

# Informatica în lume

## Environmental Protection as a Challenge to Applied Informatics - A Workshop Introduction

B. Page, University of Hamburg,  
Department of Informatics,  
Germany, in IFIP Transactions: Educations and Society Information  
Processing 1992, vol. II, pp. 595-604

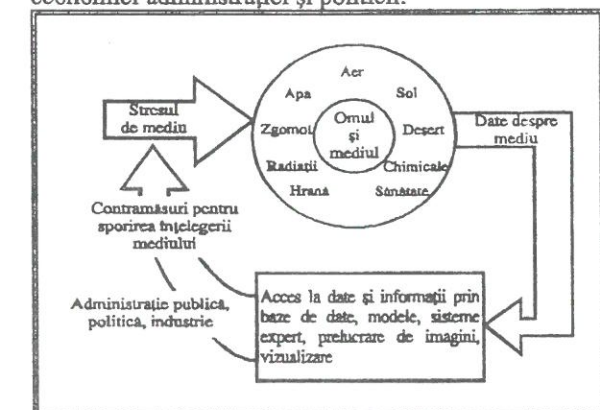
### (Protecția mediului ca o provocare la adresa informaticii aplicate)

**Rezumat** Soluționarea problemelor de mediu este, în mare măsură, o activitate de prelucrare a informațiilor care gestionează o cantitate mare de date despre mediu. În această lucrare sînt evidențiate cinci categorii de sisteme de prelucrare specifice (sisteme de control și monitorizare, sisteme informatice convenționale, sisteme de analiză și calcul, sisteme de planificare și suport al deciziei cît și sisteme integrate). Informatica de mediu a fost introdusă ca o disciplină nouă, cu cîteva posibile domenii de cercetare.

### 1. Introducere

Diversele probleme privind protecția mediului, planificarea și cercetările privind mediul nu pot fi rezolvate decît pe baza unor informații complete și corecte. Starea și dinamica mediului sînt descrise de date de natură biologică, fizică, chimică, geologică, meteorologică sau social-economică. Aceste date sînt dependente de spațiu și de timp și se referă la stările trecute sau starea prezentă. Prelucrarea informațiilor despre mediu, despre factorii de stress și despre mecanismele de influențare naturală este fundamentală pentru orice planificare asupra mediului și pentru orice măsuri de prevedere.

În figura 1 se arată schematic cum sarcinile și deteriorările cauzate de om pot fi contracarate prin informații și date despre mediu, destinate publicului, economiei administrației și politicii.



Tehnologia informației a devenit esențială pentru protecția mediului, prin furnizarea informațiilor la nivelul cuvenit de detaliere. Totuși aplicațiile pe

calculator pentru mediu sînt deseori lipsite de o bază conceptuală și științifică. Aceasta, desigur, nu este numai o problemă de informatică aplicată, ci o sarcină interdisciplinară în care ar trebui implicate mai multe discipline științifice (geo- și bio-științele, ingineria mediului, economia și dreptul, tehnologia măsurii, științele administrative etc.). Totuși informatica luată ca știință a metodologiei fundamentale a prelucrării informațiilor și cunoștințelor, cu aplicațiile și implicațiile ei, are posibilitatea și, ar trebui prin urmare, să își asume responsabilitatea de a juca un rol principal în această cercetare interdisciplinară.

### 2. Clasificarea sistemelor de prelucrare a informației despre mediu

Sistemele de prelucrare a informației în domeniul mediului pot fi, în mod ideal, clasificate în patru mari categorii, în funcție de nivelul și tipul de agregare al informației sau al analizei:

- sisteme de control și monitorizare: sisteme de prelucrare a informației pentru automatizarea monitorizării măsurătorilor (inclusiv la distanță) pentru controlul apei, aerului, solului, zgomotului și radiațiilor, ca și pentru sisteme de control al proceselor;
- sisteme de informație convenționale: sisteme de prelucrare a informației pentru culegerea datelor despre mediu, stocarea, organizarea, structurarea, integrarea și reproducerea lor ca informație de mediu;
- sisteme de analiză și calcul: sisteme de prelucrare a informației pentru sinteză complexă și analiză științifică a datelor despre mediu prin metode de analiză matematică, statistică și grafică;
- sisteme suport pentru decizie și planificare: sisteme de prelucrare a informațiilor pentru asistarea factorilor umani de decizie (decidenților) în pregătirea deciziilor și rezolvarea problemelor, în selectarea și stabilirea alternativelor și în fundamentarea deciziilor. În acest context, metodele de deducție sînt mecanismele de combinare, agregare, analiza și inferența logică. Sistemele expert sau, vorbind în general, sistemele bazate pe cunoștințe, ca și sistemele suport pentru decizie bazate pe model fac parte din această categorie.

Tipic, sistemele de prelucrare a informației despre mediu vor avea de cele mai multe ori o natură complexă, adică vor conține componente din mai multe din categoriile definite.

### 3. Rolul informaticii aplicate

Informatica pentru mediu este o ramură relativ nouă a informaticii aplicate, care se ocupă cu culegerea, stocarea, regăsirea și prelucrarea datelor complexe

despre mediu. Datele despre mediu au un număr de caracteristici specifice care, de obicei, nu se regăsesc în prelucrarea clasică a informațiilor (cum ar fi în prelucrarea datelor administrative sau chiar în multe aplicații inginerești). În primul rând, există multe surse diferite și neomogene de informații, cum ar fi texte despre legi și proiecte de cercetare privind mediul, date provenind din măsurători, de la rețelele de supraveghere, date despre structura substanțelor chimice, date cu format ingineresc despre tehnologia mediului. În special, datele despre mediu au deseori o codificare geografică, adică informația este atașată unui anumit punct sau unei anumite regiuni în spațiu. În al doilea rând, unele date au o structură multidimensională și trebuie reprezentate cu ajutorul unor obiecte geometrice complexe (poligoane sau curbe). În al treilea rând, prelucrarea datelor și metodelor statistice, ca și a cunoștințelor vagi, nesigure și incomplete este o preocupare principală în informatica mediului. În al patrulea rând, ar trebui asigurat accesul confortabil al utilizatorului la bazele de date heterogene și distribuite despre mediu. Și, în sfârșit, datele despre mediu trebuie prezentate și evaluate într-un mod interdisciplinar.

Aceste caracteristici au ca rezultat diferite constrângeri asupra prelucrării informațiilor legate de protecția mediului. Mai întâi, informatica mediului trebuie să vizeze aspecte ale algoritmilor și structurilor de date geometrice, ca și ale sistemelor de informații geografice moderne. Sistemele bazate pe cunoștințe sînt importante în lucrul cu cunoștințe nesigure.

Pentru a avea o privire mai sistematică și structurată, revenim la clasificarea sistemelor de prelucrare a informației de mediu dată mai sus. În tabelul 1 sînt prezentate cele mai relevante ramuri ale informaticii.

Domeniu de cercetare	Sisteme de control și monitorizare	Sisteme informaticice	Sisteme de calcul și analiza	Sisteme Suport de Decizie
Baze de date		■	■	■
Interfață om-mașină	■	■	■	■
Colecții de date rezultate în urma unor măsurători & Prelucrări	■		□	
Controlul proceselor	■		□	
Rețele de calculatoare	■	■		
Grafica asistată de calculator	■	□	■	■
Prelucrare de imagini			■	
Sisteme bazate pe cunoștințe	■	□	□	■
Modelare și simulare			■	■

Bazele de date și tehnologia sistemelor de informații reprezintă instrumentul fundamental în prelucrarea

informațiilor de mediu. Sistemele informaționale de mediu pot fi considerate sisteme de informații geografice speciale, datorită referinței spațiale comune a datelor stocate. În plus, ele conțin date tematice. În funcție de diferitele tipuri de date de mediu, un astfel de sistem ar trebui să poată stoca informații în diferite reprezentări. Viitoarele astfel de sisteme trebuie să fie văzute ca sisteme de informații multimedia, proiectate pentru stocarea, regăsirea obiectelor de mediu multimedia.

În afară de aceasta, cercetările în informatică aplicată trebuie să furnizeze un acces facil pentru oricine, la bazele de date despre mediu. Noile reglementări EC permit accesul liber la informațiile despre mediu pentru oricine. Implementarea acestor reglementări necesită suportul substanțial al unui sistem informatic. Noi limbaje de interogare, ușor de folosit (de exemplu limbajul natural), pentru bazele de date de mediu, trebuie dezvoltate.

O altă problemă centrală este integrarea diferitelor surse de date neeterogene, în aplicații distribuite. Aceasta trebuie rezolvată ca o precondiție pentru sisteme informatice de mediu complete, incluzînd nivelul strategic în administrația și politica mediului.

Este necesară, pentru folosirea pe scară largă a sistemelor informatice de mediu, aplicarea conceptelor moderne la proiectarea unor interfețe utilizator confortabile.

Sistemele de control ale proceselor sînt relevante în primul rând pentru protecția tehnică a mediului (tehnica măsurării). Tehnicile de culegere și prelucrare a datelor rezultate din măsurare joacă un rol important. Problemele interconectării calculatoarelor trebuie rezolvate pentru proiectarea rețelelor de măsurare locale și naționale.

Grafica pe calculator este un instrument foarte important în vizualizarea datelor de mediu din domeniul cercetării legate de mediu, în luarea deciziilor și în elaborarea rapoartelor. Metodele prelucrării imaginilor sînt folosite pentru analiza aerofotografiilor.

Recent s-au făcut încercări de a aplica conceptele bazate pe cunoștințe, în particular tehnologia sistemelor expert, la construcția sistemelor de prelucrare a informației de mediu. Totuși cele mai multe proiecte nu au trecut de stadiul de prototip.

Utilizarea tehnologiei sistemelor expert în protecția mediului a fost limitată pînă acum, din următoarele motive:

- referințele spațiale și temporale ale celor mai multe probleme de mediu necesită progrese substanțiale în metodele de raționament spațial și temporal;
- capacitățile de timp real ale sistemelor expert nu sînt încă suficiente pentru aplicațiile de monitorizare și control ale proceselor de mediu;

- trebuie îmbunătățită integrarea sistemelor expert cu componentele sistemelor convenționale;
- tehnicile de achiziție a cunoștințelor trebuie rafinate;
- raționamentele bazate pe modele sînt mai promițătoare pentru domeniile legate de mediu.

Modelarea și simularea joacă un rol important în multe științe și discipline tehnologice și au o lungă tradiție în domeniul ecologic. Este o problemă a informaticii aplicate să dezvolte instrumente software puternice pentru construcția și utilizarea modelelor de mediu (simulatoare de mediu).

#### 4. Abordări bazate pe cunoștințe pentru asistență în modelarea și simularea mediului

Metodele de modelare și simulare au diferite semnificații în diferite domenii legate de mediu. Un studiu recent argumentează că, alături de un număr de secțiuni cu un nivel înalt de acceptare a tehnicilor de modelare și simulare (de exemplu simularea dispersiei poluanților), sînt alte secțiuni cu un nivel mai mic (de exemplu cercetarea ecosistemelor).

Există un număr de motive pentru acest deficit. Mai întii, un număr mare de oameni necesari pentru studiul simulării în diferite etape ale modelării (de la analiza sistemului, proiectarea modelului, pînă la experimentele de simulare) este un obstacol important. O altă problemă este domeniul vast de cunoștințe din cîteva discipline necesar pentru corecta realizare a studiului simulării. În general, oamenii de știință care lucrează pe un model de simulare au competență în propria lor disciplină.

De asemenea, construirea modelelor de simulare este îngreunată de heterogenitatea domeniului mediului cu privire la conținut. De multe ori, pentru rezolvarea unei probleme de mediu sînt relevante mai multe discipline. Diversitatea metodologică este caracteristică pentru domeniul mediului.

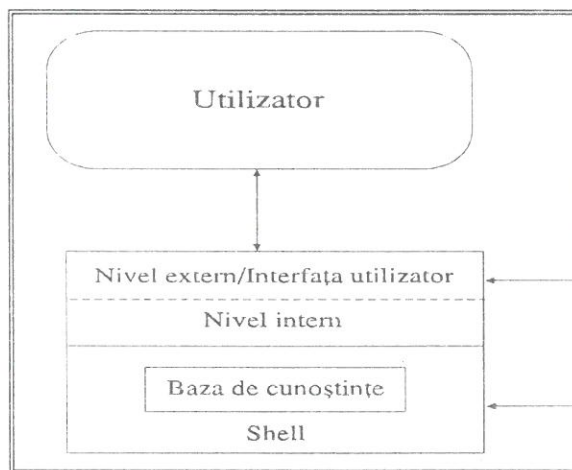
Mai departe, apar probleme din tipurile de cunoștințe care se găsesc de obicei în sectorul mediului.

În informatica aplicată, a fost dezvoltată deja o cantitate mare de instrumente pentru modelare și simulare, inclusiv limbaje de simulare, pachete și sisteme de simulare. Sistemele de simulare nu sînt numai instrumente pentru implementarea modelelor, ci furnizează și funcții pentru asistarea utilizatorilor în diferitele faze ale ciclului de construcție a modelelor. Aceste concepte convenționale nu sînt, în unele privințe, adecvate pentru sectorul mediului. Funcționalitatea, ca și ușurința de utilizare, sînt încă insuficiente. Toate abordările au în comun faptul că nu oferă un suport pentru furnizarea cunoștințelor necesare pentru modelare și simulare. Utilizatorul trebuie să știe

cum să aplice funcțiile disponibile. O altă problemă a software-ului de modelare este contrastul aparent între nivelul de suport și flexibilitatea sistemului. Cu cît este mai mare confortul funcțiilor de suport, cu atît mai restrîns este domeniul de aplicare al software-ului de modelare. Totuși combinarea celor două proprietăți ar trebui să fie cerută de o aplicare adecvată a soft-ului de modelare și simulare în domeniul mediului.

Pe baza analizei critice a soft-ului suport de modelare și simulare în domeniul mediului, a fost proiectat un concept pentru un nou sistem de simulare. Scopul acestei abordări a fost creșterea ușurinței de utilizare din concepte avansate pentru modelare grafică, pentru a furniza cunoștințe speciale utilizatorului, și furnizarea de funcții suport îmbunătățite. Scopul ultim totuși este de a înlătura în mare măsură contrastul dintre funcții suport confortabile și flexibilitatea sistemului.

Flexibilitatea ca scop principal este realizată printr-o arhitectură de sistem cu trei straturi diferite, avînd funcționalitate diferită. Mai întii, există un strat exterior cu toate funcțiile pentru generarea interfeței cu utilizatorul și, în special, pentru prezentarea modelului sub formă de diagramă. Aceste funcții sînt atașate stratului intern, care descrie conținutul modelului independent de forma lui de prezentare exterioară. Pe stratul bazelor de cunoștințe conținutul modelului poate fi descris prin declarații și reguli. Declarațiile și regulile sînt integrate în baza de cunoștințe, iar funcționalitatea stratului este dată de un nucleu de sistem expert. În figura 2, este prezentată arhitectura generală a sistemului. Flexibilitatea verticală este realizată prin partiționarea sistemului în straturi.



Funcționalitatea de bază este oferită de un nucleu de sistem pe orice strat, cu toate funcțiile de sistem relevante, independent de o anumită metodă de simulare. Astfel, este generat un sistem cadru de simulare care poate fi extins pentru a suporta metode concrete de simulare a implementării minimale. Pentru a permite o extensie ușoară, pentru proiectarea

sistemului a fost aleasă o abordare orientată spre obiecte. Structura concretă a stratului constă dintr-o ierarhie de clase de obiecte cu metodele asociate. Extinderea sistemului cadru cu obiectele și metodele necesare pentru anumite metode de simulare poate fi realizată prin moștenire. Flexibilitatea rezultată din abordarea orientată spre obiecte este încă mărită prin folosirea unei componente de sistem bazată pe cunoștințe. În particular, orice fel de cunoștință despre o anumită metodă de simulare este stocată într-o bază de cunoștințe, atâta timp cât pot fi reprezentate acolo adecvat. Sistemul este configurabil pentru a suporta o altă metodă de simulare printr-o simplă schimbare a bazei de cunoștințe.

Combinarea abordărilor orientate spre obiecte și bazate pe cunoștințe este, de asemenea, benefică pentru creșterea puterii de expresie a modelelor de simulare. Pe de o parte, informația poate fi ținută în atributele obiectelor modelului, pe de altă parte, pentru fiecare model este generată o bază de cunoștințe specifică, unde pot fi înregistrate declarațiile despre model și componentele sale.

Un alt aspect al flexibilității sistemului este construirea modelelor modulare și ierarhice. Fiecare model poate fi introdus în alt model, ca submodel. Pentru fiecare submodel este generată o interfață cu modelul unde sînt descrise relațiile cu modelul superior. Astfel, un model poate fi construit pornind de la alte modele într-un număr de niveluri de agregare.

Conceptele de flexibilitate și funcții suport menționate se referă la funcționalitatea internă a sistemului, pe cîm conceptele pentru îmbunătățirea modelării grafice sînt vizibile direct la suprafața sistemului.

Un prototip al conceptului de simulator ecologic tocmai introdus, cu un înalt grad de adaptivitate la necesități variabile, folosește un mediu Common Lisp orientat spre obiecte și un nucleu de sistem expert, pe un MacIntosh PC.

## 5. Concluzii și perspective

Soluția sarcinilor versatile, foarte interesante și cu un înalt grad de interdisciplinaritate în domeniul mediului necesită, mai mult decît oricînd, folosirea intensivă a metodelor și tehnicilor moderne de prelucrare a informațiilor. Folosirea calculatoarelor în practica protejării mediului (ca și în multe domenii ale cercetării mediului) nu a profitat încă destul de potențialul metodologic a informaticii aplicate. Disciplina științifică, numită informatică aplicată, ar putea ajuta dedicînd mai mult efort de cercetare în acest domeniu de aplicații cu semnificație socială. O ramură specializată a informaticii aplicate pentru domeniul mediului (informatică de mediu) a început să se maturizeze la începutul seriei de conferințe anuale organizate, de grupul "Informatică în protecția mediului" (IEP) din cadrul societății germane pentru informatică (GI)

ing. Emanuel Paleologu  
lab. 2.24-GeMaSOFT-ICI