

Achiziția, gestiunea, partajarea și prelucrarea cunoștințelor pe web, elemente esențiale în societatea cunoașterii

*Prof.dr.ing. Ștefan Trăușan-Matu**

1. Societatea cunoașterii, urmașa societății informaționale

Este evident că societatea bazată pe cunoaștere (prescurtat “societatea cunoașterii”), spre deosebire, de exemplu, de societatea industrială sau de cea informațională, va avea în prim plan cunoașterea, modalitățile de achiziție, de teaurizare, de transfer și exploatare ale acesteia.

Noțiunea de societate informațională este probabil bine intuită de marea majoritate a persoanelor. Ea se referă la o societate umană în care utilizarea calculatoarelor este omniprezentă. Această omniprezență duce la un volum imens de informații stocate în baze de date, la transmiterea lor și, cel mai important, la prelucrarea lor în variate scopuri. Societatea informațională are, în plus, consecințe majore în schimbarea accentului de la primatul forței mecanice, specifică erei industriale, la forța informației, specifică noii societăți. Munca își schimbă și ea natura preponderentă de la cea fizică la cea intelectuală. De ce însă se recurge acum la o nouă sintagmă, în care este înlocuit termenul “informațional” prin “cunoaștere”? Care este schimbarea, îmbunătățirea adusă de societatea cunoașterii?

Deoarece societatea informațională este bazată pe informație, un prim răspuns poate fi obținut prin analogie cu distincția făcută în informatică între prelucrarea informațiilor (“information processing”) și prelucrarea cunoștințelor (“knowledge processing”). Referirea la societatea cunoașterii trebuie situată în acest context, al alăturării la, al continuării, al evoluției societății informaționale.

Societatea cunoașterii integrează sinergetic tehnicile de reprezentare și prelucrare a cunoștințelor cu sistemele multiagent, deja știute din inteligența artificială, cu facilitățile de comunicare multimedia oferite de hipertextul global World Wide Web (WWW sau, pe scurt web) și cu tehnicile de prelucrare a documentelor pe baza limbajelor derivate din XML [37, 40]. Din această perspectivă, societatea cunoașterii poate fi caracterizată ca folosind tehnicile de reprezentare a cunoștințelor la nivelului web-ului (prin ontologii și

* Universitatea "Politehnica" București, Centrul de Cercetări Avansate în Învățare Automată, Prelucrarea Limbajului Natural și Modelare Conceptuală al Academiei Române

metadate [6, 21]) pentru implementarea de aplicații B2B (“Business to Business” - interconectarea aplicațiilor informatice de afaceri pe web), e-commerce (comerț pe web), e-learning, e-content etc.. De fapt, tehnicile de prelucrare a cunoștințelor au devenit o necesitate în contextul volumului imens de informații disponibile global pe web. Ele au fost adaptate la eterogenitatea webului prin intermediul limbajului XML [37, 40].

2. Baze de cunoștințe și ontologii

2.1 Specificul cunoștințelor în informatică

Pentru a discuta despre societatea bazată pe cunoaștere trebuie, mai întâi să se facă o analiză a ceea ce se înțelege prin “cunoaștere”. Această analiză trebuie să plece de la distincția între informație și cunoaștere.

Noțiunea de “cunoaștere” poate fi definită în variate moduri. Orice persoană o poate defini, mai mult sau mai puțin pertinent. Spre deosebire de informație, noțiune centrală în informatică (de unde și termenul de IT - “information technology” - “tehnologia informațiilor”), cunoașterea era, în acest domeniu, până de curând, specifică doar subdomeniului inteligenței artificiale. În acest context, cunoașterea are o semnificație bine precizată. Consider că este o mare greșală considerarea conceptului de societate a cunoașterii în afara noțiunii de cunoaștere din inteligență artificială, deoarece acest concept a apărut tocmai în contextul fenomenului extinderii informatizării societății.

Conform definiției lui Alan Newell, unul din pionierii și teoreticienii inteligenței artificiale, cunoașterea este ceea ce poate fi atribuit unui agent (uman sau artificial, adică un program de calculator autonom care interacționează cu mediul său înconjurător) astfel încât comportarea sa să poată fi catalogată drept rațională [13]. În consecință, am putea spune că societatea cunoașterii este populată cu agenți (din care mulți sunt agenți artificiali) care acționează rațional. O observație importantă în acest sens este că o comportare rațională este o comportare predictibilă (cu conotație pozitivă, de situație într-un mecanism), ducând la posibilitatea cooperării între agenți în vederea atingerii unor scopuri comune. Și în [7] cunoașterea este analizată din mai multe perspective: filosofică, cognitivă, pragmatică etc., în contextul impus de societatea cunoașterii. Se face o distincție între cunoaștere și informație, o definiție a cunoașterii fiind introdusă prin raportarea la informație: Cunoașterea adaugă un înțeles, asociază o acțiune ca urmare la apariția unei informații, această definiție fiind similară cu cea a lui Newel.

Tot Newell, în lucrarea sa “Nivelul cunoștințelor” postulează că, în universul științei calculatoarelor, există un nivel separat, al cunoștințelor, situat deasupra nivelului programelor (denumit și nivelul simbolic), nivel care, la rândul lui este situat deasupra celor specifice “hardware”-ului (“transferul între regiștrii, circuitele logice, circuitele și dispozitivele). Trecerea la noul nivel, al cunoștințelor, este noutatea adusă și de societatea cunoștințelor față de cea a informației.

După postularea noului nivel, Alan Newel trece la caracterizarea acestuia. La acest nivel sunt identificate scopuri, acțiuni și corpuri de cunoștințe. Prin corespondență, considerăm

că societatea cunoașterii trebuie să fie definită în termeni de scopuri, acțiuni și corpuri de cunoștințe. Aceleași elemente le vom găsi și când vom discuta despre agenții inteligenți. Corpurile (bazele) de cunoștințe sau ontologiile sunt definitorii pentru aplicațiile bazate pe cunoștințe.

În contextul programelor de calculator "clasice", cunoștințele sunt, în cea mai mare majoritate, încorporate implicit în program. Multe din ele sunt înglobate în teoriile matematice care stau la baza programelor. Alte cunoștințe sunt implicate în algoritmi implementați sau în construcțiile scrise în limbajul de programare.

Există însă probleme pentru care nu există un algoritm de rezolvare sau algoritmul de rezolvare este inacceptabil din punct de vedere al timpului de execuție. Alte probleme sunt incomplet specificate sau au o specificație care se schimbă în timp. Din păcate, aceste domenii și probleme nu sunt puține sau neimportante. Câteva exemple ar fi medicina, activitatea de proiectare, diagnosticarea unor defecte, planificarea unor procese complexe etc. Pentru aceste domenii există specialiști, experți care pot rezolva probleme complexe cu o eficiență și rezultate diferite. Cum dezvoltarea de programe s-a dovedit extrem de utilă în foarte multe domenii prin rezultatele obținute, s-a încercat găsirea unor modalități de a aborda și aceste situații. În acest mod s-a ajuns la ideea de a dezvolta așa numitele sisteme experte care să poată rezolva probleme la nivelul unui expert uman într-un anumit domeniu.

Pentru dezvoltarea de programe destinate rezolvării categoriilor de probleme discutate mai sus s-a plecat de la analiza modului în care un om rezolvă o astfel de problemă. În urma acestei analize și a încercărilor de a simula inteligența umană s-a ajuns la concluzia că o caracteristică a experților umani este faptul că ei posedă un bagaj considerabil de cunoștințe din domeniu, aceste cunoștințe fiind puternic structurate. Cu aceste cunoștințe se fac operații de abstractizare, generalizare, particularizare, clasificare etc. Plecând de la această observație, s-a impus ideea că, pentru rezolvarea unor astfel de probleme, este esențială reprezentarea explicită a cunoștințelor domeniului respectiv. Această idee este justificată de faptul că, pentru a putea efectua operațiile specifice de prelucrare, cunoștințele trebuie reprezentate cât mai adecvat. Pe de altă parte, baza de cunoștințe trebuie să poată fi extinsă ușor deoarece o caracteristică a activității umane este posibilitatea de a îngloba noi cunoștințe, sistemele dezvoltate trebuind și ele să poată permite acest lucru.

O deosebire esențială între un program "clasic" și unul bazat pe cunoștințe constă în faptul că în primul caz cunoștințele sunt implicate, pe când în cel de-al doilea caz, ele sunt explicite. Sistemele bazate pe cunoștințe sunt programe care rezolvă inteligent probleme complexe prin acordarea unei atenții deosebite reprezentării explicite și prelucrării prin tehnici specifice a cunoștințelor implicate în rezolvarea problemei respective.

Cunoștințele care vor fi utilizate de sistem sunt grupate într-o *bază de cunoștințe* și reprezintă explicit experiența acumulată de specialiștii umani în rezolvarea de probleme din domeniul avut în vedere. Aceste cunoștințe se referă la o *ontologie* a domeniului, la regulile utilizate, la restricțiile care restrâng spațiul de căutare.

2.2 Ontologii

Termenul de “ontologie” a apărut prima oară în filosofie, pentru a denumi teoria asupra existenței, mai corect spus, asupra ceea ce consideră că există cel care întocmește teoria. Construirea oricărui sistem filosofic pleacă de la o ontologie, adică de la clarificarea problemelor referitoare la categoriile fundamentale de entități din realitate și a relațiilor dintre ele. O astfel de ontologie nu este întotdeauna explicită, însă orice demers filosofic este bazat pe ea.

Între ontologie și știința calculatoarelor există strânse legături, atât teoretice cât și practice. Cea mai evidentă legătură este în cadrul sistemelor de inteligență artificială bazate pe cunoștințe. Majoritatea programelor de calculator cu inteligență artificială prelucrează structuri de simboluri care sunt menite să reprezinte cunoștințele referitoare la domeniul considerat. Aceste structuri simbolice sunt grupate într-o bază de cunoștințe care constituie, de fapt, un model al domeniului respectiv. În ultimii ani se consideră că această bază de cunoștințe trebuie văzută ca o ontologie, o conceptualizare, o teorie asupra ceea ce există în domeniul avut în vedere. O ontologie este, din această perspectivă, o “specificare a unei conceptualizări ... Termenul este împrumutat din filosofie, unde însemna o considerare sistematică a existenței. În inteligența artificială se referă la precizarea a ceea ce se consideră că <<există>>” [9].

“O ontologie are drept prim scop facilitarea comunicării între calculatoare, independent de tehnologiile unui anumit sistem individual, arhitectura de prelucrare a informațiilor și domeniul aplicației. Ingredientii cheie care constituie o ontologie sunt un vocabular de termeni de bază și o specificare precisă a ceea ce înseamnă acești termeni.” [20]
După cum s-a precizat însă anterior, o ontologie este mai mult decât un vocabular. Ea este punctul de plecare pentru dezvoltarea de structuri de cunoștințe, nu numai taxonomii sau clasificări de concepte ci și relații complexe. [20]

Partajarea unei ontologii este esențială în sistemele bazate pe agenți pentru comerțul electronic (ca exemplu actual tipic), pentru a le asigura autonomia, flexibilitatea și agilitatea. Ontologiile sunt liantul care integrează sisteme de baze de date, sisteme de obiecte, sisteme bazate pe cunoștințe, în diverse aplicații integratoare și bazate pe colaborare. Ele reduc ambiguitățile semantice în partajarea și reutilizarea cunoștințelor. “Scopul suprem este dezvoltarea de ontologii reutilizabile care pot fi aplicate pentru mai multe discipline”. [20]

3. Webul, infrastructură a societății cunoașterii

3.1 Resurse de cunoaștere pe web

Webul este un depozit imens, global de cunoștințe, atât implicite, de exemplu în texte sau programe de calculator, cât și explicite în ontologii sau baze de cunoștințe. În viitorul imediat, practic tot ce a fost scris, spus sau filmat va putea fi disponibil pe web. El este însă și o modalitate de achiziție de noi cunoștințe sau de transfer al acestora. Webul este

astăzi nu numai mijlocul cel mai comod și atotcuprinzător de informare și documentare ci și locul unde agenții umani sau artificiali (programele de calculator care caută informații sau care fac tranzacții electronice) se pot întâlni “virtual” cu partenerii de afaceri sau de alte activități. Se poate spune, astfel, că web-ul este un spațiu ce sprijină cunoașterea agenților (umani sau artificiali), nu numai prin acces ușor la locurile unde este depozitată ci și prin colaborare cu alți agenți.

Resursele disponibile pe web sunt de mai multe categorii [36]:

- multimedia : imagini, animații etc.;
- documente :
 - “brute”, neadnotate;
 - codificate (PostScript, PDF, RTF, Word pentru Windows etc.);
 - adnotate (în HTML, XML, SGML sau limbaje de adnotare derivate);
- baze de cunoștințe descrise în limbaje specifice sau ontologii (de exemplu, CYC [4], WordNet [39], Mikrocosmos [12], FrameNet [8]);
- gramatici, colecții de arbori (de exemplu, de derivare - TreeBank);
- lexicoane, dicționare;
- componente software reutilizabile (ActiveX, JavaBeans etc.);
- liste de resurse (“bookmark”-uri, pagini de web cu liste de legături la alte pagini);
- baze de date.

Ordinea în care au fost enumerate categoriile de resurse de mai sus reflectă în mare măsură gradul de complexitate al structurării, care se reflectă în greutatea răspunsului la o cerere. Imaginile sunt cel mai complex structurate și, totodată, cel mai greu de regăsit ca rezultat al unei cereri particulare.

Majoritatea resurselor sunt caracterizate de un limbaj necesar pentru a le înțelege conținutul sau, din altă perspectivă, pentru a le prelucra. Limbajul poate fi :

- natural, folosit de către om în dialogul vorbit sau în texte;
- de adnotare;
- de reprezentare a cunoștințelor;
- de programare.

În prezent, XML [37, 40] se instaurează ca un limbaj universal de adnotare și comunicare pe web, în care se pot codifica toate tipurile de resurse amintite mai sus.

3.2 Prelucrarea cunoștințelor din resursele textuale

O resursă esențială din care se pot achiziționa cunoștințe sunt textele. Un text sau un hipertext pot fi considerate ca având mai multe ipostaze [37]:

- Textul brut, succesiunea de semne (cuvinte și imagini), independent de forma de reprezentare.

- Textul adnotat, conform unor anumite limbaje, de exemplu, SGML, HTML, XML sau LaTeX.
- Limbajul în care se face adnotarea. Acesta se poate defini, ca pentru orice limbaj artificial, printr-o gramatică formală.
- Arborele care reprezintă imbricarea fragmentelor de text.
- Stilul de afișare, implicit sau exprimat explicit, în CSS sau XSL [38].
- Cunoștințele din text.
- Textul afișat pe ecranul calculatorului, de exemplu, de un anumit browser, conform CSS sau XSL și / sau modalităților implicite de afișare (de exemplu, în lipsa CSS).
- Textul tipărit pe hârtie, de un anumit browser (uneori acesta este diferit de textul afișat pe ecran).
- Structura de pagini a textului, ancorele și legăturile (structura de hipertext).
- Scopurile urmărite de autor;
- Istoricul parcurgerii hipertextului de către un cititor;
- Efectul pe care textul îl are asupra cititorului.

Textele pot fi prelucrate în regim de:

- editare, adică prin transformări punctuale în scopul de a le extinde, corecta sau modifica;
- adnotare, adică de asociere de informații unor zone de text;
- transformare, în scopul:
 - traducerii în altă limbă;
 - formatării (adăugare de informații pentru vizualizare pe ecran sau tipărire);
 - modificării;
 - extragere de informații utile:
 - sumarizării;
 - achiziției de cunoștințe (mineritul textelor).

A cunoaște pe web implică în mult mai multă măsură decât în cazurile clasice, să ai la dispoziție un filtru care, de exemplu, să îți dea locația încăperii unde se află ceea ce dorești. Dacă nu dispui de “mașini de căutare” eficiente, a găsi ceea ce dorești poate fi similar cu căutarea acului în carul cu fân. “Mașinile de căutare” sunt filtre care selectează locuri în rețeaua de pagini. Există însă și filtre care dau perspective multiple asupra aceleiași pagini, care schimbă, uneori radical, înfățișare camerei pe care o privești prin fereastra de pe ecranul calculatorului. Sunt necesare așa numitele medii hermenofore [35] care trebuie :

- să pună la dispoziție instrumente adecvate sprijinirii unei atitudini direcționate către înțelegere (hermeneutice) din partea utilizatorului sau a altor instrumente informatice, (bazate pe cunoștințe);
- să integreze cunoștințe aflate în ontologii disponibile pe web;

- să poată genera texte personalizate și orientate către înțelegerea subiectului considerat.

Mediile hermenofore, pleacă de la resurse aflate pe web, și furnizează informațiile necesare dintr-o perspectivă particulară, pentru un anumit utilizator, considerând un anumit domeniu și într-un anumit moment dat. Un mediu hermenofor trebuie conceput deci în scopul personalizării interfațării la resursele web-ului, pentru a facilita înțelegerea și acțiunea. Pe de altă parte, mediile hermenofore sunt modalități de achiziție a cunoștințe. Ele beneficiază de o variată gamă de instrumente hermenofore, cum ar fi:

- Detectoarele de colocații (concordanțierele). Această clasă de instrumente este folosită de obicei ca punct de plecare și pentru alte instrumente, cum ar fi mineritul textelor, sumarizatoarele și clasificatoarele semantice.
- Adnotatoarele sintactice sau semantice (de exemplu, “Part Of Speech Taggers”). Utilizarea combinată cu detectoarele de colocații pot duce la identificarea de grupuri sintactice (nominale, verbale etc.) sau de co-ocurențe de cuvinte sau grupuri.
- Instrumentele pentru mineritul textelor (“text mining”). Tehnici foarte răspândite sunt cele statistice, care consideră diverse caracteristici care pot fi ușor detectate în texte.
- Identificarea de structuri ascunse în hipertexte,
- Sumarizatoarele,
- Clasificatoarele semantice,
- Căutarea semantică.

3.3 Ontologii pe web

Ontologiile plasate pe web sunt, din punctul de vedere al domeniului la care se referă:

- Generale, cum ar fi Cyc [4], ontologia lui Sowa [24], WordNet [39], FrameNet [8] sau Mikrokosmos [12]. Aceste ontologii sunt dedicate în special aplicațiilor de lingvistică computațională.
- Pentru domenii particulare, de exemplu, ontologia pentru domeniul programării descrisă în [34].

Din punct de vedere al programelor de calculator care folosesc ontologiile, există două tipuri de ontologii. Primul tip este cel al ontologiilor destinate sistemelor bazate pe cunoștințe, de exemplu, al unui sistem de diagnostic medical. Aceste ontologii sunt caracterizate de un număr relativ redus de concepte, dar legate între ele printr-un număr mare și variat de relații. Conceptele sunt grupate în scheme conceptuale complexe sau scenarii. Pentru fiecare concept pot exista una sau mai multe particularizări.

Spre deosebire de primul tip de ontologii, ontologiile lexicalizate includ un număr foarte mare de concepte, legate printr-un număr redus de tipuri de relații. Conceptele sunt reprezentate, de exemplu în WordNet [39], prin mulțimi de cuvinte sinonime. Astfel de ontologii sunt folosite în sistemele de prelucrare a limbajului uman.

Ontologiile sunt implementate de obicei prin:

- Programe de calculator special dezvoltate, scrise în limbaje de programare generale (Lisp, Prolog, Java, C etc.)
- Limbaje de reprezentare a cunoștințelor (de exemplu, Ontolingua [17], Loom [11], XRL [1,2]).
- Limbaje dezvoltate în XML pentru descrierea ontologiilor (SHOE [23], OML [16], XOL [41]).
- Pentru transferul ontologiilor între aplicații au fost definite mai multe limbaje de “interschimb” al cunoștințelor. Unele din ele au fost definite independent de WWW :
 - KIF (“Knowledge Interchange Format” - limbaj de interschimb al informațiilor)
 - CGIF [3] (“Conceptual Graph Interchange Format” - limbaj de interschimb al informațiilor pentru grafuri conceptuale).
 - Ontolingua [17].

Trebuie remarcat în același sens și protocolul de acces (API) la baze de cunoștințe OKBC [14] (“Open Knowledge Base Connectivity”). Alte limbaje au fost concepute în contextul WWW, ca limbaje de adnotare derivate din HTML (SHOE [23]) sau din XML, cum ar fi OML [16] și XOL [41].

Aplicațiile B2B și e-commerce beneficiază și ele de modalități de publicare a cunoștințelor despre firme și servicii pe web, disponibile automat celor interesați (de exemplu, limbajele UDDI, WSDL, protocolul SOAP, toate bazate pe limbajul XML). Multe firme își teaurizează cunoștințele în format electronic.

4. Agenți pe web

Un aspect foarte important este faptul că în societatea cunoașterii programele de calculator iau forma unor agenți artificiali care conlucrează împreună cu oamenii în comportări raționale pentru atingerea unor scopuri. Definim agenții ca fiind entități program [22] care:

- pot funcționa autonom,
- îndeplinesc anumite scopuri,
- comunică cu alți agenți (oameni sau programe de calculator).

Funcționarea autonomă presupune un mediu în care agentul respectiv își desfășoară activitatea. De exemplu, în contextul WWW, mediul poate include:

- documentele de pe web,
- programele care rulează pe web (clienții și serverele de pe web),
- utilizatorii umani,
- alți agenți.

Din acest mediu agentul accesează informații și în acest mediu acționează lansând în execuție programe, scriind documente și comunicând cu alți agenți sau cu utilizatorii umani. Bineînțeles că agenții, fiind programe de calculator, și presupunând raționalitatea și corectitudinea proiectării și implementării, îndeplinesc scopurile celor care le-au elaborat.

Mai mult, Yoav Shoham [22] consideră că un agent este o entitate a cărei stare include componente mentale: credințe (“beliefs”), capacități, alternative posibile și angajamente (“commitments”). O perspectivă mult folosită în inteligența artificială este că atât agenții lui Shoham cât și, în general, sistemele bazate pe cunoștințe, în afara faptului că își reprezintă mediul exterior în baza proprie de cunoștințe, trebuie să aibă și o reprezentare a propriilor scopuri, alternative, alegeri etc., toate acestea fiind considerate în rezolvarea unei probleme.

Există o organizație internațională care își propune să dezvolte domeniul agențiilor inteligente : FIPA. Această organizație, printre altele, propune standarde referitoare la agenți. De exemplu, limbajul standard de comunicare între agenți este KQML (“Knowledge Query and Manipulation Language”, [10]). Un mesaj în acest limbaj specifică agenții implicați, tipul de act de vorbire, ontologia utilizată etc.. DAML [5] este un limbaj standard de codificare a ontologiilor pentru uzul agenților. Pe de altă parte, protocolul de acces la baze de cunoștințe OKBC [14] a fost ales de FIPA ca un standard de transfer de ontologii între agenți.

5. Măsuri necesare pentru România

Din cele spuse în cele de mai sus rezultă că există un set deja destul de mare de limbaje, de practici de structurare, gestiune și prelucrare a cunoștințelor pe web. Societatea cunoașterii poate lua naștere tocmai datorită acestei infrastructuri, a webului, a sistemelor de gestiune, partajare și prelucrare a cunoștințelor. Aceste fapte sunt de multe ori ignorate, existând astfel pericolul încercării intrării în noua societate pe unele baze vechi, perimate.

În concluzie, pentru accesul în societatea cunoașterii sunt absolut necesare tehnica de calcul, webul și, mai presus de toate, programe de calculator care implementează tehnici de accesare a bazelor de cunoștințe și a ontologiilor, precum și tehnici de exploatare a cunoștințelor înmagazinate. Limbajul universal pentru structurare și interschimb pe web este XML [37, 40]. Bineînțeles că, în acest sens, devine o prioritate popularizarea ideilor de bază ale gestiunii, partajării și exploatării cunoștințelor pe web. De exemplu, limbajul XML este foarte simplu și poate fi învățat chiar din școala generală, ca un prim pas către ideile de structurare a cunoștințelor pe web.

În România au fost desfășurate cercetări de nivel internațional în dezvoltarea de sisteme bazate pe cunoștințe încă din anii '80, în cadrul Institutului de Cercetări în Informatică. Aceste cercetări au fost încurajate și sprijinite de acad. Mihai Drăgănescu și de dr.

Margareta Drăghici. Dintre pionierii acestor cercetări îi menționăm pe Mihai Bărbuceanu [1,2], George Tecuci, Dan Tufiș, Ștefan Trăușan-Matu [25-37] (câteva lucrări reprezentative ale cercetătorilor din acea perioadă au fost strânse în volumul “Sisteme de Inteligență Artificială”, Editura Academiei Române, ISBN: 973-27-0178-1, Bucuresti, 1991). Prin urmare, există o tradiție în cercetările în acest domeniu încă de la inițierea lor pe plan mondial.

Ca urmare a celor discutate în această lucrare, în prezent, pentru a asigura accesul României în societatea cunoașterii sunt necesare:

- Asigurarea accesului la web prin:
 - Asigurarea unui număr suficient de calculatoare pentru populație. Ar trebui ca orice persoană să aibă acces la un calculator. Ar trebui sprijinită cumpărarea de calculatoare de către persoanele fizice prin reduceri de taxe sau impozite.
 - Reducerea prețului accesului telefonic sau prin alte mijloace la web pentru persoanele fizice și unitățile de învățământ (de exemplu, Deutsche Telekom asigură școlilor din Germania access gratuit la Internet).
- Pregătirea profesională în plasarea și exploatarea resurselor pe/de pe web.
 - Pregătirea unui număr corespunzător de profesori de informatică și păstrarea acestora în învățământ printr-o salarizare apropiată specialiștilor în informatică (o problemă foarte importantă, mai ales în învățământul superior de informatică este migrația cadrelor didactice în străinătate sau către firme de informatică).
 - Introducerea de cursuri de inițiere în operarea pe web în liceu (sau chiar în școala generală) și facilitarea urmării unor astfel de cursuri pentru persoanele mature. Finanțarea de la buget a unor cursuri de inițiere la televiziune.
 - Inițierea profesorilor și cercetătorilor în accesarea, utilizarea și crearea de baze de cunoștințe științifice și didactice pe web.
- Facilitarea (finanțarea) accesului profesorilor și cercetătorilor la bazele de cunoștințe științifice și didactice, la cărțile și bibliotecile electronice și la instrumente hermenofore.
- Identificarea pentru fiecare domeniu a ontologiilor, bazelor de cunoștințe pe web și a repertoriului de metadata folosite și popularizarea acestora tuturor celor interesați. De exemplu, în învățământul pe web (“e-learning”) există deja standarde de arhitecturi, metadata și limbaje de adnotare a cursurilor bazate pe XML (Ariadne, IMS, IEEE-LTSC). Pentru B2B, există limbaje de descriere a firmelor și serviciilor disponibile (UDDI, WSDL).
- Popularizarea și accelerarea introducerii standardelor de metadescriere a datelor pe web.

- Creșterea vizibilității pe web a României și a accesibilității rezultatelor obținute.
 - Finanțarea plasării pe web a unor baze de cunoștințe referitoare la România (istorie, cultură, civilizație, știință, geografie, politică).
 - Încurajarea firmelor care operează prin intermediul webului.
- Finanțarea programelor de cercetare în inteligența artificială.

Deoarece afacerile și comerțul pe web sunt în permanentă expansiune, inacțiunea va duce nu numai la ratarea unor oportunități de afaceri ci și la ieșirea de pe unele piețe tradițional ocupate.

În învățământ și cercetare, inacțiunea va duce la izolarea României, la inaccesul la ultimele rezultate ale științei și tehnicii, cu efect nefast asupra decalajului tehnologic față de țările dezvoltate, ceea ce va necesita cheltuirea unor sume mult mai mari de bani pentru achiziționarea noilor tehnologii.

Ignorarea sprijinirii învățământului de informatică în România, în special al celui universitar (unde numărul profesorilor sub 40 de ani este infim datorită salariilor cu mult mai mici decât cele de la firme sau din străinătate) va duce la lipsa profesorilor necesari în educarea populației în noile tehnologii, cu efecte incalculabile pe termen mediu și lung.

Referințe bibliografice

- [1] M.Bărbuceanu, Ștefan Trăușan-Matu, XRL: An Evolutionary Multi-Paradigm Environment for AI Programming, in Ph. Jorrand și V. Sgurev (editori), Artificial Intelligence II: Methodologies, Systems, and Applications, North Holland, 1987, pag. 197-205.
- [2] Barbuceanu, M., Ștefan Trăușan-Matu, Integrating Declarative Knowledge Programming Styles and Tools in a Structured Object Environment, in J. Mc.Dermott (ed.) Proceedings of 10-th International Joint Conference on Artificial Intelligence IJCAI'87, Italia, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1987.
- [3] Conceptual Graphs, <http://concept.cs.uah.edu/CG/cg-standard.html>
- [4] <http://www.cyc.org/>
- [5] <http://www.daml.org/>
- [6] Dublin Core, <http://purl.org/DC>
- [7] Dragănescu, M.: Societatea informațională și a cunoașterii. Vectorii societății cunoașterii; <http://www.racai.ro/INFOSOC-Project/>
- [8] <http://www.icsi.berkeley.edu/~framenet>
- [9] Gruber, T., What is an Ontology, <http://www.kr.org/top/definitions.html>
- [10] <http://www.cs.umbc.edu/kqml>
- [11] <http://www.isi.edu/isd/LOOM/LOOM-HOME.html>
- [12] Mikrokosmos, <http://crl.nmsu.edu/Research/Projects/mikro/index.html>

- [13] Alan Newel, The knowledge level, *Artificial Intelligence*, 18 (1):87-127, 1982.
- [14] <http://www.ksl.stanford.edu/onto-std/>
- [15] <http://www.ontoknowledge.org/oil>
- [16] Ontology Markup Language, <http://wave.eecs.wsu.edu/CKRMI/OML.html>,
<http://www.oasis-open.org/cover/oml9808.html>
- [17] <http://www.ksl-svc.stanford.edu:5915/&service=frame-editor>
- [18] <http://www.isi.edu/isd/OntoLoom/hpkb/OntoLoom.html>
- [19] Bill Swartout, Ramesh Patil, Kevin Knight, Tom Russ, Toward Distributed Use of Large Scale Ontologies,
http://www.isi.edu/isd/banff_paper/Banff_final_web/Banff_96_final_2.html
- [20] <http://www.ontology.org/main/papers/faq.html>
- [21] <http://www.w3.org/RDF>
- [22] Y. Shoham, Agent-oriented programming, *Artificial Intelligence* 60, 1993, pp. 51-92.
- [23] SHOE <http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/>
- [24] J. Sowa, Knowledge Representation: Logical, Philosophical and Computational Foundations, Brooke Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA, 1999.
- [25] Ștefan Trăușan-Matu, M. Bărbuceanu, Gh. Ghiculete, COPE - A flexible constraint processing module for object-oriented programming, in B. DuBoulay, V. Sgurev (eds.), *Artificial Intelligence V: Methodologies, Systems, and Applications*, ISBN: 0-444-89752-6, North Holland, 1992, pp.213-222.
- [26] Ștefan Trăușan-Matu, M. Bărbuceanu, Intelligent Computer-Aided Design in the XRL Object-Oriented Knowledge Processing Environment, in *Studies in Informatics and Control*, vol.2, nr. 2, pag. 79-83, Bucuresti, iunie 1993.
- [27] Ștefan Trăușan-Matu, Programe inteligente pentru asistarea învățării, în *Revista Româna de Informatică și Automatică*, vol.5, nr.4, 1995, pag. 7-16.
- [28] Ștefan Trăușan-Matu, Negreanu, L., Sistem inteligent de asistare a instruirii, raport RACAI, RR-14, Academia Româna, iunie 96.
- [29] Ștefan Trăușan-Matu, Knowledge-Based, Automatic Generation of Educational Web Pages, in *Proceedings of Internet as a Vehicle for Teaching Workshop*, Ilieni, iun. 1997, pp.141-148. Vezi si <http://rilw.emp.paed.uni-muenchen.de/97/Trausan.html>
- [30] Ștefan Trăușan-Matu, Web Page Generation Facilitating Conceptualization and Immersion for Learning Finance Terminology, *Proceedings of RILW99*, <http://rilw.emp.paed.uni-muenchen.de/99/papers/Trausan.html>
- [31] Ștefan Trăușan-Matu, Intelligent personalizing web pages and understanding facilities, *Proceedings of WITREC-2000*, Montpellier, France, <http://www.lirmm.fr/WITREC>
- [32] Ștefan Trăușan-Matu, Immersive Contexts for Learning Foreign Terminology on the Web, *Proceedings of WITREC-2000*, Montpellier, France, <http://www.lirmm.fr/WITREC>
- [33] Ștefan Trăușan-Matu, Metaphor Processing for Learning Terminology on the Web, in S.A.Cerri (ed.), *Artificial Intelligence, Methodology, Systems, Applications 2000*, Springer-Verlag, ISBN 3-540-41044-9, 2000, pp.232-241.
- [34] Ștefan Trăușan-Matu, Sistem inteligent de instruire în programare centrat ontologic, în *Lucrările Conferinței de Informatică Teoretică și Tehnologii Informatică, CITTI 2000*, ISBN 973-8082-10-2, 973-9286-59-3, Constanța, 2000, pag. 58-63.
- [35] Ștefan Trăușan-Matu, Interfațarea evoluată om-calculator, Ed. MatrixRom, 2000
- [36] Ștefan Trăușan-Matu, Arhitectură pentru integrarea ontologiilor disponibile pe web și a instrumentelor hermenofore, raport RACAI RR – 55, Academia Română, decembrie 2000.
- [37] Ștefan Trăușan-Matu, C. Raibulet, O. Constantin, Prelucrarea documentelor folosind XML si Perl, Ed. MatrixRom, 2001.

- [38] <http://www.w3.org/>
- [39] WordNet, <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/>
- [40] <http://www.w3.org/XML>
- [41] Peter D. Karp, Vinay K. Chaudhri, Jerome Thomere, XOL: An XML-Based Ontology Exchange Language