

INTEGRAREA PROTOTIPURILOR ȘI A PRODUSELOR *GROUPWARE* ÎN ACTIVITATEA ORGANIZAȚIILOR VIRTUALE

drnd. ing. Cristina Niculescu

CCALAPLPMC - Academia Română

Email: ncristin@racai.ro; <http://www.racai.ro/~ncristin>

Rezumat Lucrarea are ca subiect dezvoltarea sistemelor TIC de colaborare distribuită, pentru facilitarea activității organizațiilor virtuale. Primul capitol face o prezentare istorică a acestor sisteme, din perspectivă tehnologică și umană. Tehnologiile suport și modelele aplicațiilor de rețea pentru colaborare sunt în plină evoluție. În viitor, aceste tipuri de produse vor putea susține organizațiile printr-un management eficient al cunoștințelor.

Sunt prezentate tipuri de instrumente actuale ale tehnologiei informaționale, serviciile, aplicațiile și categoriile de produse *groupware*, utilizate în reorganizarea *afacerilor* grupurilor virtuale. Utilizările instrumentelor software de colaborare sunt exemplificate pentru organizațiile virtuale ale firmelor internaționale, având funcții specifice pentru cele trei medii de cooperare: intranet, extranet și Internet. Limbajul XML a devenit cadrul de standardizare a comunicațiilor dintre sistemele de colaborare în Internet.

Încorporarea noilor tehnologii într-o organizație implică adaptarea organizației respective la aceste noi instrumente. Vor fi schimbări în cadrul structurilor organizaționale și a rolurilor lor, precum și a adaptării fluxului de lucru la capacitățile sporite de prelucrare și transmisie a informației. Organizațiile nu sunt văzute prin părțile lor componente, ci ca entități vii, dinamice cu multe din caracteristicile oamenilor, care le formează. Nu o reorganizare impusă va fi viitorul model organizațional, ci, date fiind direcția (obiectivele care pot fi motivaționale) și câteva unelte IT de ajutorare, organizația respectivă își va găsi singură calea de remodelare.

Cuvinte cheie: HCI, CSCW, *groupware*, organizații virtuale, Internet, intranet, modele de comunicare, management de cunoștințe (KM), multicast, management al fluxului de lucru.

1. Dezvoltarea istorică a sistemelor pentru colaborarea distribuită - din perspectivă tehnologică și umană

Strategia de lucru în echipă a unor oameni care utilizează în procesul de colaborare facilități ale tehnicii de calcul este definită de o paradigmă recentă: CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*). Membrii grupului pot fi situați în același loc sau pot fi distribuiți geografic:

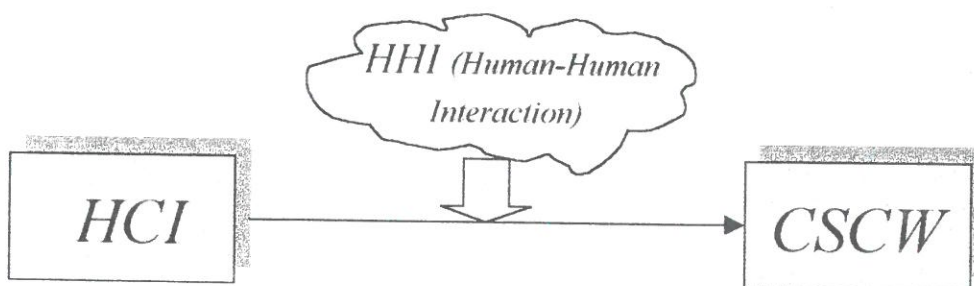


Figura 1. CSCW, strategie de lucru în colaborare, mediată de TIC1

Groupware este un termen ce descrie tehnologiile electronice și aplicațiile software, proiectate să asigure procesul de colaborare între oameni, în cadrul diferitelor grupuri.

Ca aplicații pentru sistemele deschise de calculatoare, produsele *groupware* sunt proiectate să funcționeze pe platforme eterogene, cu sisteme de operare diferite și arhitecturi diverse de rețea, inclusiv pentru utilizatori mobili.

Groupware se bazează pe: *comunicare* (pentru schimb de informații), *colaborare* (participanții lucrează împreună) și *coordonare* (integrarea lucrărilor individuale într-o lucrare comună, cu obiectiv integrator).

Analiza unui sistem CSCW se poate face din diverse puncte de vedere:

- din punctul de vedere *sociologic* (modul de lucru al grupurilor, structura de grup, mediu, protocoale sociale etc.);
- din punctul de vedere al *costurilor economice* (dificultăți în proiectarea și evaluarea sistemelor de cooperare);

- din punctul de vedere al *aplicabilității* (mai multe modalități de comunicare, grade de partajare a informațiilor etc.);
- din punctul de vedere *tehnologic* (acces concurrent, sincron și distribuit la resurse).

Domeniul lucrării se referă la *dezvoltarea sistemelor pentru colaborarea persoanelor distribuite geografic, realizată prin intermediul rețelei Internet*. Din punct de vedere istoric, dezvoltarea acestor sisteme poate fi privită din cele 2 perspective: cea a dezvoltării tehnologice și cea a interacțiunii umane [2]:

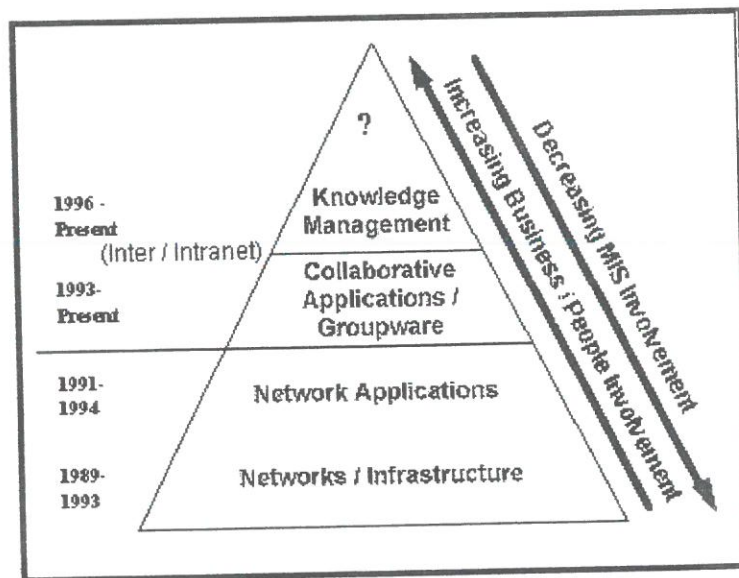


Figura 2. Dezvoltarea sistemelor pentru colaborarea distribuită (din perspectivă tehnologică și umană)

Cei doi factori, omul și tehnologia, evoluează spre o simbioză perfectă, adecvată dezvoltării societății informaționale, proprii noului mileniu. Tehnologia se dezvoltă în ritm alert, permițând implicarea directă a omului în desfășurarea activității organizațiilor virtuale, în detrimentul interferenței tehnologice în procesul de colaborare. Evident, această afirmație este valabilă din punctul de vedere al utilizatorului.

Pe lângă evoluția în timp, se mai observă stratificarea tehnologiilor (infrastructura rețelelor, aplicațiile de rețea, aplicații de colaborare sau groupware, managementul de cunoștințe), fiecare bazându-se pe funcționarea nivelului inferior corespunzător, acesta din urmă perfecționându-se pentru a-i asigura o interfață corespunzătoare.

Modelele de comunicare între componente software distribuite, ale aplicațiilor de colaborare, se bazează pe tipurile clasice ale unor astfel de modele: DCE (*Distributed Computing Environment*) [18], CORBA (*The Common Object Request Broker*) [17] sau DCOM (*Distributed Component Object Model*) [19]. O nouă tehnologie de rețea, apărută de curând și în plină evoluție, *Java* [20], precum și aplicațiile susmenționate, într-o manieră inovatoare.

Cercetările actuale, în domeniul dezvoltării tehnologiei suport pentru sistemele de colaborare, se îndreaptă spre definirea unor modele standard, care să faciliteze rezolvarea problemelor de interoperabilitate între soluții software diferite.

Firmele specializate în furnizarea *software-ului de groupware* pun la dispoziția utilizatorilor diverse aplicații, ce se pot încadra în sisteme de tipul: poșta electronică (E-mail), planificarea întâlnirilor virtuale de lucru, întâlniri electronice (EMS), video-conferință (sincrone sau asincrone), managementul documentelor electronice și de utilizare în comun a datelor și aplicațiilor, precum și cele de reinginerie a producției și a afacerilor.

Sistemele de cooperare, bazate pe *agenți mobili* (și, eventual, inteligenți), reprezintă o nouă direcție de dezvoltare a sistemelor CSCW.

Un loc aparte îl ocupă aplicațiile groupware, bazate pe WWW. Facilitățile de acces a paginilor de *hipermedia* prin intermediul programelor de tip browser de Web (gen *Netscape Communicator*) au schimbat mult modul de colaborare distribuită. Furnizorii de aplicații groupware și-au adaptat produsele pentru WWW, adăugându-le funcționalități noi. De asemenea, aplicațiile software de rețea (intranet/Internet) din piața informatică actuală includ facilități de colaborare.

Dar, astăzi, groupware este mai mult decât o tehnologie, este un *fenomen cultural*, care cere o planificare minuțioasă și testare înainte de implementare. Din acest considerent, termenul *groupware* mai este folosit ca

sinonim pentru CSCW. Aplicațiile groupware utilizează tehnologii de colaborare într-un mediu specific de lucru, care include și participanții. Succesul implementării unui produs groupware este asigurat dacă, pe lângă alegerea tehnologiei adecvate, se va ține seama de elementele culturale, economice și sociale ale acestui mediu.

Așa cum "nodurile" rețelelor interconectate constituie Internetul și între ele există o comunicare din aproape în aproape (punct-la-punct), serviciile pentru utilizatori au fost modelate, inițial, printr-o arhitectură client-server, în care un client comunică cu un singur server la un moment dat. Modelele de cooperare interumane sunt mai complexe decât acest dialog. Prin urmare, s-a născut o nouă necesitate: de a crea un suport de rețea, care să furnizeze facilitățile adecvate de comunicare, printr-o utilizare inovatoare a tehnologiilor existente sau prin crearea unor noi.

În ceea ce privește gama de servicii concrete de rețea, care implementează facilități de cooperare interumană, ea pornește de la servicii tradiționale, de *comunicare textuală simplă* (E-mail, talk etc.), pentru ca, recent, să se îndrepte către *servicii de tip multi-utilizator multi-media* (gen: video-conferință, suprafețe comune de proiectare). Acestea din urmă sunt, încă, în stadiu experimental, punând atât probleme teoretice (exemplu: rutarea optimă în cazul transmisiei de tip *multicast*², definirea unor parametri de calitate a serviciilor care să caracterizeze serviciile respective, cu asigurarea flexibilității lor vizavi de garantarea respectării valorilor de către rețeaua de transport), cât și tehnologice (legate de performanțele sistemului de telecomunicație, înregistrare/redare video, prelucrare rapidă computerizată).

Aducerea interfețelor de colaborare la nivelul colaborării directe, nemediate de computer nu este dezideratul actual. Este o abordare greșită a problemei, pentru că nu se vor obține aceleași rezultate. Nu imitarea comunicării directe va face eficientă o astfel de comunicare prin rețea, ci exploatarea unor noi posibilități pe care le oferă noul mediu.

Tehnologiile suport și modelele aplicațiilor de rețea pentru colaborare sunt în plină evoluție. În viitor, acest tip de produse vor putea susține organizațiile printr-un *management eficient al cunoștințelor*.

Managementul de cunoștințe reprezintă o strategie deliberată de obținere de cunoștințe adecvate fiecărui participant, la timpul potrivit. Cunoștințele pot proveni atât din baza de cunoștințe a organizației, cât și din Internet. Al doilea aspect îl constituie ajutorul dat utilizatorilor în partajarea informațiilor și în punerea lor în acțiune pentru îmbunătățirea performanțelor personale și ale organizației sau grupului din care fac parte.

Cooperarea în cadrul unei organizații se desfășoară într-un context al organizației respective. Structura ierarhică a unei organizații trebuie cunoscută de parteneri, de asemenea, modul de comunicare cu persoana adecvată pentru o anumită problemă la un anumit moment de timp. Un suport de cooperare trebuie să poată localiza în organizație exact oamenii potriviți pentru un anumit tip de lucrare. Sistemul trebuie "să știe" ce proceduri există pentru execuția unei anumite sarcini. Aceste elemente, precum și altele de acest tip, formează "cunoștințele implicite" ale organizației, fără de care o colaborare distribuită ar fi dificil de realizat. A da fiecărui participant informația de care are nevoie la un moment dat în procesul colaborativ, iată marele avantaj al unui sistem CSCW dotat cu un bun management de cunoștințe.

Adevărata eficiență a unei colaborări mediată de noile tehnologii informaționale se găsește într-o combinație optimă a unor instrumente de management de cunoștințe într-un anumit context. Aceste instrumente includ tehnici de analiză a semnificației textelor și a corelării datelor ("text mining", "data mining").

În cadrul unei organizații, managementul de cunoștințe poate fi proiectat parcurgând trei faze:

1. *construirea arhitecturii de cunoștințe* - viziunea liderului asupra managementului de cunoștințe, cu beneficiul potențial pentru organizație;
2. *dezvoltarea infrastructurii sistemului de cunoștințe* - strategia dezvoltată de echipa organizației, în consens cu viziunea conducătorului;
3. *implementarea tehnologiei groupware* - în funcție de particularitățile strategiei grupului.

Modul de a lucra al organizației determină căile de distribuție a cunoștințelor. Cunoștințele organizației sunt numite "capitalul ei intelectual". Ele nu reprezintă containere de informații, ci, mai degrabă, sunt modele mentale de mapare a cunoștințelor din perspectiva unei strategii de afaceri (*business*).

2. Instrumente IT pentru remodelarea activităților organizațiilor virtuale

Utilizând tehnologia informațională (IT), afacerile, în general, (*business*-ul) pot fi regândite și se pot reorganiza pentru îmbunătățirea calității și vitezei serviciilor lor. Prin *afaceri* înțelegem orice activitate (fie ea educațională sau de cercetare) desfășurată de o organizație. Astfel, activitățile vechi se pot realiza în modalități cu totul noi.

² Ruterele *multicast*, care înțeleg protocolul de rutare, special folosit în rețeaua virtuală *Multicast backbone* [7], creează între ele *tuneluri* [1] prin care-și trimit pachetele de difuzare.

Iată câteva tipuri de instrumente IT pentru afaceri:

- *tranzacționale*: aducerea proceselor nestructurate în rutină;
- *geografice*: independența față de situarea geografică (ex. cursuri *on-line* la distanță);
- *de automatizare*: reducerea muncii umane, prin utilizarea roboților (ex. roboții în fabricația de automobile);
- *analitice*: introducerea unor metode de analiză complexe (ex. software care realizează calcule complexe);
- *informaționale*: aducerea unor cantități mari de informație pentru utilizare ulterioară;
- *secvențiale*: schimbarea succesiunii activităților;
- *managementul cunoștințelor*: ajută la captarea și la diseminarea informațiilor în cadrul organizației;
- *de urmărire*: ajută la monitorizarea stării proceselor în curs de desfășurare;
- *de eliminare a intermediarilor*: conectarea a două părți interesate, în mod direct (ex. conectarea directă a furnizorilor și beneficiarilor, direct, prin Internet, eliminând "omul de legătură").

3. Tipuri de servicii, aplicații și categorii de produse groupware

Următoarele douăsprezece categorii funcționale formează o *taxonomie logică* incluzând: serviciile groupware, aplicațiile groupware și o categorie specială de aplicații și produse software de colaborare bazată pe Internet [2]:

- a) poșta electronică și serviciile de poștă electronică;
- b) programarea activităților de grup;
- c) sisteme de întâlniri electronice;
- d) sisteme pentru conferințe în timp real (sincrone);
- e) sisteme pentru conferințe desfășurate asincron;
- f) sisteme de manevrare a documentelor de grup;
- g) flux de lucru (*Workflow*);
- h) utilitare de lucru în grup și instrumente de dezvoltare;
- i) cadre de lucru *groupware*;
- j) servicii *groupware*;
- k) aplicații *groupware*;
- l) aplicații și produse software de colaborare bazată pe Internet.

Pentru fiecare categorie, am listat mai jos produse specifice, cu producătorul lor și problemele specifice.

Deși această taxonomie este utilă pentru clasificare, nu este cazul să se înțeleagă că un anumit produs *groupware* se va încadra strict numai într-o anumită categorie.

WWW a schimbat modul tradițional de colaborare; furnizorii de produse *groupware* tradiționale au adăugat noi funcționalități acestora. În manualul interactiv *on-line* de resurse Internet [14] se găsesc prezentări și referințe WWW, actualizate pentru principalele produse de tip *groupware*, caracterizate, în acest capitol, din punctul de vedere al funcțiilor lor.

Poșta electronică și serviciile de poștă electronică

Include infrastructurile de mesaje și sistemele de *e-mail*.

Exemple de produse:

cc:Mail (Lotus), Eudora (Qualcom), Microsoft Mail/Exchange, QuickMail (CE Software), Banyan Intelligent Mail (Banyan), OracleMail (Oracle).

Probleme specifice:

- standarde: X.400, XAPI, MAPI (*Messaging Application Programming Interface 3*), X.500 (servicii director+);

3 Microsoft și alte companii au dezvoltat MAPI (*Messaging Application Programming Interface*), astfel încât să permită sistemului Windows să acceseze diverse sisteme de mesagerie electronică, de la *Microsoft mail* la *MHS* al *Novell*. Dar, MAPI mai lucrează la un nivel: așa-numitele aplicații "senzitive la poșta electronică" pot schimba între ele atât mesaje, cât și alte informații prin intermediul rețelei.

- integrarea mai multor sisteme de poștă într-un grup virtual;
- probleme de securitate (confidențialitatea mesajelor);
- respectarea regulilor de conduită de lucru în rețea (*Netiquette*);
- filtre și agenți personali software (PDA - *Personal Digital Assistant*) pentru optimizarea lucrului pentru utilizatori ce primesc zeci de mesaje zilnic.

Programarea activităților de grup

Produce software pentru întocmirea calendarelor personale de programare a activităților de grup, coordonarea întâlnirilor și resurselor.

Exemple de produse:

Lotus Organizer (IBM/Lotus), OnTime (FTP Software), Synchronize (CrossWind Technology), Meeting Maker (On Technologies), Microsoft Schedule, Network Scheduler (CE Software), Pencil Me In (Sarrus Software), CaLANdar (Microsystems Software).

Probleme specifice:

- proliferarea întâlnirilor electronice, datorită facilităților de programare a lor;
- păstrarea secretului calendarelor personale;
- programarea trebuie să țină seama de diferențele de fus orar.

Sisteme de întâlniri electronice (*Electronic Meeting Systems - EMS*)

Sisteme de conferință în timp real, precum și sisteme de prezentare a colaborării.

Exemple de produse:

Group Systems (Ventana Meeting), Works 2 (Enterprise Solutions), Council Services (CoVision), Option Finder (Option Technologies), Facilitate.com (McCall Szerdy Assoc), TeamTalk (Trax SoftWorks).

Probleme specifice:

- integrarea cu sistemele de programare a activităților;
- videoconferințele sunt costisitoare încă pentru multe grupuri virtuale;
- disponibilitatea conferințelor de tip *multicast*;
- lipsa standardelor limitează aplicabilitatea acestei tehnologii;
- programarea activităților întâlnirilor virtuale viitoare; angajamente și obiective.

Sisteme pentru conferințe în timp real (sincrone)

Toate aceste produse memorează documente și permit altora să le vadă și să lucreze simultan la ele, fie pe ecranele fiecăruia din participanți, fie pe o "tablă comună de lucru".

Exemple de produse:

ShowMe (Sun Solutions), RoundTable (ForeFront Group), Aspects (Group Logic), Inc. Being There (Intelligence at Large), NetMeeting (Microsoft), PictureTalk (Picture Talk), CoolTalk (Netscape), FarSight (Databeam).

Probleme specifice:

- controlul cursorului pe ecran;
- numărul celor care pot participa în mod eficient la conferință;

4 *Directorul* reprezintă un "depozit" de obiecte informaționale, iar *Serviciul Director* furnizează utilizatorului său accesul, în diverse forme, la aceste informații. *Directorul* poate fi distribuit și, în acest caz, se recurge la replicarea informațiilor pentru îmbunătățirea performanțelor serviciilor de acces. *Directorul* poate fi văzut ca o colecție de sisteme deschise ce cooperează pentru a menține o colecție logică de baze de date, referitoare la un set de obiecte din lumea reală. Utilizatorii *Serviciului Director* (care pot fi persoane sau programe) pot citi sau modifica informația, în funcție de permisiile acordate.

- rolul unui moderator, dacă este cazul;
- viteza de interacțiune, compatibilitatea echipamentelor;
- disponibilitate în cadrul intraneturilor, dar și în Internet;
- programarea activităților întâlnirilor virtuale viitoare; angajamente și obiective.

Sisteme pentru conferințe desfășurate asincron

Conferințele asincrone sunt asemenea unui buletin de știri, unde se poate duce o conversație "peste timp", se poate lăsa un mesaj pentru cineva care va răspunde ulterior și căruia i se va putea răspunde la răspuns, după aceea. Aceste mesaje pot fi publice (cum sunt BBS-urile - *Bulletin Board System*) sau private (cum sunt bazele de date de discuții din *Lotus Notes*).

Exemple de produse:

TeamTalk (Trax SoftWorks), WebBoard (O'Reilly), Pacer Forum (NetManage), WebShare (RadNet), Lotus Notes (IBM/Lotus), FirstClass (SoftArc Inc.), InterOffice (Oracle), News Server (Netscape).

Probleme specifice:

- numărul celor care pot participa în mod eficient la conferință;
- rolul unui moderator, dacă este cazul.
- maximizarea beneficiilor din bazele de date ale conferințelor/discuțiilor;
- replicarea serviciilor, transparență față de topologiile de rețea, scalabilitate;
- tranzacții bazate pe bazele de date ale discuțiilor;
- asigurarea suportului pentru orice locație de rețea;
- integrarea cu sistemele native (*legacy systems*);
- integrarea cu sistemele de programare a activităților de grup;
- programarea activităților întâlnirilor virtuale viitoare; angajamente și obiective.

Sisteme de manevrare a documentelor de grup

Editarea documentelor de grup, editarea pe ecrane comune de lucru, managementul documentelor din bazele de date ale grupului.

Exemple de produse:

Face-to-Face (Crosswise), Documentum (Documentum, Inc.), Markup (Mainstay Software), OnGo Document Management (Uniplex).

Probleme specifice:

- utilizarea standardelor de marcare, cum sunt: SGML (*Standard Generalized Markup Language*), HTML (*HyperText Markup Language*) și XML (*Extensible Markup Language*) [9];
- suport pentru programe de procesare text și tehnoredactare;
- asigurarea securității documentelor redactate;
- asigurarea integrării în baza de date a documentelor organizației;
- asigurarea integrității datelor; probleme de compresie;
- documentele pot fi privite în sens mai larg, de fișiere multimedia.

Flux de lucru (*Workflow*)

Instrumente software de întocmire a diagramelor de flux de lucru și de analiză a lor, de direcționare a formularelor electronice pentru diverse produse.

Exemple de produse:

Workflow Analyst (Action Technology), JetForm (JetForm Corp.), Staffware for Windows (Staffware), Formflow (Symantec), Open Workflow (Wang), Metro (Action Technologies), Workflow BPR (Holosofx), Flowmark (IBM).

Probleme specifice:

- respectarea standardelor de flux de lucru în cadrul organizației;
- interschimbarea documentelor și datelor în cadrul informațiilor produselor;
- automatizarea unor procese;
- integrarea cu serviciile EDI5 și alte servicii pentru beneficiari.

Utilitare de lucru în grup și instrumente de dezvoltare

Instrumente software pentru facilitarea lucrului în grup, posibilitatea accesării de la distanță a calculatoarelor membrilor grupului, unelte specifice pentru dezvoltarea aplicațiilor destinate lucrului în grup.

Exemple de produse:

Windows for Workgroup (Microsoft), CoEX (Twin Sun), Lotus Notes (Lotus Replication), Reporter (Ernst & Young), InterOffice (Oracle), ReplicAction (Cassal).

Probleme specifice:

- ce funcționalitate trebuie să fie parte a sistemului de operare și ce funcționalitate va fi parte a aplicației;
- asigurarea compatibilității produselor rezultate în cadrul sistemului; respectarea standardelor; cod orientat obiect (reutilizabil); asigurarea dreptului de proprietate intelectuală asupra software-ului dezvoltat.

Cadre de lucru *groupware*

Această metacategorie este formată din produse ce ajută la integrarea "insulelor de colaborare", realizând integrarea în cadrul platformelor diferite de calculatoare, sisteme de operare diverse și a variatelor arhitecturi de rețea.

Exemple de produse:

GroupWise (Novell Lotus), Notes (Lotus/IBM), TeamOffice (ICL/Fujitsu), OpenDoc (Apple/IBM), GoldMetal Workgroup (Decathlon), OpenMind (Attachmate).

Probleme specifice:

- realizarea integrării produselor în mediul sistemelor distribuite eterogene;
- probleme de securitate [9];
- stabilirea unor standarde în cadrul organizației virtuale, poate face cadrul de lucru *groupware* inutilizabil în afara grupului pentru care a fost realizat.

Servicii *groupware*

Acele servicii ce suportă (facilitează) colaborarea.

Exemple de tipuri de servicii:

Planificare și implementare, procesul de reinginerie a afacerilor (*business* -ului), dezvoltarea aplicațiilor, management de cunoștințe, asigurarea mentenanței sistemului, facilitarea întâlnirilor electronice, instruirea membrilor grupului pentru utilizarea noilor aplicații, consultanță.

Probleme specifice:

- identificarea celor mai adecvate produse și servicii *groupware* pentru organizația proprie se poate face tot printr-o colaborare cu furnizori de astfel de produse.
- cum se pot organiza mai bine: întâlnirile electronice, consultanța și instruirea membrilor organizației, reingineria funcționării organizației și cum se poate evalua recuperarea investiției făcute.

Aplicații *groupware*

Aplicații ce utilizează tehnologii de colaborare proiectate pentru un mediu de lucru specific.

5 EDI – *Electronic Data Interchange*; partenerii EDI de afaceri efectuează tranzacții prin schimburi electronice de date.

Exemple de produse:

BAI-5000 Distribution Management, System-Business Automation HelpDesk-Trellis, Patient Tracking System-Management, Directions ProTEAM-Scopus, CustomerFirst-Repository, Technologies CenterPoint-Bank of Montreal.

Probleme specifice:

- configurarea aplicațiilor pentru a răspunde optim mediului de lucru și necesităților de colaborare ale organizației;
- integrarea cu sistemele existente în organizație;
- evaluarea costurilor de achiziție, implementare și exploatare.

Aplicații și produse software de colaborare bazată pe Internet

Aplicațiile tradiționale *groupware* specifice rețelelor locale (LAN) beneficiază de funcțiile de colaborare ale serviciilor Internet (cum sunt WWW, e-mail etc.).

Exemple de produse:

InterNotes Publisher (BM/Lotus), PCS 50 (PictureTel), RoundTable (The ForeFront), Group Metro (Action Technologies), SamePage (WebFlow).

Probleme specifice:

- configurarea aplicațiilor locale pentru utilizarea colaborării prin WWW;
- integrarea cu sistemele native existente;
- costuri: de publicare pe Web, de memorare a informației;
- păstrarea unui echilibru corespunzător în asigurarea unui anumit nivel de securizare a informațiilor în cadrul colaborării;
- există pericolul limitării *groupware*-ului tradițional la aplicațiile de Web, dar și a aplicațiilor de Web la funcțiile *groupware*-ului tradițional.

4. Tehnologia groupware și arhitectura tehnologiei informaționale (IT) a întreprinderilor

Sistemele deschise de calculatoare au devenit locul de desfășurare a activității angajaților multor corporații multinaționale, dar și a celor din întreprinderile mai mici.

Multe firme dispun de un număr mare de calculatoare, aflate deseori la distanță unul de altul; conectând aceste calculatoare între ele, managerii unităților au putut extrage și corela informații din toate sectoarele de activitate ale firmei. Rețelele locale și-au arătat de la început *avantajele*, față de calculatoarele neconectate: *fiabilitate mare* (accesul la mai multe echipamente de stocare alternative), *partajare resurse* (echipamentele, programele informatice, datele disponibile pentru orice utilizator al rețelei, indiferent de localizarea fizică a persoanei sau a resursei) și *economisirea fondurilor* (calculatoarele mici au un raport preț/calitate mai bun decât cele mari). Într-adevăr, o astfel de firmă își poate construi una sau mai multe *rețele locale*, eventual interconectate între ele direct sau prin intermediul Internetului.

Dacă rețelele unei corporații internaționale sunt dispersate geografic, atunci ele pot comunica, păstrându-și secretul informațiilor, formând un **intranet**. Comunicarea dintre rețelele locale se realizează prin Internet, securizat prin *tuneluri* [9]. Intranetul se bazează pe aceleași principii tehnice de funcționare ca și Internetul, dar utilizatorii din afara lui nu au acces la o serie de date private pentru firmă. **Extranetul** este un intranet extins, cu niveluri diferite de accesibilitate din exterior, folosit ca mijloc de schimb de informații între partenerii de afaceri (aplicații de tip B2B - *business to business*). **Internetul** rămâne mediul de cooperare între firme și clienți (aplicații B2C - *business to customer*).

Conform lui David Coleman [2] locul *groupware*-lui este în infrastructura rețelei (care include calculatoare, cabluri, sisteme de operare de rețea și utilitare de administrare, liniile telefonice, în cazul unei rețele WAN - *Wide Area Network*); de asemenea, *groupware*-ul reprezintă o parte a mediului aplicațiilor de rețea. Există aplicații de rețea, care nu se încadrează în categoria *groupware* (de exemplu utilizarea unei baze de date a corporației); de asemenea, aplicațiile *groupware* nu sunt orientate-întreprindere, ci orientate-grup virtual, care poate fi o întreprindere multinațională distribuită geografic.

The Groupware Environment

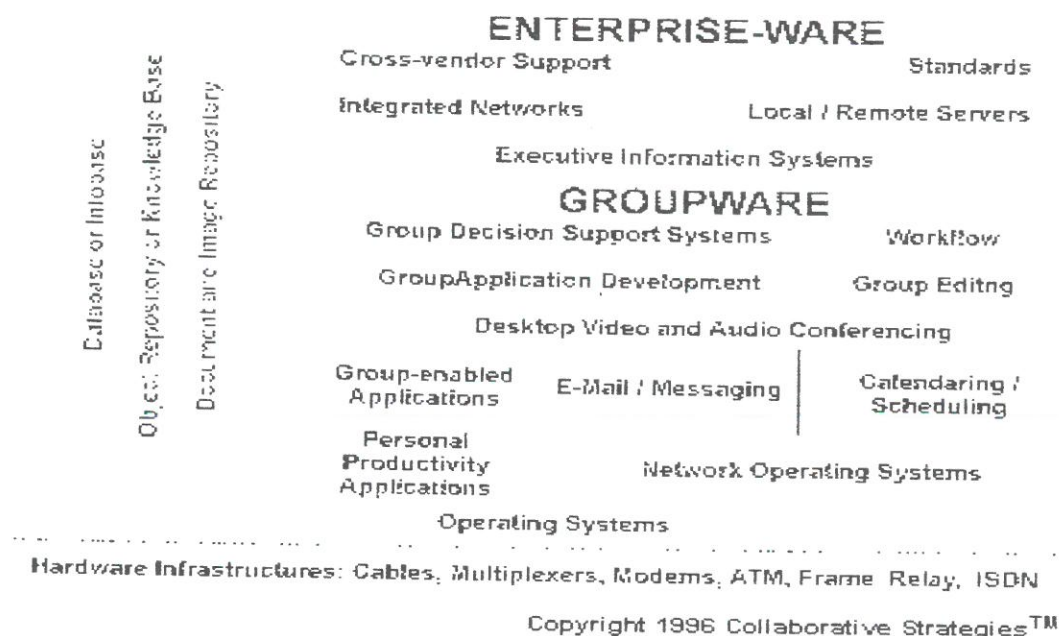


Figura 3. Arhitectura IT a întreprinderii

Funcțiile de bază, pe care instrumentele software de colaborare ale rețelelor intranet/Internet le suportă în cadrul firmelor, se pot împărți în cinci categorii:

- **management de documente** - coordonarea publicării documentelor și distribuția lor (cap3.-(f));
- **programarea activităților de grup** - actualizări ale calendarului întâlnirilor de lucru, suport pentru managementul întâlnirilor virtuale distribuite (cap3.-(b));
- **management de proiect** - managementul forței de muncă și coordonarea proiectului, incluzând managementul proiectelor distribuite, suport pentru mobilitatea utilizatorilor și pentru automatizarea vânzărilor (cap3.-(c));
- **comunicare** - partajarea informațiilor, forumuri de discuții, inclusiv video-conferințele, lucru în colaborare în jurul "meselor rotunde", accesarea de la distanță a aplicațiilor distribuite, etc. (cap3.-(d, (e, (f));
- **managementul cunoștințelor** - partajarea și reciclarea cunoștințelor întreprinderii, crearea memoriei întreprinderilor, apărarea proprietății intelectuale (cap1.).

Deci, firma (întreprinderea) virtuală are o reprezentare a activității pe Web și reprezintă sediul virtual a trei tipuri de colaborare:

- cea din intranetul propriu, între angajații firmei, care colaborează în realizarea sarcinilor curente;
- cea din extranet, cu partenerii de afaceri;
- cea din Internet, cu cei care solicită servicii (clienții), situați oriunde în lume (colaborare pentru comerț electronic).

Există diverse modalități de implementare a acestor trei tipuri de colaborare, acestea depinzând de tipul firmei, infrastructura sa IT și posibilitățile sale financiare. Multe din aceste soluții sunt în plină dezvoltare.

4.1. Exemplu: soluția integrată de colaborare în afaceri eMatrix 9

Linia de produse eMatrix9 ale firmei Matrix One [6] oferă o platformă flexibilă deschisă (în Internet) cu servicii de colaborare, un domeniu de aplicații de afaceri adaptabile și un set de pachete software de integrare produse.

După cum rezultă din figura de mai jos, platforma de colaborare (administrată de un server de colaborare pe Web) are două roluri:

1. funcția de integrare produse (planificarea resurselor firmei, managementul lanțului de aprovizionare, managementul informațiilor despre produse, managementul relațiilor cu clienții și instrumentele software);
2. managementul aplicațiilor de afaceri, prin intermediul WWW; aceste aplicații sunt destinate următorilor parteneri: angajații (prin intranetul firmei), furnizori și clienți (prin Internet), alte firme - parteneri de afaceri (prin extranet).

Soluția integrată *eMatrix 9* include următoarele produse și servicii ce permit colaborarea în afaceri:

- platforma și instrumentele *eMatrix 9*;
- aplicații de afaceri *eMatrix 9*;
- produse de integrare *eMatrix 9*;
- servicii de suport și implementare *MatrixOne*.

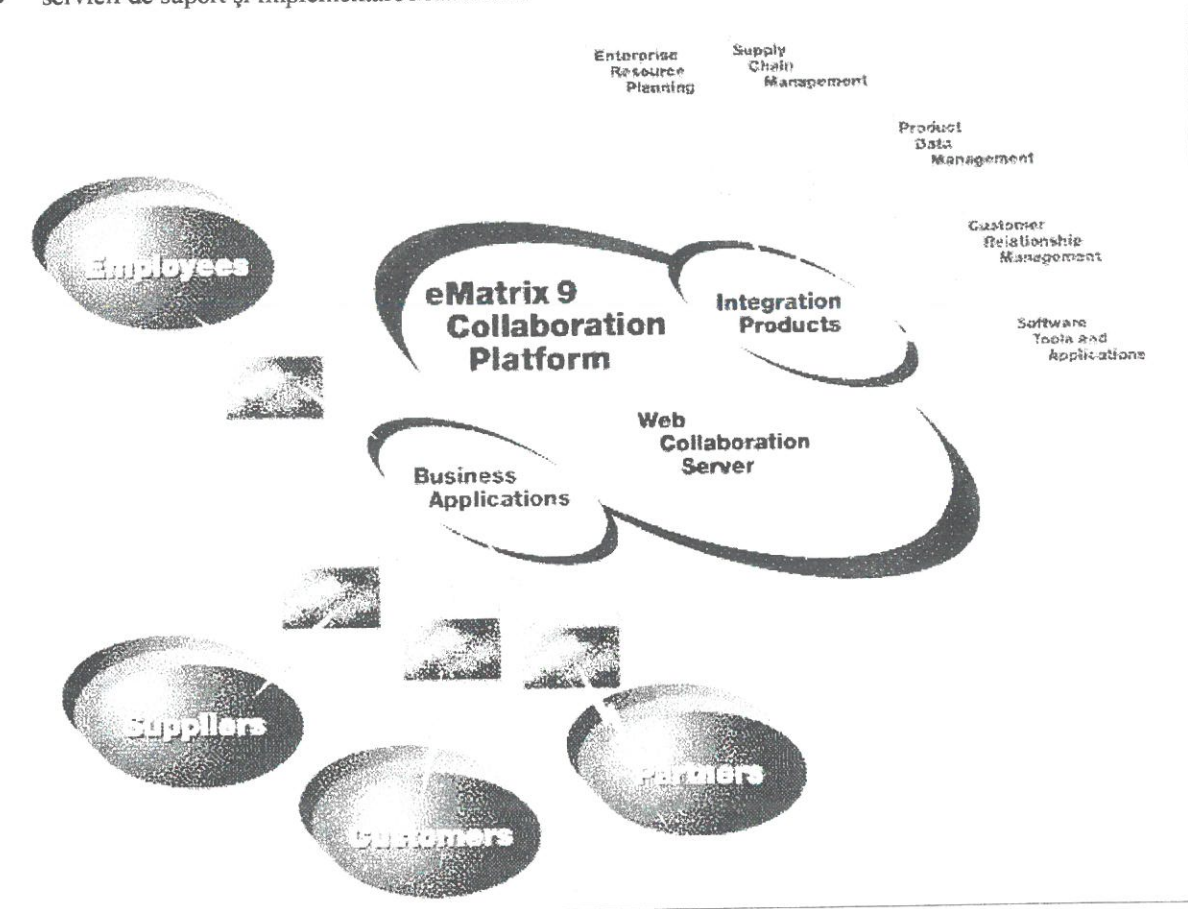


Figura 4. Soluția integrată de colaborare în afaceri *eMatrix 9*

Baza de cunoștințe (KM) on-line a firmei *MatrixOne* este deschisă (pe bază de parolă) numai partenerilor de afaceri. Ei pot obține toate noutățile tehnice de comunicare cu clienții, își pot actualiza software-ul de colaborare pe măsură ce acesta se schimbă, au acces la documentația pachetelor *eMatrix* și, ceea ce este cel mai important, au acces la sistemul de urmărire a afacerilor în acest sistem extranet. Toate aceste colecții de date sunt puternic indexate, iar sistemul asigură o regăsire rapidă a informațiilor relevante pentru utilizatori.

4.2. Sisteme de management al fluxului de lucru

În zilele noastre, multe organizații se formează dinamic, prin parteneriat de afaceri, în funcție de cerințele "pieței". Companiile își desfășoară activitatea principală în cadrul profilului propriu de afaceri, iar activitățile secundare reprezintă relațiile de cooperare cu alte organizații. Ca rezultat, se formează organizații virtuale noi. Pentru ca funcționarea acestor noi organizații să devină efectivă, infrastructurile informaționale ale partenerilor de afaceri trebuie să fie interconectate. Elementul cheie în acest proces îl reprezintă **sistemele de management al fluxului de lucru**, care controlează procesul de schimb de informații. Sistemele interconectate ale fluxului de lucru trebuie să permită unei organizații (consumatoare de servicii) să pornească un proces (un serviciu) în interesul propriu, în cadrul altei organizații (furnizoare de servicii) și să primească rezultatele acestui proces.

Adesea, fluxul de lucru este asociat **reingenieriei proceselor de afaceri** (descriș și în [9]). Colaborarea B2B (cum este comerțul electronic) reprezintă tocmai facilitarea fluxului de lucru între organizațiile virtuale, peste "granițele" lor. Din punct de vedere istoric, acest lucru este dificil, ținând seama de faptul că organizațiile utilizează aplicații software diferite pentru a-și administra procesele interne.

Numărul din mai/iunie 2000 al revistei *Internet Computing* are ca temă principală managementul fluxului de lucru în Internet. Astfel, în [4] sunt evidențiate eforturile de standardizare în domeniu ale asociației *Workflow Management Coalition* [15]. Modelul de referință propus [12] utilizează standardul de interoperabilitate a fluxului de lucru în Internet *Wf-XML*. *Wf-XML* bazat pe metalimbajul XML furnizează o arhitectură bazată pe mesaje de comunicare între motoarele de flux de lucru.

5. Remarci finale

Internetul nu este o entitate unificată, ci o combinație de numeroase entități (stocare de informație și regăsirea ei, comerț, diseminarea cunoștințelor, distracție, comunicare în spațiu și timp) [8].

Internetul a evoluat dintr-o rețea de calculatoare spre o rețea umană. După cum preciza Rolf Nordhagen [10]: "Rețelele înseamnă comunicare, iar comunicarea este cooperare", deci Internetul poate fi definit de multiplele cooperări umane, care se formează prin intermediul acestei rețele.

Aplicațiile bazate pe Internet se vor dezvolta în următorii ani, în special pentru activitățile de colaborare și comerț electronic. Incorporarea modulelor computaționale autonome și distribuite într-un sistem unitar, bazat pe rețeaua Internet, este o sarcină complexă, care implică realizarea funcțiilor de integrare, comunicare, negociere, organizare funcțională și coordonare.

Intranetul, infrastructură de colaborare

Intranetul este alegerea actuală pentru infrastructura de colaborare electronică, în cadrul organizațiilor virtuale. Avantajele care decurg pentru aceste organizații sunt: conectare facilă și sigură a membrilor grupului, permite companiilor să adune și să disemineze în mod dinamic informație din/pentru interior/exterior. Un exemplu al beneficiilor obținute cu acest fel de conectivitate îl constituie integrarea prin intermediul aplicațiilor rulând într-o astfel de infrastructură a consumatorilor, a furnizorilor și a vânzătorilor de produse.

5.1. Colaborare la nivelul Internetului

Groupware facilitează un mod nou de a lucra, furnizând instrumente ce rezolvă o "colaborare orientată" pe problemă. Până la sfârșitul anului 1997, au existat cinci diferențe funcționale de bază între sistemele *groupware* și serviciul WWW de colaborare al Internetului, care demonstau superioritatea *groupware* la acea dată [2]:

1. **securitate în procesul colaborării** (tehnologiile diferite de *groupware* se pot adapta exact circumstanțelor de colaborare, în general, oferind o securitate superioară serverelor de Web);
2. **partajarea obiectelor** (de exemplu *Notes 4.0* este compatibil OLE2; pasarea obiectelor pe Web nu este atât de simplă);
3. **Replicarea obiectelor;**
4. **discuții întrepătrunse (simultane)** - grupurile de știri suportă această facilitate, dar nu sunt atât de puternice ca unele aplicații *groupware*: *Notes*, *Collabra*, *TeamTalk*, sau *Conference Plus*. Această funcționalitate a determinat firma Netscape să integreze *Collabra* în Navigator 3.0, în a doua parte a anului 1996;
5. **flux de lucru** - Web-ul are implementat cel mai rudimentar mod de stabilire a unui flux de lucru: prin apăsarea unui buton într-o pagină WWW, se pot trimite mesaje pe adresa cuiva; alte programe, cum este *Notes*, suportă cu ușurință un flux de lucru, prin intermediul unor interfețe de aplicații (API); totuși, firmele producătoare de interfețe pentru aplicațiile de flux de lucru (cum este *Action Technologies*) au realizat produse de flux de lucru, bazate pe Web (ex. "Metro").

Deoarece tehnologiile de colaborare converg rapid spre Web, aceste diferențe se estompează treptat. Acest fapt nu înseamnă că tehnologiile de tip *groupware* vor dispărea, ci ele vor coexista cu serviciile de colaborare oferite de WWW, oferind o alternativă viabilă de colaborare, stimulând competitivitatea între diverse firme producătoare.

WWW a revoluționat tehnologia serviciilor de rețea. Pe de o parte, el oferă o viziune nouă asupra manierei de prezentare a informației, sub forma unor documente hipertext, multimedia. Prin expresivitatea interfeței grafice utilizator și facilitățile de asistare a navigării prin spațiul informațional, WWW este deosebit de adecvat pentru realizarea de servicii de informare pentru utilizatorii individuali. Pe de altă parte, WWW a evoluat, în două etape succesive, către rolul de instrument de bază pentru dezvoltarea de aplicații de rețea distribuite. Prima etapă este reprezentată de definirea modelului CGI (*Common Gateway Interface*), care permite practic oricărui gen de aplicație, dezvoltată sub oricare din sistemele de operare pentru care a fost scris software-ul de server WWW, să devină interactivă, dialogul ei cu un utilizator din rețea fiind mediat de un "client" și de un "server" WWW. Cea

de-a doua etapă a fost declanșată de apariția *Java*, care a introdus o nouă tehnologie în domeniul ODP⁶, având - față de alte tehnologii orientate pe obiecte - avantaje date de portabilitatea ei și de buna integrare cu foarte popularul serviciu WWW. Marea majoritate a produselor de tip "client WWW" includ o *mașină virtuală Java*, care permite utilizatorilor lor să beneficieze de serviciile unor componente de *software mobil*, primite prin intermediul serverelor WWW, care să le asiste în formularea unor cereri de informație, sau pentru o bună reprezentare a datelor primite ca răspuns.

Pentru utilizarea WWW ca un ingredient de bază pentru construirea de aplicații distribuite pentru groupware pledează gradul ridicat de standardizare și portabilitate oferit via CGI și Java.

Cu un singur produs software - un "browser" WWW - un abonat va putea utiliza o mare varietate de aplicații: de tip teleconferință, dezvoltare de documente în cooperare, instruire la distanță etc.

Mai trebuie luată în considerare și dezvoltarea limbajului XML [16] cu implicații semnificative în utilizarea viitoare pe scară largă. XML reprezintă o modalitate flexibilă de a crea formate comune de reprezentare a informației și de a partaja atât informația, cât și formatele de reprezentare într-un mod consistent, prin intermediul WWW, în cadrul unui intranet sau oricărei alte organizații virtuale deschise, din Internet.

Creșterea vertiginoasă a Web-ului și dezvoltarea sistemelor multiagent, cuplate cu tehnologiile asincrone de colaborare au dus la dezvoltarea echipelor de lucru non-stop (o echipă putând prelua rezultatele alteia, prelucrându-le și pasându-le la rândul ei echipei de schimb, care se poate afla în altă parte a lumii).

Multe din tehnologiile Internet recente adaugă diversitate și dimensiuni noi colaborării computaționale [13]:

- dezvoltarea infrastructurii de comunicare *multicast*, cum este Mbone și a limbajelor independente de platformă, cum este Java, încurajează schimbarea de paradigmă, de la colaborarea intranet pe scară mică, la cea pe scară mare, sincronă, cu grupuri de lucru implicând potențial mii de participanți din întreaga lume;
- Progresele tehnicilor multimedia și a graficii pe calculator ne-au îmbunătățit abilitățile de creare a iluziei de teleprezență.

Încorporarea noilor tehnologii într-o organizație implică adaptarea organizației respective la aceste noi instrumente. Vor fi schimbări în cadrul structurilor organizaționale și a rolurilor lor, precum și a adaptării fluxului de lucru la capacitățile sporite de prelucrare și de transmisie a informației. Organizațiile nu sunt văzute prin părțile lor componente, ci ca entități vii, dinamice cu multe din caracteristicile oamenilor, care le formează. *Nu o reorganizare impusă* va fi viitorul model organizațional, ci date fiind direcția (obiectivele, care pot fi motivaționale) și câteva unelte IT de ajutorare, organizația respectivă își va găsi singură calea de remodelare; sigur că oameni din cadrul organizației vor aduce permanent îmbunătățiri adecvate funcționării acestui model, alegând cele mai adecvate unelte IT și clarificând direcția grupului de lucru virtual.

Sistemele de management al fluxului de lucru

Sistemele de management al fluxului de lucru și al proceselor în Internet se deosebesc de sistemele CSCW, acestea din urmă facilitează utilizarea în comun a informațiilor, în timp ce primele facilitează și automatizează coordonarea și execuția proceselor (cum este, de exemplu, comerțul electronic).

Aceste sisteme de management al fluxului de lucru mediate de Internet sunt considerate cea mai importantă tehnologie a începutului de secol XXI [11].

Limbajul XML a devenit cadrul de standardizare a comunicațiilor dintre sistemele de colaborare în Internet.

Acum, sistemele de flux de lucru pot manevra procese ce sunt foarte flexibile, de multe ori în direcții neanticipate. Astfel, în această epocă a supraîncărcării informaționale, aceste sisteme sunt de un real folos prin ajutorul dat oamenilor și organizațiilor (firmelor) în reorganizarea muncii lor.

A primi automat informații bine sintetizate și restructurate adecvat în orice împrejurare (fie că acest "consumator" de informații este un client sau un angajat al unei firme), iată marele câștig al dezvoltării unor astfel de sisteme!

⁶Modelul de referință ISO-ODP (*Open Distributed Processing*) (1988) a fost realizat pornind de la cerința de a face posibilă dezvoltarea de aplicații distribuite portabile, care să nu necesite elemente specifice (la nivel arhitectură a aplicației și la nivel cod sursă) pentru utilizarea lor într-o rețea particulară sau sub un sistem de operare particular.

Niveluri arhitecturale noi adăugate modelului de referință ISO-OSI

Acum se poate vorbi de un nivel suplimentar, adăugat celor 7 niveluri ale modelului de referință ISO-OSI: Web-ul - platformă comună pentru partajare documente hypermedia. Nivelul următor, care lipsește acum, dar a cărui dezvoltare și standardizare este în plină desfășurare, este cel al partajării fluxului de lucru în Internet [11].

5.2. Obiectivele sistemelor de colaborare din generațiile viitoare

Gerhard Fisher, director al *Center for LifeLong Learning & Design* [5] a caracterizat sistemele viitoare de colaborare prin intermediul tehnologiilor informaționale și de comunicații și a stabilit obiectivele sistemelor de colaborare ale generațiilor viitoare [3]:

- înțelegere comună (unitară) asupra problemelor;
- participare documentată;
- delegare de competențe (împuțerniciri);
- creativitate socială.

Problemele complexe de proiectare necesită mai multe cunoștințe decât posedă o singură persoană, deoarece cunoștințele referitoare la problemă sunt, de obicei, distribuite între oamenii cheie ai echipei. Aducerea laolaltă a punctelor de vedere diferite, uneori contradictorii, pentru crearea unei înțelegeri comune (împărtășite) asupra problemei, a participanților, poate conduce la noi introspecții, noi idei și noi artefacte. Noile media ce permit persoanelor competente să contribuie la încadrarea și la rezolvarea problemelor complexe de proiectare, pot extinde astfel puterea minții umane individuale. Unul dintre rolurile majore ale noilor tehnologii nu este de a livra informație "preparată" pentru indivizi, ci de a furniza oportunități și resurse pentru dezbateri sociale și discuții. Se va produce o schimbare de orientare, de la dezvoltarea tehnicii de calcul, ca element central, spre o îmbunătățire a înțelegerii noastre asupra sistemului uman social și cultural, care creează contextul de utilizare a sistemelor CSCW.

Societatea viitorului - o societate bazată pe cunoștințe

Internetul este o entitate "vie", prin structura sa umană, prin tehnologiile noi care apar și se extind, dar și prin conținutul informațional, care "crește" permanent. La actualul stadiu al rețelei s-a ajuns prin dezvoltările produse în ultimii 6 ani. Problema care se pune în zilele noastre este de a păstra această rețea "deschisă", disponibilă și accesibilă tuturor locuitorilor Planetei, pornind de la stabilirea unor standarde tehnice internaționale, dar și de la asigurarea posibilităților tehnice de comunicație și computaționale în toate regiunile globului. Responsabilitatea la nivel regional ar fi asigurarea unui mai mare avantaj de posibilități utilizatorului-final, excluderea tendințelor de monopolizare. Reglementările independente naționale ar trebui să urmeze strict transmisiile companiilor de rețele ca și ale transmisiilor internaționale și interconectările la furnizorii de rețea [8]. De asemenea, trebuie să existe un consens internațional în materie de legislație Internet (de exemplu, dreptul de protecție a proprietății intelectuale) și asupra propunerilor de legi pentru statele de drept. Păstrarea culturilor actuale, în contextul globalizării constituie un alt obiectiv. Dar una din problemele cele mai stringente este de a coopera în găsirea soluțiilor de disciplină și etică în Rețea, pentru evitarea spectrului cenzurii.

Dacă aceste probleme nu vor fi soluționate la nivel planetar, prin alianțe internaționale puternice, "Rețeaua ar putea cădea în mâinile unei dominații comerciale sau guvernamentale, iar conținutul ei cenzurat" [10].

Dar, societatea se poate schimba, după cum aprecia Nordhagen în aceeași conferință [10], dintr-o societate bazată pe producție materială, într-o societate bazată pe cunoștințe. Acest lucru se poate întâmpla, utilizând rolul Rețelei de comunicație bilaterală între oameni: între cei care învață și cei care învață pe alții, între oameni care cooperează, ajutându-se reciproc, între guvernanți și oameni care participă la procesul guvernării, între oameni care oferă servicii și cei care le cer.

Bibliografie

1. BUDIU, M.: Tuneluri (tunneling), 11 martie 1999, <http://www.cs.cmu.edu/~mihaib/>

7 Modelul de referință ISO-OSI (*International Organization for Standardization - Open Systems Interconnection*) (1979) a definit nu numai principiile de divizare pe nivele, ci le-a și nominalizat, descriind serviciile aferente fiecăruia din cele șapte niveluri: fizic, legătură de date, rețea, transport, sesiune, prezentare, aplicație.

8 Rețea (cu majusculă) - se referă la rețeaua Internet

2. **COLEMAN, D.:** *Groupware - The Changing Environment*. În: *Groupware: Collaborative Strategies for Corporate LANs and Intranets*, Prentice Hall ©, ISBN# 0-13-727728-8, 1997, 720 p.
3. * * *: *Fourth International Conference on the Design of Cooperative Systems*, Sophia Antipolis (France), 23-26 May 2000, <http://www-sop.inria.fr/acacia/Coop/Coop2000>
4. **HAYES, J.G.** et al.: *Workflow Interoperability Standards for the Internet*", in *Internet Computing*, May/June 2000, pp.37-45.
5. .[L3D, *] *Centerfor LifeLong Learning&Design*, <http://www.cs.colorado.edu/~l3d/>
6. .[MatrixOne, *] <http://www.matrixone.com/>
7. * * *: *Rețeaua Multicast Backbone*: <http://www.mbone.com>; arhitectura rețelei Mbone: <http://www.cs.berkeley.edu/~clan/mbone.html>.
8. **NICULESCU, C.:** *Implicațiile sociale și politice ale Internetului*, Sesiunea 358 a Seminarului de la Salzburg, "Revista Română de Sociologie", nr. 3-4, 1998, pp.341-347.
9. **NICULESCU, C., TRIFĂNESCU, D.:** *Studiu asupra problemei dezvoltării sistemelor de colaborare distribuită*", CCAIAPLNMC, iunie 2000.
10. **NORDHAGEN, R.:** *The Good, the Bad, and the Ugly - The past, the present and the future or vice versa? Ramblings about the Internet*, prezentare la 6th CEENet Network Technology Workshop, Budapesta, 18-28 august, 2000.
11. **PETRIE, CH., SARIN, S.:** *Beyond Documents: Sharing Work*. În: *Internet Computing*, May/June 2000, pp.34-36.
12. .[RefMwf, *] <http://www.afim.org/wfmc/standards/docs/tc003v1.1.pdf>
13. **RHEE, I.:** *Support for Global Teams*, IEE INTERNET COMPUTING nr2/1999, cu tematica *Collaboration-Internet-Style*.
14. * * *: *Terena Guide to Network Resource Tools*, © TERENA, Singel 466-468, NL-1017 AW Amsterdam, Feb-2000, <http://www.terena.nl/libr/gnrt/group/index.html>
15. .[Wfmc, *] <http://www.afim.org/wfmc/manifesto.htm>
16. * * *: *Extensible Markup Language (XML) 1.0; World Wide Web Consortium Recommendation*, <http://www.w3.org/TR/REC-xml>.
17. **KEAHEY, K.:** *A Brief Tutorial on CORBA*, <http://www.cs.indiana.edu/hyplan/kksiazek/tuto.html>
18. .[DCE, *] *DCE-Distributed Computing Environment*, <http://www.openpvm.org/tech/dce/>.
19. .[DCOM, *] *Entire X DCOM*, <http://www.sagus.com>.
20. .[Java, *] *Java Technology*, <http://java.sun.com/>.
21. **RAGGETT, LE HORS, JACOBS** eds.: *HTML 4.0 Specification World Wide Web Consortium Recommendation*, <http://www.w3.org/TR/REC-html40/>.
22. **TANENBAUM, A.S.:** *Rețele de calculatoare*, Ediția a III-a ("Computer Networks, 3rd ed."), Computer Press Agora s.r.l., 1997.