guvernele trebuie să sprijine inițiativele și investițiile private, să asigure un cadru adecvat pentru stimularea investițiilor private, cadru de care să beneficieze toți cetățenii. Guvernul trebuie, de asemenea, să creeze o atmosferă internațională favorabilă, prin promovarea colaborării în general, inclusiv cu organizațiile internaționale.
- Partenerii din G7 propun opt principii de bază pentru realizarea viziunii lor comune asupra "Societății Informaționale Globale":
  - promovarea unei competiții dinamice;
  - încurajarea investițiilor private;
  - definirea unui cadru adaptabil de reglementări;
  - realizarea unui acces deschis la rețele, toate acestea prin:
    - asigurarea condițiilor de acces universal la servicii;

- promovarea egalității în șanse pentru cetățean;

- promovarea diversității conținutului, inclusiv a diversității culturale și lingvistice;

- realizarea unei contribuții la dezvoltarea generală a țărilor.

Principiile de mai sus, așa cum a propus conferința miniștrilor din G7, se vor aplica "Infrastructurii Societății Informaționale Globale" prin intermediul următoarelor elemente:

- promovarea interconectivității și interoperabilității;
- dezvoltarea piețelor globale pentru rețele, servicii și aplicații;
- asigurarea respectării naturii private a unor informații și a securității datelor;
- protejarea drepturilor de proprietate intelectuală;
- cooperarea în cercetare-dezvoltare și în dezvoltarea de aplicații noi;
- observarea și reglarea implicațiilor "sociale" ale Societății Informaționale.

Concluziile reuniunii Grupului celor 7 sunt, desigur, mai ample și nu îmi propun a continua prezentarea lor. Aș dori numai să adaug că o însemnătate înaltă este asociată creării de noi locuri de muncă și îmbunătățirii calității muncii în contextul globalizării societății bazate pe informație, ca și legăturii între aceasta și economia bazată pe cunoștințe.

\*  
\* \*

Iată, deci, condițiile în care și România, aflată într-un proces de tranziție general, de cele mai multe ori foarte complicat, trebuie și ea să își stabilească modalitățile specifice în care va evolua către societatea bazată pe informație. Opțiunea noastră este, după părerea mea, făcută în mod implicit, prin decizia și speranța de a reuși în amorsarea cât mai rapidă a unui proces nou de dezvoltare economică, socială, spirituală. În înțelegerea mea, elementele generale de strategie a informatizării țării, elaborate și propuse de Comisia Națională de Informatică încă de acum câțiva ani, coincid cu tendințele și obiectivele generale, formulate și puse în lucru în plan internațional, privind construirea societății informaționale. Iar foarte recente inițiative ale României urmând elaborarea strategiei de asociere și aderare la Uniunea Europeană, sunt de natură să întărească speranța noastră că vom avea succes în promovarea tehnologiilor informației în România.



Performanțe necesare  
pentru probleme de mare complexitate

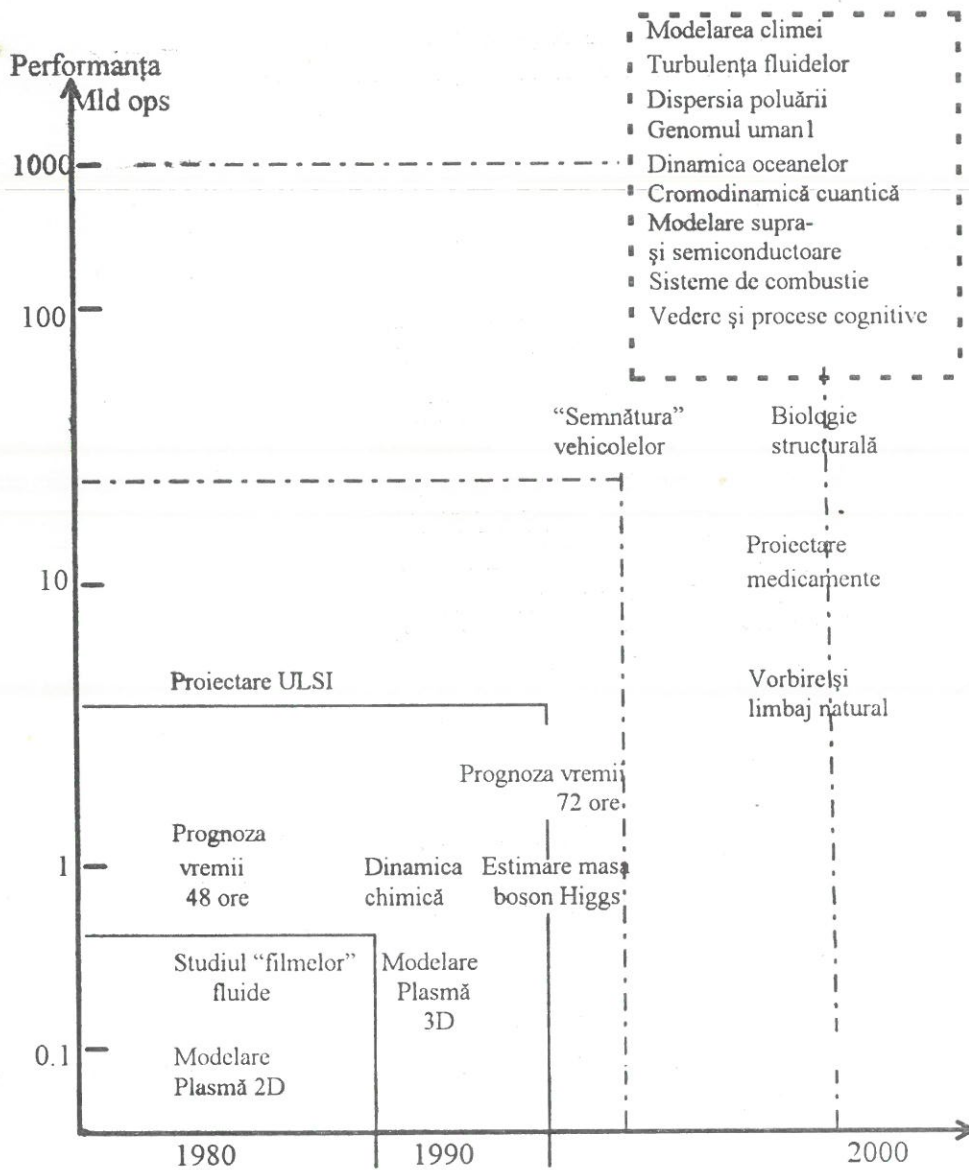


Figura 2

(Sursa : Grand Challenges 1992, Federal Coordinating Council  
for Science, Engineering and Technology, SUA)

Aplicații  
ale rețelelor pentru cercetare și învățământ  
- caracteristici de bandă și de trafic -

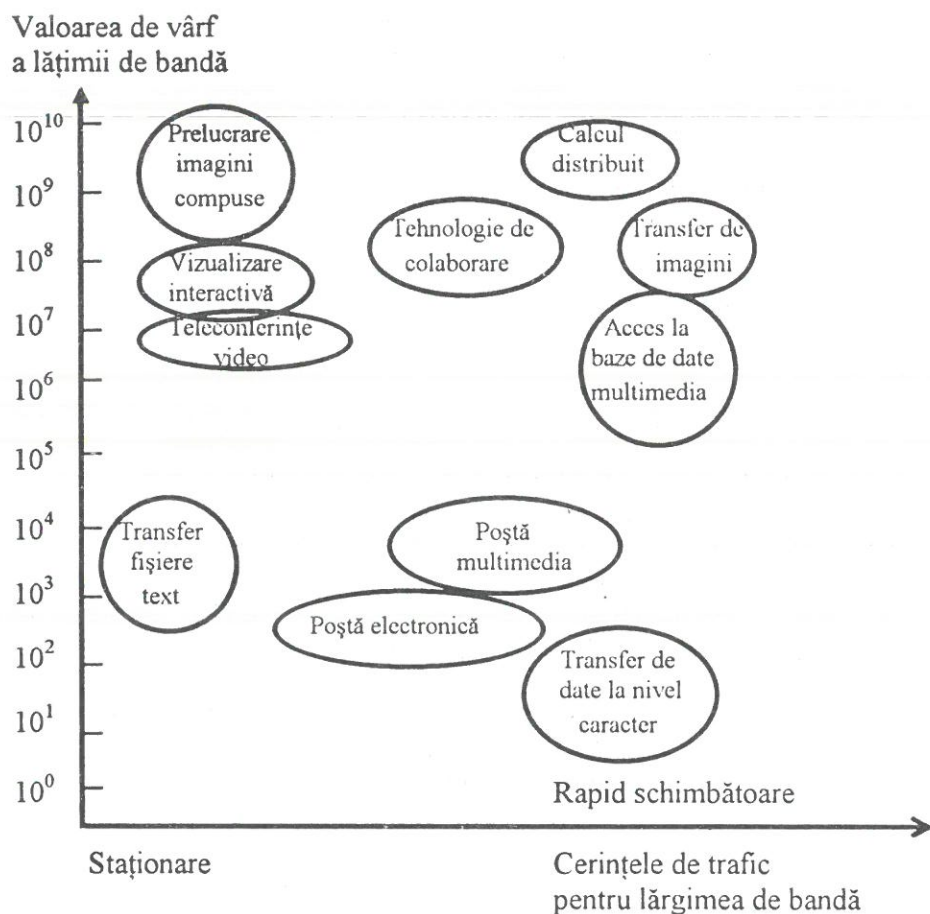


Figura 3

(Sursa : Grand Challenges 1992, Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology, SUA)

Populația globului terestru

milioane locuitori

<i>1977</i>	<i>1981</i>	<i>1993</i>
4124	4508	5501

Produsul intern brut pe locuitor în unele țări

	<i>1970</i>	<i>1985</i>	<i>1990</i>	<i>1992</i>
Belgia	2.652	8.290	17.610	20.880
Brazilia	-	1.640	2.720	2.770
Danemarca	3.159	11.380	22.470	26.000
Franța	2.770	9.810	19.460	22.260
Finlanda	2.251	11.000	24.110	21.970
Grecia	-	3.650	5.960	7.290
Italia	1.727	7.750	16.950	20.460
România	-	-	616*	-
Spania	1.089	4.370	11.030	13.970

\* În 1990, 1\$ ≈ 60 lei

**Figura 4**

(Sursa : Anuarul Statistic al României, 1994)