

Diana-Aderina MOISUC
Faculty of Economics and Business Administration, Babeş-Bolyai University of Cluj-Napoca
Mihai-Constantin AVORNICULUI
Faculty of Economics and Business Administration, Babeş-Bolyai University of Cluj-Napoca

WEB TECHNOLOGY CONVERGENTE WITH EXPERT SYSTEMS

Theoretical
articles

Keywords

Expert System
Web technologies
Benefits

JEL Classification

C80, C88

Abstract

From the first applications to this day, expert systems have obtained remarkable results in many areas, by using knowledge extracted and transferred from human experts. The main reason behind the advent of expert systems was the potential to provide recommendations to a large number of users. In today's world, the spread of the Internet and web applications generated an exponential growth of the quantity of information that needs to be processed by an increasing number of users. Under these circumstances emerged the convergence of web technologies with expert systems, resulting in the category of web based expert systems. The potential of traditional expert systems was harnessed by using web technologies, offering new ways of disseminating expertise and knowledge to a mass audience. In this paper we will first review base concepts and features of traditional expert systems and then point out the benefits brought by the development and the use of web based expert systems.

Introducere

Ținând seama de evoluția actuală a tehnologiei informației, de creșterea exponențială a cantității de informații cu care suntem asaltați zi de zi, problematica luării unor decizii de calitate, atât la nivel individual cât și la nivelul organizațiilor, a devenit o sarcină foarte dificilă. Mediul de afaceri în care se iau în prezent deciziile devine din ce în ce mai complex datorită schimbărilor frecvente ce se produc în toate sectoarele de activitate. Informațiile circulă într-un ritm foarte alert, provin dintr-o multitudine de surse și sunt dificil de procesat corect în timp real. Toate aceste evoluții conduc la o presiune sporită atât asupra fiecărui individ în parte, cât și asupra organizațiilor, impunând reacții rapide și inovatoare la acest climat. Decidenții trebuie să apeleze la sprijinul oferit de noile tehnologii informaționale, cunoscute sub denumirea de sisteme suport pentru decizii, pentru a avea reacții (răspunsuri) adecvate la presiunile și oportunitățile mediului de afaceri.

Sistemele suport pentru decizii trebuie considerate în prezent o metodologie conceptuală, un termen "umbrelă" pentru orice sistem computerizat care ajută în procesul de luare a deciziilor (Turban, Sharda, & Delen, 2011).

Cercetătorii sistemelor suport pentru decizii au construit și au studiat o mare varietate de astfel de sisteme. Acestea au evoluat în timp de la sisteme simple la sisteme complexe care folosesc instrumente moderne de analiză a datelor. Din vastul domeniu al sistemelor suport pentru decizii, o categorie care se bucură de mare interes o reprezintă sistemele expert.

Ca răspuns la necesitățile suportului decizional inteligent, sistemele expert au fost dezvoltate prin combinarea instrumentelor inteligenței artificiale cu tehnicile din sfera sistemelor suport pentru decizii și a ingineriei cunoașterii. Sistemele expert sunt în general proiectate foarte diferit față de sistemele tradiționale deoarece problemele pe care sunt destinate să le rezolve nu au soluții algoritmice. Rolul sistemelor expert este de asistare a utilizatorilor în raționamentele necesare soluționării problemelor, în urma achiziționării cunoașterii de la experții umani. Această cunoaștere trebuie să fie explicită, inteligibilă, sistemele expert folosind rezultatele cercetării din inteligența artificială în scopul dezvoltării de aplicații funcționale, comerciale, capabile să aducă beneficii organizațiilor. Sistemele expert vin și în sprijinul utilizatorului novice, mai puțin pregătit în domeniul său, ajutându-l să-și execute sarcinile la nivelul performant al expertului, punându-i la dispoziție cunoașterea și experiența dobândite.

Primele sisteme expert au fost construite ca aplicații independente, cu rolul de a asista sau înlocui decidenții în rezolvarea problemelor ce țin de domenii specifice. Ulterior, tendința în

dezvoltarea sistemelor expert a fost de a obține sisteme complexe și la o scară ce trece dincolo de scopul sistemelor independente (Mocean, 2003). Asistarea, integrarea sistemelor expert cu aplicațiile informatice clasice, utilizarea lor ca interfețe de intrare sau de ieșire, au condus la realizarea unor sisteme informatice puternice și în același timp utile. Tendința de integrare a unor sisteme relativ distincte au condus la efecte sinergetice benefice indisponibile anterior. Însă, cele mai recente aplicații ale sistemelor expert conturează o nouă categorie cunoscută sub denumirea de sisteme expert bazate pe tehnologiile web.

Convergența între sistemele expert tradiționale și tehnologiile web s-a produs pentru a valorifica potențialul sistemelor expert de a furniza recomandări unui număr foarte mare de utilizatori. Utilizând tehnologiile web se poate realiza diseminarea expertizei și cunoștințelor furnizate de către sistemele expert către o audiență de masă. Tranziția de la sistemele expert tradiționale la sistemele expert bazate pe web a fost practic inevitabilă.

Obiectivul lucrării de față este de a revizui conceptele de bază și particularitățile sistemelor expert tradiționale pentru a reliefa apoi beneficiile aduse de dezvoltarea și utilizarea sistemelor expert bazate pe web.

Din punctul de vedere al demersului metodologic specific elaborării prezentei lucrări, în prima parte se va face referire la cadrul conceptual-teoretic al sistemelor expert tradiționale, pornind de la identificarea definițiilor, caracteristicilor de bază și tipurilor de probleme cărora li se adresează. Se va prezenta apoi arhitectura acestor sisteme. Partea ce tratează sistemele expert tradiționale se va încheia cu evidențierea avantajelor și limitelor acestora.

Conturarea particularităților sistemelor expert bazate pe web, în mod special în ceea ce privește componentele și construirea acestora și apoi prezentarea celor mai recente aplicații, vor conduce la atingerea obiectivului lucrării de față și anume evidențierea beneficiilor aduse de această nouă categorie de sisteme.

Sistemele expert

În acord cu literatura de specialitate, se observă că sistemele expert se bucură de o atenție sporită din partea mediului de cercetare. Se identifică numeroase definiții ale acestui concept conform cărora: „Sistemele expert sunt cele care aduc elementul de inteligență artificială oricărui sistem suport de decizie clasic” (Holsapple & Winston, 1996); „Sistemul expert este un program capabil să obțină performanțele expertului uman într-un domeniu îngust” (Negnevitsky, Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems, 2002); „Un program pe calculator care poate simula procesul de gândire al experților umani și astfel

poate fi folosit pentru propagarea unui domeniu de expertiză se numește sistem expert” (Kumar & Mishra, 2010); ”Sistemele expert sunt acele sisteme informatice care încearcă să capteze capacitatea de raționament a oamenilor pentru a răspunde utilizatorilor. Prin încorporarea expertizei, sistemele expert furnizează soluții în problemele decizionale în mod similar cu decidenții care au obținut abilitatea de a soluționa probleme utilizând experiențele proprii anterioare sau apelând la experiențele altora” (Sariyar & Ural, 2010).

În definițiile sistemelor expert enumerate anterior, se face referire la conceptele "experți" și "expertiză", concepte deosebit de importante pentru acest domeniu. Ideea care trebuie reținută este că eforturile dezvoltatorilor sistemelor expert sunt canalizate pentru captarea expertizei prin achiziționarea și reprezentarea cunoștințelor deținute de experți. Aceste activități reprezintă etape importante în procesul de inginerie a cunoașterii, de rezultatele obținute depinzând calitatea soluțiilor furnizate de către sistemele expert.

Sistemele expert fiind o ramură a inteligenței artificiale prezintă caracteristici care le diferențiază de celelalte tipuri de sisteme informatice și anume (Turban, Sharda, & Delen, 2011):

- Utilizează raționamentul simbolic și euristica. Sistemele expert integrează cunoștințele existente și raționamentele subiective într-un raționament simbolic utilizând metode euristice de procesare (non-algoritmice) în vederea rezolvării unor probleme de obicei aflate în interdependență. Acest raționament simbolic are în vedere reprezentarea cunoașterii preluată de la experții umani, respectiv reformularea cunoașterii simbolice în scopul îmbunătățirii emulării raționamentului expertului uman de către sistemul expert.
- Autocunoașterea. Sistemele expert trebuie să fie capabile să își examineze propriul raționament și să explice motivele pentru care s-a ajuns la un nivel particular de concluzii. Majoritatea experților au capacități de învățare foarte puternice pentru a-și actualiza cunoștințele constant. Sistemele expert trebuie să învețe din succesele și greșelile proprii, dar să fie capabile să preia informații și din alte surse.
- Inferența. Sistemele expert trebuie să fie capabile să combine și înlănțuie cunoștințele în scopul obținerii de cunoștințe noi. De aceea trebuie să regăsim în componența sistemelor expert un motor inferențial care permite prelucrarea cunoștințelor dintr-o bază de cunoștințe în vederea obținerii de noi cunoștințe necesare soluționării problemei.

Față de caracteristicile comune întregii familii a tehnologiilor inteligenței artificiale sistemele expert au ca și caracteristică particulară faptul că utilizează

expertiza. Această caracteristică a sistemelor expert le conferă abilitatea de a soluționa o problemă și determină competența necesară sistemului expert în domeniul respectiv (Waterman, 1986). Sistemele expert trebuie să fie capabile să utilizeze metodele de rezolvare și cunoștințele generale pentru a realiza inferențe chiar și atunci când datele, faptele și cunoștințele de care dispun sunt incerte, atingând performanța unui expert uman.

Aria de cuprindere a domeniilor în care se utilizează sistemele expert este determinată în principal de tipurile de probleme cărora li se adresează. În funcție de acest criteriu, în literatura de specialitate se identifică următoarele categorii de sisteme expert (Gupta & Singhal, 2013), (Turban, Sharda, & Delen, 2011):

- de interpretare - deduc situații descrise din observații și includ: înțelegerea discursurilor, analizarea imaginilor, interpretarea semnalelor, etc. Un sistem de interpretare explică datele observate prin asocierea de simboluri care descriu situația;
- de predicție - includ prognoze meteo, predicții demografice, economice, de trafic, de culturi agricole, militare, de marketing și financiare;
- de diagnosticare - includ softuri medicale, electronice, mecanice, etc. La baza cazurilor acestor sisteme stau neregulile sesizate în domeniul pentru care au fost concepute;
- de design - dezvoltă configurații ale obiectelor care satisfac constrângerile impuse de design;
- de planificare - sunt specializate în programări automate și planificări pe termen lung și scurt în domenii cum ar fi managementele de proiect, comunicațiile și analizele financiare;
- de monitorizare - compară observații ale comportamentului sistemului cu standarde care trebuie respectate pentru atingerea scopului. Sunt aplicabile pentru toate domeniile;
- de depanare - se bazează pe precizarea capacităților de creare a specificațiilor sau recomandărilor în corectarea unor probleme de diagnostic;
- de reparare - dezvoltă și execută planuri pentru a administra și remedia probleme sigure de diagnostic;
- de instruire - încorporează subsisteme de depanare și diagnostic și răspund în mod special nevoilor cursanților. Aceste sisteme încep prin construirea de descrieri ipotetice ale cunoștințelor și apoi evidențiază punctele slabe în cunoștințele cursanților și identifică remedii pentru depășirea deficiențelor. În final aceste sisteme planifică un tutorial de interacțiune care să livreze cunoștințe de remediere către cursanți;
- de control - guvernează adaptiv comportamentul general al unui sistem. Pentru a face asta, trebuie să interpreteze în mod

repetat situația curentă, să prezică viitorul, să identifice anticipat cauzele problemelor, să formuleze un plan de remediere și să monitorizeze execuția pentru a asigura succesul sistemului.

Trebuie menționat că în orice domeniu, în cazul în care experții umani vor putea specifica pașii și raționamentul prin care poate fi soluționată o problemă se va putea crea un sistem expert care să rezolve aceea problemă.

Arhitectura sistemelor expert

Arhitectura sistemelor expert poate fi considerată un caz special al arhitecturii generice a sistemelor suport pentru decizii, fiind bazată pe o tehnică de reprezentare a cunoștințelor care implică utilizarea regulilor. Această tehnică a evoluat în domeniul sistemelor expert, oferind capacitatea de a gestiona cunoștințele de raționament. În arhitectura sistemelor expert se găsesc componente speciale utilizate în reprezentarea cunoștințelor și utilizarea regulilor.

În literatura de specialitate există numeroase abordări ale arhitecturii sistemelor expert. Nikolopoulos identifică în structura sistemelor expert următoarele componente: modulul de achiziție a cunoștințelor, baza de cunoștințe, motorul de inferență și interfața cu utilizatorul (Nikolopoulos, 1997).

Conform lui (O'Brien & Marakas, 2007) componentele sistemelor expert sunt: generatorul SE (compus din motorul de inferență și interfața utilizatorului), baza de cunoștințe și modulul de achiziție al cunoștințelor. În structura sistemelor expert (O'Brien & Marakas, 2007) se disting două medii: mediul de dezvoltare și mediul de consultare. Proiectantul (inginerul de cunoștințe) sistemului expert utilizează mediul de dezvoltare pentru a construi componentele necesare ale sistemului și pentru a popula baza de cunoștințe cu reprezentări adecvate ale cunoștințelor experților. Utilizatorul sistemului folosește mediul de consultare pentru a obține sfaturi și pentru a rezolva probleme folosind cunoștințele expert încorporate în sistem. (vezi Figura 1).

Majoritatea cercetătorilor identifică trei componente principale ale SE și anume: baza de cunoștințe, motorul de inferență și interfața cu utilizatorul. În general, un sistem expert care interacționează cu utilizatorul poate să conțină și următoarele componente adiționale: subsistemul de achiziție a cunoștințelor, spațiul de lucru, interfața cu dezvoltatorul sistemului, modulul de explicații și modulul de rafinare al cunoștințelor.

În continuare se va descrie pe scurt arhitectura sistemelor expert (Figura 2). Cadrul prezentat este foarte important pentru acest studiu, deoarece este utilizat ca bază de comparație în momentul abordării sistemelor expert bazate pe web.

Subsistemul de achiziție a cunoștințelor

Achiziția de cunoștințe de la experți este o sarcină complexă care crează de obicei probleme în construcția sistemelor expert deoarece inginerul de cunoștințe trebuie să interacționeze de cele mai multe ori cu unul sau mai mulți experți umani (Sagheb-Tehrani, 2009). Modulul de achiziție a cunoștințelor preia cunoștințele specializate furnizate de la experți umani, literatura de specialitate, baze de date, documente multimedia, rapoarte de specialitate, informații de pe web etc, salvându-le într-o anumită formă de reprezentare (Rainer & Cegielski, 2010).

Baza de cunoștințe

Baza de cunoștințe stochează toate cunoștințele specifice unui anumit domeniu aplicativ (Negnevitsky, 2011) și reprezintă fundația construirii unui sistem expert. Cunoștințele înmagazinate în baza de cunoștințe a unui sistem expert sunt reprezentate deseori într-un format special, pentru a ajuta la înțelegerea, formularea și rezolvarea de probleme.

Motorul de inferență

Creierul unui sistem expert este motorul de inferență, cunoscut și ca structura de control sau interpretatorul de reguli. Această componentă este în esență un program care furnizează o metodologie de raționament cu privire la informațiile cuprinse în baza de cunoștințe și spațiul de lucru, pentru a formula concluzii adecvate (Turban, Sharda, & Delen, 2011).

Motorul de inferență dictează modul de utilizare al cunoștințelor sistemului și controlează pașii parcurși pentru rezolvarea problemelor oricând are loc o consultare a sistemului. Motorul de inferență crează de fapt conexiunea între regulile și faptele existente în baza de cunoștințe (Negnevitsky, 2005). Raționamentele specifice motorului de inferență pot fi realizate folosind trei tehnici distincte: înlănțuirea înainte (raționament deductiv), înlănțuirea înapoi (raționament regresiv) și mixt (aceste tehnici vor fi descrise în capitolul următor).

Interfața cu utilizatorul

Interfața cu utilizatorul este cea componentă care asigură dialogul între utilizator și sistemul expert (Negnevitsky, 2002). Cu ajutorul acestei componente este posibilă introducerea cererilor utilizatorilor pentru ca în final, sistemul expert, tot prin intermediul interfeței să afișeze rezultatele procesului inferențial. În cazul în care se constată lipsa unor cunoștințe în cadrul unei înlănțuiri inferențiale, sistemul expert, prin interfața sa, trebuie să fie capabil să interogheze utilizatorul în vederea rezolvării situației apărute.

Spațiul de lucru (Blackboard)

Spațiul de lucru este partea de memorie care lucrează ca o bază de date pentru descrierea problemei curente și conține datele de intrare, permițând procesul coerent de rezolvare al unei

probleme. Spațiul de lucru este folosit pentru înregistrarea rezultatelor intermediare, a ipotezelor și a deciziilor (Rainer & Cegielski, 2010). În spațiul de lucru pot fi înregistrate trei tipuri de date: planuri de acțiune (de exemplu: cum să fie abordată o problemă), agende de lucru (acțiuni potențiale ce pot fi executate) și soluții (ipoteze și cursuri alternative de acțiune pe care sistemul le-a generat anterior) (Turban, Sharda, & Delen, 2011).

Modulul de explicații

Modulul de explicații permite utilizatorului să înțeleagă comportamentul sistemului expert oferind răspunsuri la întrebări de genul (Negnevitsky, 2005): "De ce a fost pusă o anumită întrebare de sistemul expert?", "Cum s-a ajuns la o anumită concluzie?", "De ce o anumită alternativă a fost respinsă?". Modulul de explicații permite trasarea drumului urmat în raționare și emiterea justificării pentru soluțiile obținute, evidențiindu-se în acest mod, cauza unor eventuale erori.

Modulul de rafinare al cunoștințelor

Experții umani dispun de capacitatea de a-și îmbogăți în permanență cunoștințele, ceea ce înseamnă că își pot analiza propriile cunoștințe și eficacitatea lor, își pot actualiza și îmbunătăți cunoștințele învățând. Similar, astfel de evaluări sunt necesare și în sistemele expert și sunt realizate de modulul de rafinare al cunoștințelor. Cu ajutorul acestui modul se analizează motivele care au dus la eșec sau succes, căile de îmbunătățire a rezultatelor în baza de cunoștințe și obținerea unui raționament cât mai eficient (Rainer & Cegielski, 2010). Componenta cea mai importantă a unui modul de rafinare a cunoștințelor este mecanismul de auto-învățare care îi permite ajustarea și procesarea cunoștințelor pe baza evaluărilor performanțelor recente.

Interfața cu dezvoltatorii sistemului

Această componentă cuprinde: editorul bazei de cunoștințe, suportul pentru depanare și facilitățile de intrare/ieșire. Cu ajutorul editorului bazei de cunoștințe se pot introduce și modifica regulile și se pot monitoriza modificările făcute. Suportul pentru depanare oferă inginerului de cunoștințe posibilitatea detectării și înlăturării erorilor. Facilitățile de intrare/ieșire permit ca în timpul funcționării sistemului expert să poată fi solicitate informații necesare ori de câte ori acestea nu sunt disponibile.

Avantaje și limite ale sistemelor expert

Necesitatea utilizării sistemelor expert și avantajele aduse de acestea pot fi foarte bine evidențiate dacă se prezintă toate acele limite ale experților (caracteristicile specifice umane) care au fost depășite prin utilizarea sistemelor expert. Conform lui (Badiru & Cheung, 2002) experții:

- nu sunt capabili să memoreze un volum foarte mare de informații (au memorie limitată);
- pot obosi dacă sunt supuși unui efort fizic sau mental;
- pot uita detalii cruciale ale unei probleme;
- nu sunt constanți în deciziile lor;
- pot fi în situația de a nu-și aminti anumite informații;
- pot fi părtinitori în acțiunile lor;
- pot evita în mod deliberat responsabilități decizionale;
- pot să mintă, să ascundă adevărul și sunt muritori.

Se vor prezenta în continuare avantajele aduse de utilizarea sistemelor expert, dar se vor evidenția și limitele acestora.

Studiile realizate asupra unui număr de sisteme expert au relevat faptul că aceste sisteme pot să aducă următoarele avantaje: (Nedovic & Devedzic, 2002), (Nurminen, Karonen, & Hatonen, 2003), (Turban, Sharda, & Delen, 2011), (Soufi, Malekian, Alizadeh, Taheri, & Ashour, 2013):

- Creșterea productivității (sistemele expert pot lucra mai rapid decât oamenii);
- Diminuarea timpului de luare a deciziilor;
- Creșterea calității produselor (datorită recomandărilor date de SE și reducerii ratei erorilor);
- Capturarea expertizei (sistemele expert înmagazinează cunoștințele experților care pot să părăsească locul de muncă, să se pensioneze, etc);
- Scăderea costurilor (pentru monitorizare și control oamenii utilizează mijloace mult mai costisitoare decât sistemele expert)

Abilitatea de a lucra cu informații incomplete sau nesigure;

- Furnizarea de programe de pregătire (modulul de explicații al sistemelor expert poate servi ca dispozitiv de predare);
- Creșterea calității deciziilor, datorită integrării rațiunilor experților de top;
- Îmbunătățirea întregului proces de luare a deciziilor – Sistemele expert oferă feedback rapid despre consecințele deciziei, facilitează comunicarea între cei care iau deciziile și reacționează rapid la schimbările neprevăzute ale mediului, furnizând astfel o mai bună înțelegere a situației de luare a deciziei;
- Abilitatea de a rezolva probleme complexe, a căror soluții depășesc abilitățile unui singur individ;
- Posibilitatea transferului de cunoștințe către locații diferite;
- Îmbunătățirea altor sisteme informatice prin integrarea SE în cadrul acestora.

În ciuda succesului lor comercial sistemele expert tradiționale prezentau o serie de limite date de inflexibilitatea lor, incapacitatea lor de a gestiona probleme nestructurate și definite mai vag, de reticența experților și utilizatorilor (Grove, 2000), (Andone, Mockler, Dologite, & Țugui, 2001), (Luger, 2005):

- Expertiza era dificil de obținut deoarece experții erau deseori necooperativi, iar abordările lor în evaluarea unor situații puteau fi diferite;
- Experții competenți erau greu de găsit și solicitau onorarii mari;
- Sistemele expert puteau fi percepute ca o amenințare la siguranța locului de muncă;
- Sistemele expert funcționau bine doar pentru domeniul pentru care au fost proiectate;
- Soluțiile generate de către sistemele expert erau greu de verificat;
- Termenii utilizați de către experți pentru fapte și relații erau uneori de neînțeles pentru utilizatori;
- Inginerii de cunoștințe erau solicitați atât la construirea cât și în timpul utilizării sistemelor expert, ceea ce ducea la creșterea prețului acestor sisteme;
- Bugetul disponibil putea fi insuficient;
- Imposibilitatea transferului de cunoștințe către locații diferite
- Lipsa de încredere în soluțiile primite reprezenta o barieră în utilizarea sistemelor expert.

Dezvoltarea sistemelor expert a presupus în permanență încercarea de a învinge limitele acestora. Prin integrarea tehnologiilor web și a altor unelte din familia AI s-au obținut sisteme expert ce pot să aducă multe beneficii. O parte din limitele sistemelor expert tradiționale au dispărut odată cu îmbunătățirea tehnologiei artificiale și metodologiei de dezvoltare a sistemelor inteligente (Awad & Ghaziri, 2010).

Sistemele expert bazate pe web

Sistemele expert bazate pe web (SEBW) au fost definite ca fiind ”un set de aplicații dezvoltate ca rezultat al integrării tehnologiei sistemelor expert cu tehnologia web și accesarea sistemelor expert pe web” (Dokas & Alapetite, 2006).

Convergența tehnologiilor web cu domeniul sistemelor expert a oferit noi modalități de partajare și distribuire a cunoștințelor (Duan, Edwards, & Xu, 2005). SEBW au capacitatea de a transfera expertiza nu numai utilizatorilor umani ci și sistemelor computerizate, incluzând sisteme suport pentru decizii, roboți, baze de date.

Serviciile web reprezintă o bază eficientă pentru sistemele expert datorită următoarelor caracteristici (Chang & Tseng, 2008):

- accesibilitatea serviciilor web;
- interfețele multimedia comune aduse de browserele web;
- disponibilitatea instrumentelor web pentru dezvoltarea sistemelor expert;
- portabilitatea originală a aplicațiilor bazate pe internet;

Dezvoltarea aplicațiilor web care să includă sisteme expert au motivat inginerii de cunoștințe să abordeze problemele specifice de integrare a acestor tehnologii (Dokas & Alapetite, 2006). S-au identificat o serie de modalități de a profita de beneficiile aduse de sistemele expert bazate pe web, cum ar fi dezvoltarea de noi metodologii, instrumente și tehnici de reprezentare a cunoștințelor, pentru că modalitățile de abordare tradiționale nu mai erau adecvate noului mediu de lucru.

Arhitectura sistemelor expert bazate pe web

Arhitectura sistemelor expert bazate pe web (SEBW) este bazată pe tehnologia sistemelor expert tradiționale cu o integrare a tehnologiei web în diferitele module ale sistemului. Pentru dezvoltarea SEBW designul sistemelor expert tradiționale a fost adaptat, încorporând arhitectura client-server și a interfețelor web bazate pe browser (Grove, 2000).

Particularitățile sistemelor expert bazate pe web, față de sistemele expert tradiționale sunt puse în evidență în Figura 3:

- motorul de inferență rulează de obicei pe partea serverului, chiar dacă în unele aplicații, poate fi descărcat ca Appleturi Java și să ruleze pe partea clientului.
- Browserele web ale PC-urilor de pe partea clientului furnizează interfața grafică interactivă a utilizatorului;
- Dobândirea cunoștințelor de la experți poate fi efectuată și cu ajutorul interfețelor web bazată pe browser.
- Pentru reprezentarea cunoștințelor în baza de cunoștințe se utilizează regulile de producție. Baza de cunoștințe include atât cunoștințele de bază cât și bazele de date ale aplicațiilor web.
- Un element suplimentar care poate fi sesizat în arhitectura SEBW este agentul de monitorizare care are rolul de identificare a deciziilor nestructurate. Se poate observa fluxul de informații dintre variabilele domeniului și motorul de inferență prin intermediul agentului de monitorizare. În cazul în care numărul variabilelor depășește normele preconizate, generatorul sistemului va anunța utilizatorul că există o situație care trebuie să fie abordată și va începe procesul iterativ de luare a deciziilor prin demararea unui curs de acțiune sugerat.

Serviciile web permit integrarea sistemelor expert în portale web (Gamboa, Sapateiro, & Filipe, 2006). Tehnologiile web pot fi incluse în sistemele expert prin integrarea serviciilor web solicitate pe partea clientului și producătorului de servicii web pe partea serverului.

Concluzii

Integrarea tehnologiilor web în cadrul sistemelor expert furnizează o serie de beneficii atât utilizatorilor, cât și dezvoltatorilor acestor sisteme. Cel mai important beneficiu adus de dezvoltarea sistemelor expert bazate pe web este posibilitatea diseminării expertizei și a cunoștințelor furnizate de sistemele expert către un număr foarte mare de utilizatori aflați în locații diferite (sistemele expert tradiționale nu permiteau acest lucru).

O parte din limitele sistemelor expert tradiționale prezentate anterior reliefa reticenta și problemele ce pot să apară din partea experților în procesul de achiziționare al cunoștințelor, când se urmărește de fapt prioritar capturarea expertizei acestora. Trebuie să menționăm și faptul că inginerii de cunoștințe erau solicitați atât la construirea cât și în timpul utilizării sistemelor expert, ceea ce ducea la creșterea prețului acestor sisteme. Aceste limite au fost eliminate prin crearea posibilității de accesare a bazei de cunoștințe direct de experți cu ajutorul interfeței web bazate pe browser.

Interfețele multimedia comune aduse de browserele web sunt familiare utilizatorilor și înlătură dificultățile pe care le ridicau interfețele anterioare ce prezentau și elementele necunoscute pentru ei.

Sistemele expert au evoluat, dar pentru asigurarea succesului lor, factorii critici de care trebuie să se țină seama sunt:

- Problemele ce urmează să fie soluționate trebuie să fie mai mult calitative, deoarece sistemele expert nu sunt concepute pentru a opera cu cantități foarte mari de informații;
- Nivelul de cunoștințe al experților trebuie să fie ridicat, pentru a se oferi un înalt nivel de expertiză;
- Problemele abordate trebuie să aparțină unui domeniu îngust de aplicare, pentru că în condițiile actuale este dificil să se captureze expertiză din domenii vaste;
- Generatoarele sistemelor expert trebuie să aibă capacitatea să înmagazineze și să manipuleze cunoștințele foarte ușor;
- Trebuie luată în considerare atitudinea utilizatorului, iar impactul trebuie să fie favorabil. De aceea interfața sistemului trebuie să fie prietenoasă pentru a atrage utilizatorii, iar soluțiile furnizate de sistem (sfaturile, recomandările) să fie clare, corecte, cu explicații convingătoare

- Mediul organizațional trebuie să fie receptiv în ceea ce privește adoptarea de noi tehnologii.

SEBW pot fi utilizate în domenii diversificate precum: inginerie, management, medicină, agricultură, educație, turism, finanțe, contabilitate și audit în contextual guvernancei corporative (Fülöp & Pinteau, 2014) etc. Există numeroase aplicații ale SEBW, dintre care amintim: SEBW pentru analiza testelor serologice de laborator (Başçiftçi & İncekara, 2012), SEBW pentru poziționare geografică exactă (Jung & Joon, 2014), SEBW pentru diagnoza economico - financiară a IMM-urilor (Păvăloaia, 2009).

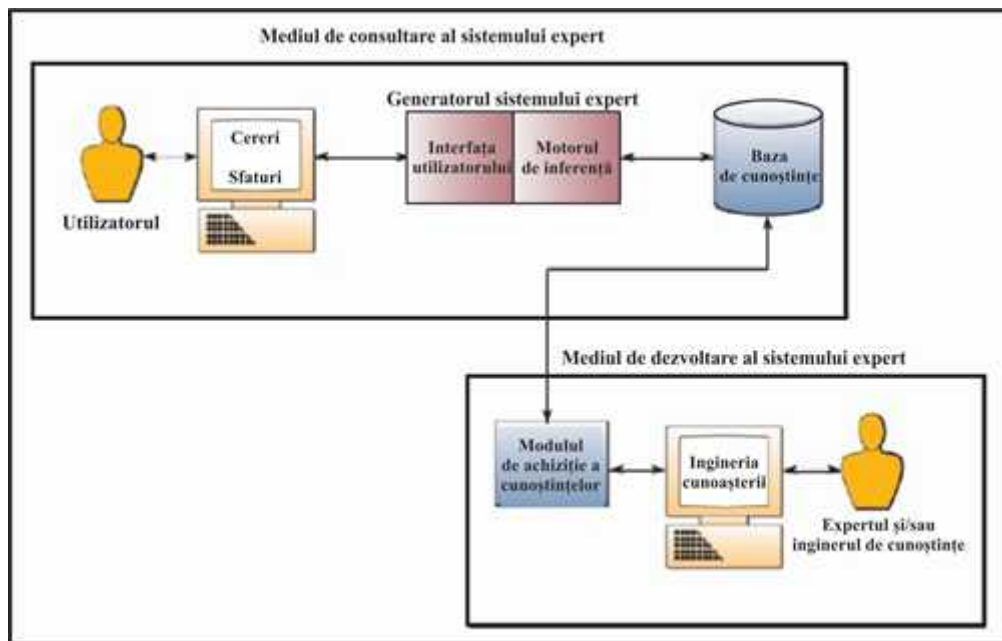
Putem concluziona că sistemele expert bazate pe web, datorită beneficiilor pe care le pot aduce, reprezintă un domeniu de o importanță deosebită în condițiile moderne de afaceri, a unei economii bazate pe cunoaștere.

Referințe bibliografice

- [1] Andone, I., Mockler, R., Dologite, D., & Țugui, A. (2001). *Dezvoltarea sistemelor inteligente în economie. Metodologie i studii de caz*. București: Editura Economică.
- [2] Awad, E. M., & Ghaziri, H. M. (2010). *Knowledge Management* (ed. Second edition). New Delhi: The International Technology Group.
- [3] Başçiftçi, F., & İncekara, H. (2012). Design of Web-Based Fuzzy Input Expert System for the Analysis of Serology Laboratory Tests. *Journal of medical systems*, 36(4), 2187-2191.
- [4] Chang, C. C., & Tseng, C. (2008). A network problem diagnosis expert system based on web services. *Proceedings of 7th International Conference on Machine Learning & Cybernetics, IEEE*, 3726-3731.
- [5] Dokas, I. M., & Alapetite, A. (2006). A Development Process Meta-Model for Web Based Expert Systems: The Web Engineering Point of View. *Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark*, 1-14.
- [6] Duan, Y., Edwards, J., & Xu, M. (2005). Web-based Expert Systems: Benefits and Challenges. *Information & Management*, 42(6), 799-811.
- [7] Fülöp, M. T., & Pinteau, M. O. (2014). Effects of the new regulation and corporate governance of the audit profession. *SEA - Practical Application of Science*, 2(4), 545-554
- [8] Gamboa, H., Sapateiro, C., & Filipe, J. (2006). Bringing Intelligence to the Web 2.0: An

- expert system approach to support scheduling group meetings. *Current Developments in Technology-assisted Education*.
- [9] Grove, R. F. (2000). Internet-based expert systems. *Expert Systems*, 17, 129-136.
- [10] Gupta, S., & Singhal, R. (2013). Fundamentals and Characteristics of an Expert System. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 1(3), 110-113.
- [11] Holsapple, C. W., & Whinston, A. B. (1996). *Decision Support System: A Knowledge Based Approach*. St. Paul: West Publishing.
- [12] Jung, K.-Y., & Joon, K. (2014). Development of Web-based Expert System for Convenient Precise Positioning. *International Journal of Control and Automation*, 7(5), 101-110.
- [13] Kumar, S., & Mishra, R. B. (2010). Web-based expert systems and services. *Cambridge University Press*, 25(2), 167-198.
- [14] Luger, G. F. (2005). *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving*. Addison Wesley.
- [15] Mocean, L. (2003). Sistemele expert si interacțiunea lor cu sistemele suport pentru decizii de grup. *Informatic economic*, 1(25), 105-107.
- [16] Nedovic, L., & Devedzic, V. (2002). Expert System in Finance: A Cross-Section of the Field. *Expert System with Application*, pg. vol.23, No.1.
- [17] Negnevitsky, M. (2002). *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems* (ed. First Edition). Harlow, England: Addison-Wesley.
- [18] Negnevitsky, M. (2005). *Artificial Intelligence. A Guide to Intelligent Systems* (ed. Second Edition). Harlow, England: Addison-Wesley.
- [19] Negnevitsky, M. (2011). *Artificial Intelligence. A Guide to Intelligent Systems* (ed. 3rd Edition). Harlow, England: Pearson Education, Addison-Wesley.
- [20] Nikolopoulos, C. (1997). *Expert Systems: introduction to first and second generation and hybrid knowledge based systems*. New York: Marcel Decker Inc.
- [21] Nurminen, J., Karonen, O., & Hatonen, K. (2003). What makes Expert Systems Survive Over 10 Years. Empirical Evaluation of Several Engineering Applications. *Expert Systems with Applications*, 24(1).
- [22] O'Brien, J., & Marakas, G. (2007). *Management Information Systems with MISource* (ed. 8 th). Boston: McGraw-Hill Education.
- [23] Păvăloaia, V. D. (2009). Web Based Application for SMEs Economic and Financial Diagnose. *Communications of the IBIMA*, 9, 24-29.
- [24] Rainer, R., & Cegielski, C. (2010). *Introduction to Information Systems: Enabling and Transforming Business* (ed. 3 rd). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- [25] Sagheb-Tehrani, M. (2009, 11 5). *A Conceptual Model of Knowledge Elicitation*. Preluat pe 09 09, 2014, de pe <http://proc.conisar.org/2009/1542/CONISAR.2009.Sagheb-Tehrani.pdf>
- [26] Sariyar, O., & Ural, D. (2010). Expert System Approach for Soil Structure Interaction and Land Use. *Journal of Urban Planning & Development*(SPECIAL ISSUE: Best Practices on Land Management Strategies), 135-138.
- [27] Soufi, S. S., Malekian, F., Alizadeh, F., Taheri, M. J., & Ashour, A. (2013). Investigate the Effect of Expert Systems Application on Management Performance. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research In Business*, 4(12), 478-482.
- [28] Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision Support and Business Intelligence Systems* (ed. 9th). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc. Publishing as Prentice Hall. Preluat de pe <http://www.exsys.com/>
- [29] Vujovic, A., Krivokapic, Z., & Jovanovic, J. (2012). Artificial Intelligence Tools and Case Base Reasoning Approach for Improvement Business Process Performance. În T. Aized (Ed.), *Total Quality Management and Six Sigma* (pg. 3-22). InTech.
- [30] Waterman, D. A. (1986). *A Guide to Expert Systems*. Addison-Wesley.

Figura 1. Model simplificat al sistemelor expert.



Surs : (O'Brien & Marakas, 2007)

Figura 2. Arhitectura sistemelor expert (cadru conceptual propus de autori)

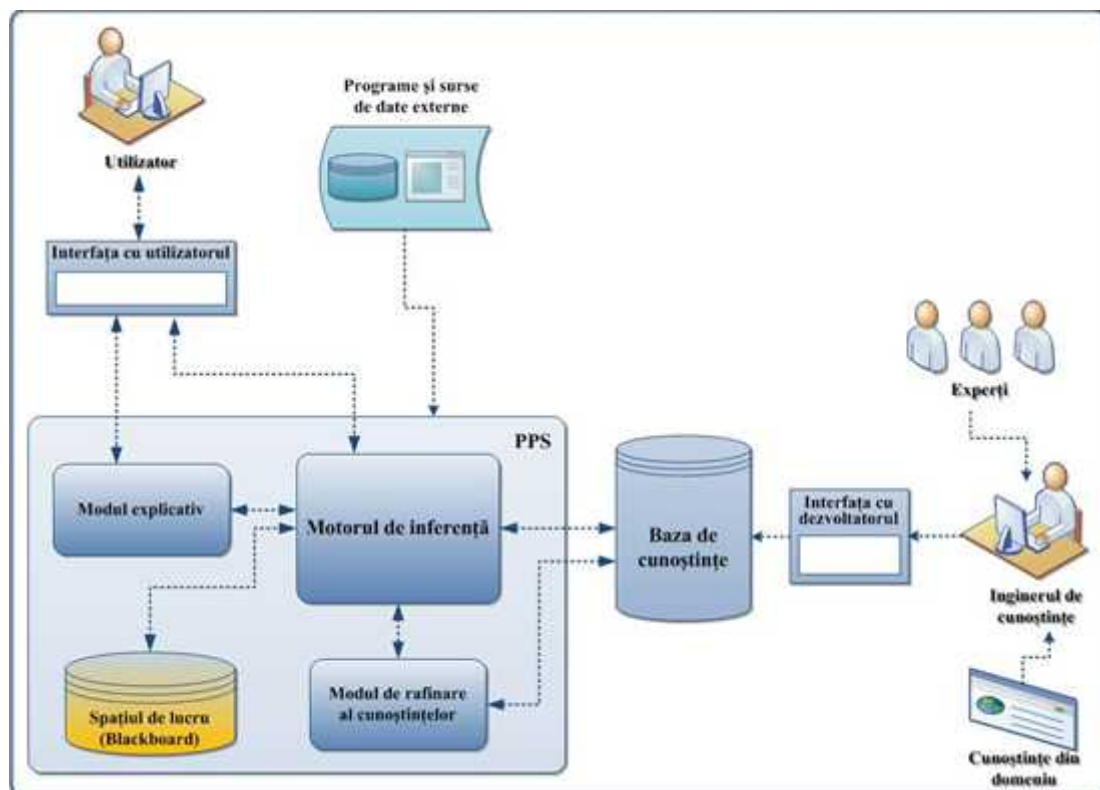


Figura 3. Arhitectura sistemelor expert bazate pe web (cadru conceptual propus de autori)

