

SISTEME TELEMATICE. APLICAȚII.

Dr.ing. Florin Stăcniulescu

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică

Rezumat. Se prezintă conceptul de sistem telematic, arhitectura și structura acestuia, care include un sistem de monitorizare (automată) a datelor, un sistem de teletransmitere a acestora, o bază de date distribuită, un sistem de alarmare a ieșirii din limitele admise a marimilor de stare supervizate și o bibliotecă de modele de simulare și control pentru prelucrarea superioară a datelor. Ca exemplu, se prezintă un sistem telematic cu aplicații în ecologie, realizat de un colectiv coordonat de către autor.

Cuvinte cheie: sistem telematic, monitorizarea datelor, sistem de teletransmitere a datelor, bază de date, bibliotecă de modele de simulare și control.

1. Introducere

Sistemele telematice sunt sisteme informatice care spre deosebire de sistemele informatice clasice, sunt dotate cu un sistem de monitorizare (automată) a datelor și cu un sistem de teletransmitere a acestora la centrul de prelucrare al datelor. Există numeroase domenii de activitate în care existența sistemului telematic este imperios necesară și anume domeniile de activități industriale, care se desfășoară în condiții grele, activitățile de laborator în care se manipulează substanțe nocive, în sălile de reanimare din spitale, în biotehnologie și activitățile de supraveghere a mediului înconjurător în condiții meteo-climaterice grele (cum sunt de exemplu: cercetarea biologică marină, a deltelor fluviilor, a ecosistemelor forestiere montane și poluarea aerului, apei și solului).

Din domeniul industrial vom da două exemple și anume acela al centralelor nucleare-electrice și acela al centralelor termo-electrice. În primul caz, existența unui sistem telematic pentru supravegherea funcționării centralei nucleare-electrice este dictată de gradul înalt de pericolozitate, datorat atât pericolului de radiație a personalului, cât și producerii de catastrofe nucleare. În al doilea caz, se au în vedere condițiile grele de lucru, existente în sala cazanelor de abur, în sala turbinelor, dar și în sala generatoarelor electrice.

În domeniul muncii de laborator distingem, de asemenea, două cazuri în care sistemul telematic este de neînlocuit: laboratoarele cu grad înalt de pericolozitate (este cazul laboratoarelor de cercetare nucleară) precum și laboratoarele de studii și cercetări aerospatiale, hidraulice și altele în care activitatea se desfășoară în condiții de poluare sonoră. În domeniul biotehnologiei, menționăm aplicații

ale sistemului telematic în industria alimentară (supravegherea proceselor de fermentație), industria medicamentului și altele.

În domeniul supravegherii mediului înconjurător, există numeroase situații în care această activitate se desfășoară în condiții meteo-climaterice deosebit de grele, în special iarna când, datorită ninsorii abundente, viscolului, accesul în zona respectivă este practic imposibil timp de aproape patru luni pe an. Este cazul, de exemplu, al ecosistemului Delta Dunării, al ecosistemelor forestiere din munții Carpați precum și altor ecosisteme.

Existența sistemului telematic în toate aceste situații mai sus enumerate asigură nu numai posibilitatea culegerii datelor cu ajutorul sistemului de monitorizare, ci și culegerea obiectivă a datelor, spre deosebire de subiectivismul introdus prin culegerea manuală a datelor. În același timp, sistemul telematic dispune și de un sistem de teletransmitere a datelor, de o bază de date distribuită și de biblioteci de modele de simulare și de control, capabile să asigure o prelucrare superioară a datelor, necesară fundamentării deciziei manageriale.

Pentru a fi obiectivi, trebuie să subliniem însă faptul că realizarea și întreținerea unui sistem telematic este mai costisitoare decât aceea a unui sistem informatic clasic. Dar, după opinia noastră, în anumite situații existența sistemului telematic este nu numai utilă, ci și indispensabilă.

2. Structura sistemului telematic

Pentru a înțelege structura sistemului telematic este nevoie a se prezenta principiul de funcționare a unui astfel de sistem. Acest principiu este prezentat în figura 1, care pune în evidență principalele module componente ale sistemului telematic precum și legăturile dintre acestea.

2.1 Sistemul de monitorizare a datelor

Acest modul permite citirea valorilor parametrilor supraveghiați la nivelul unei stații de măsurare, efectuarea rapoartelor periodice asupra măsurătorilor efectuate și transmiterea lor către nivelul ierarhic superior din cadrul sistemului informatic, distribuit de supraveghere a sistemului. Subsistemul on-line are ca valori de intrare parametrii ale căror valori trebuie măsurate la un moment dat. Acești parametri sunt indicați de către canalele de măsurare din interfețele de proces pe care sunt conectate echipamentele de măsurare folosite pentru citirea valorilor fiecărui parametru în parte. Odată determinate aceste canale de

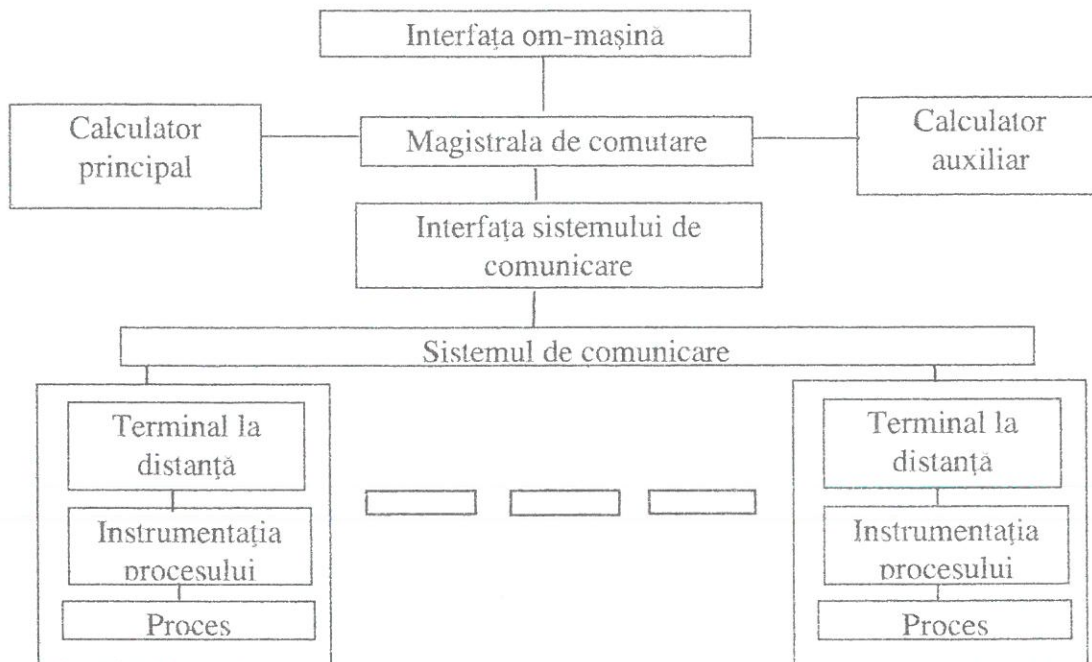


Figura 1. Structura generală a sistemului telematic

măsurare, sunt preluate și valorile măsurate ale parametrilor corespunzători.

Parametrii de ieșire ai acestui subsistem sunt reprezentați de informațiile care sunt trimise periodic la nivelul ierarhic superior al sistemului telematic distribuit, de supravegere a parametrilor unui sistem (serverul local). Aplicația realizează simularea unui sistem de achiziție de date, folosind două calculatoare PC, unul cu rol de simulare, pe care îl vom numi în continuare *client*, și unul cu rol de achiziție și monitorizare, pe care îl vom denumi, în continuare, *server*.

Funcțiile comune celor două sisteme sunt următoarele: crearea unei interfețe cu utilizatorul în mediul Windows (Win32); includerea unei componente grafice, care să sugereze funcționarea unui senzor inteligent; includerea unei componente de comunicație pentru porturile seriale.

Funcțiile specifice celor două sisteme sunt următoarele:

Server:

- crearea unei sesiuni de lucru, precum și posibilitatea salvării și încărcării unei sesiuni; prin sesiune de lucru înțelegem crearea interfeței grafice, alocarea de memorie pentru structurile de date dinamice folosite, resetarea timer-elor folosite;
- transmiterea către client a sesiunii de lucru create sau încărcate de utilizator;
- inițierea comunicației;

- controlul permanent al comunicației prin inițierea și întreruperea acesteia și tratarea erorilor apărute;
- transmiterea de cereri către client (de tipul "get");
- tratarea mesajelor sosite de la client (de tipul "show");
- memorarea limitată a datelor reprezentând valorile măsurate;
- reprezentarea grafică la cererea utilizatorului a istoricului datelor măsurate pentru fiecare senzor în parte;
- efectuarea de calcule simple pentru valorile măsurate (medie, dispersie, trend);
- evidențierea depășirii limitelor de către valorile măsurate pentru fiecare senzor în parte (alarmare);

Client:

- ascultarea liniei de comunicație;
- recepționarea și încărcarea unei sesiuni de lucru;
- semnalizarea încheierii cu succes a încărcării sesiunii de lucru și a începerii comunicației;
- recepționarea mesajelor de tip "get" și transmiterea mesajelor de tip "show" care includ valori măsurate simulate;
- generarea de mesaje privind cererile eronate sau incomplete;
- memorarea limitată a datelor, reprezentând valorile măsurate;
- reprezentarea grafică, simplificată la cererea utilizatorului a istoricului datelor măsurate pentru fiecare senzor în parte;
- generarea de valori pentru senzori prin metode simple: generarea de numere aleatoare, introducerea de către

utilizator (mouse sau tastatură), evaluarea de funcții simple de timp;

În aceasta fază, a fost elaborat un pachet de programe pentru monitorizarea automată a datelor primite de la un set de senzori inteligenți. Senzorii au fost simulați și testați prin intermediul unui calculator PC cu cerințe hardware modeste, iar sistemul de monitorizare a fost realizat având ca suport o rețea de calculatoare interconectate prin intermediul protocolului TCP/IP. Comunicată între senzorii inteligenți și sistemul de monitorizare se face prin intermediul unor modemuri sau radiomodemuri, în funcție de specificul datelor și de modul de achiziționare.

Lucrul cu aplicația presupune parcurgerea mai multor etape :

- realizarea legăturii fizice constă în conectarea celor două calculatoare printr-un cablu serial: este necesară testarea acestei legături folosind un program de comunicație al sistemului de operare (Direct cable connection); este de preferat alegerea unei rate de transfer cât mai mari (cel puțin 9600bps) pentru a putea realiza transmisiuni ale datelor la intervale de câteva secunde.
- realizarea legăturii logice constă în pornirea celor două aplicații pe cele două sisteme conectate (client.exe și server.exe) și alegerea parametrilor de comunicație: modificarea fiecărui parametru este urmată de testarea imediată și afișarea unui mesaj corespunzător; butonul cancel încheie aplicația, iar butonul OK permite pornirea aplicației; are loc un schimb de mesaje și este afișată o fereastră de dialog ce poate conține unul din următoarele mesaje: "Legătura logică realizată" sau "Legătura logică nerealizată".

Stabilirea unei sesiuni (pentru server) de lucru se poate face, fie prin crearea uneia noi, fie prin încărcarea uneia create anterior și salvată pe disc.

- Crearea unei sesiuni de lucru presupune:
- stabilirea numărului de interfețe prin adăugare succesivă; numim interfața, o fereastră în care se vor include ulterior senzori; interfețele sunt numerotate cu ajutorul unui index care este inițializat cu 0; deasemenea, la creare, fiecare interfață poate primi un nume;
- adăugarea de senzori în interfețe se face alegând indicele fiecărui senzor, după care sunt introduse informații specifice cum ar fi: unitatea de măsură, valoarea minimă, valoarea maximă, limita inferioară, limita superioară, intervalul de culegere a datelor;
- salvarea sesiunii de lucru pe disc.

Pornirea și, respectiv, oprirea dialogului între server și client se face selectând meniul *Communication->Start/End*.

2.2 Serverul bazei de date locala SQL

Structura bazei de date:

Baza de date SQL pentru ecologie este compusă din mai multe tabele care conțin date, parametri și factori de mediu. Baza de date cuprinde tabelele: *statii*, *parametri*, *valori_public*, *valori_special*, *valori_confidential*.

Baza de date recunoaște patru grupuri de utilizatori: *date*, *public*, *special*, *confidential*.

Din grupul *date* vor face parte acei utilizatori care introduc date în baza de date, în timp ce din celelalte trei grupuri, vor face parte numai utilizatori cu drept de citire a datelor din baza de date. Accesul diferențiat se impune datorită legislației în vigoare (sau pe cale de a fi adoptată pentru armonizarea cu normele UE) conform căreia nu toate valorile măsurate (de monitorizare a mediului) au caracter public.

```
- [ ] ecologica
  - [ ] Groups/Users
    + [ ] confidential
    + [ ] date
    + [ ] public
    + [ ] special
```

Baza de date recunoaște următoarele conturi "login": *acces_public*, *acces_special*, *acces_confidential*, *acces_date*.

```
- [ ] Logins
  + [ ] acces_confidential
  + [ ] acces_date
  + [ ] acces_public
  + [ ] acces_special
```

Rolul acestora este de a permite clientilor să acceseze datele în conformitate cu privilegiile respective, acordate de către "dbo" (data base owner). De exemplu, aplicațiile "statii", "parametri", "valori", au încorporate o procedură de identificare, care le permite accesul în baza de date sub login *acces_date*, singurul cu drept de scriere.

Programele care pun datele transmise prin protocol TCP/IP de la stațiile de măsură în baza de date, sunt: "statii", "parametri", "valori".

Programul "statii" - apelare program și tratarea erorilor

La punerea în funcțiune a unei noi stații, parametrii corespunzători descrierii acesteia, furnizați de către un operator uman, se transmit printr-un protocol TCP/IP și lansându-se în execuție programul "statii.exe" aflat pe serverul local, aceste date sunt introduse în tabelul *statii*. Programul "statii" primește ca parametru un pointer la un tabel cu vectori de tip char, care conțin datele în format corespunzător. Astfel, programul parser, care preia datele transmise prin protocol TCP/IP, poate apela rutina "statii".

Programul "parametri" - apelare program și tratarea erorilor

Fie la punerea în funcțiune a stației de măsurători, fie mai târziu, la adăugarea unor noi componente, se precizează care anume parametri vor fi măsurați la respectiva stație. Prin apelul programului "parametri.exe" aflat pe serverul local, datele (transmise prin protocol TCP/IP) se introduc în tabelul *parametri* după cum urmează:

Mai întâi este lansată în execuție o procedură stocată la distanță (remote stored procedure) *sp_parametri* pe serverul central. Aceasta pune datele în tabelul *parametri* aflat pe serverul central, cu structura similară celui de pe serverul local. Singura deosebire dintre cele două tabele este data de coloană *cod_param*, care pe serverul central este de tip *identity*. Astfel, fiecărui parametru *i* se asignează un unic cod numeric. Acest cod numeric unic este parametrul întors de procedura stocată. În continuare, procedura "parametri.exe" va înregistra acest cod generat pe serverul central și în tabelul de pe serverul local, împreună cu celelate date din descrierea parametrului.

Programul "valori" - apelare program și tratarea erorilor

La transmiterea datelor propriu-zise (a celor rezultate din măsurători), se lansează în execuție programul "valori.exe", care inserează datele în tabelele cu valori.

Programul "valori.exe" primește ca parametru de intrare un pointer la un tabel cu vectori de tip char, care conțin datele în format corespunzător. Astfel, programul parser, care preia datele transmise prin protocol TCP/IP, poate apela rutina după modelul:

- pe serverul local, pentru a avea acces la înregistrările din baza de date, trebuie lansată în execuție rutina "citire": la

lansarea în execuție, programul cere mai întâi identificarea utilizatorului, sub unul din conturile "login" descrise mai sus; apoi, în funcție de contul "login" ales, utilizatorului îi sunt prezentate înregistrările din baza de date.

2.3. Serverul bazei centrale de date

Acest server conține atât baza de date centrală SQL, cât și o bază de date Access, necesară alimentării cu date a modelelor de simulare și control a procesului/proceselor implicate.

Tot acest server este și sediul sistemului de alarmare menit să pună în evidență marimile de stare ale procesului supervizat, care au ieșit din limitele de admisibilitate prescrise de către experți.

2.4. Sistemul de teletransmitere a datelor

Pentru realizarea sistemelor telematice pot fi avute în vedere următoarele tipuri de comunicații: *legături prin radio, circuite telefonice, comunicații prin satelit, rețele de calculatoare*.

Comunicația prin radio

Acest tip de comunicație este utilizat pentru colectarea datelor de la stații automate (echipate cu senzori pentru măsurarea parametrilor). Funcționarea unei astfel de legături este condiționată de existența vizibilității radio între punctele care comunică. Dacă nu este posibilă o vizibilitate directă, se impune comunicarea pe mai multe tronsoane, folosind radiorelee intermediare cu alocarea mai multor frecvențe radio.

Pentru realizarea unei legături prin radio este necesară parcurgerea următoarelor etape:

- proiect sistem de comunicație prin radio (executat de o unitate autorizată);
- alocarea frecvențelor necesare (gestionate de Ministerul Comunicațiilor);
- proiect și execuție a lucrărilor de construcții montaj necesare pentru instalarea echipamentului de radiocomunicație (piloni de antenă, alimentare electrică);
- procurarea și punerea în funcțiune a echipamentelor de radiocomunicație (emițătoare, receptoare, modemuri), capabile să funcționeze pe frecvențele alocate.

Acest tip de comunicație, dificil de realizat și întreținut, având un cost ridicat, este recomandat pentru zonele unde nu sunt disponibile rețele de comunicație permanente (pe suprafețe întinse nelocuite: munți, delte, păduri).

Comunicația prin rețeaua telefonică

Circuitele telefonice pot fi: comutate (*dial-up lines*) și închiriate pentru transmisii de date (*leased lines*)

Transmisia datelor pe circuite telefonice comutate se face utilizând modemi pentru linii comutate (cu apel și răspuns automat, preferabil compatibile Hayes) și protocoale specifice pentru protecția la erori.

Cele mai utilizate protocoale pentru transferul de date sunt:

- *ASCII* - lucrează numai cu informație tip text
- *Xmodem* - lucrează cu pachet de 128 bytes și "checksum" (CRC)
- *Xmodem-1k* - este Xmodem CRC și cu pachetul de 1024 bytes

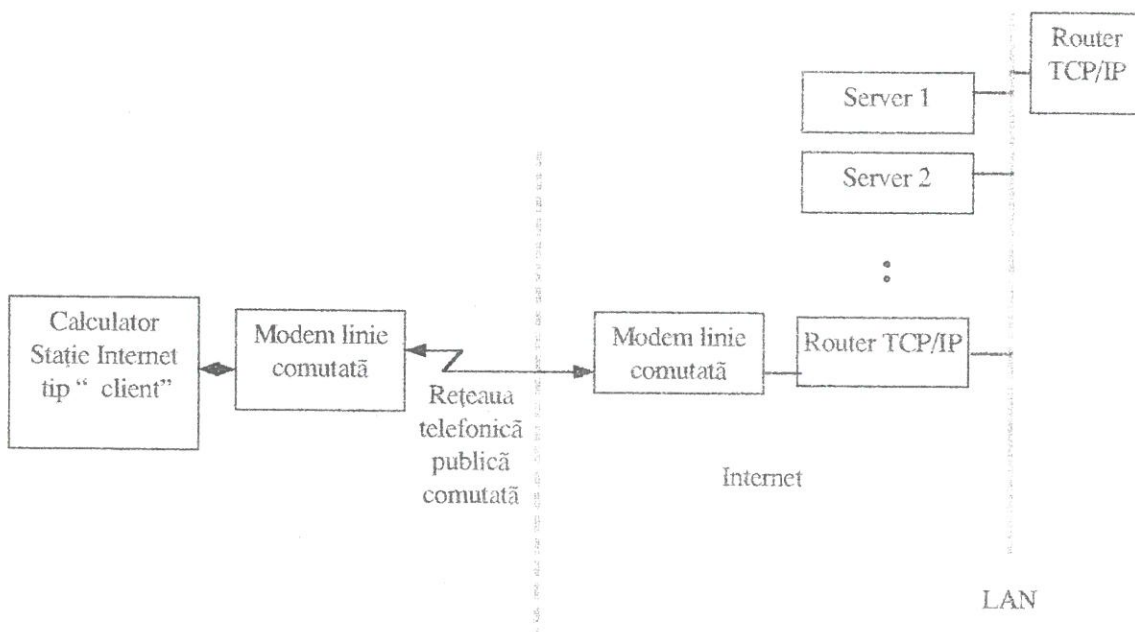


Figura 2. Comunicație prin suport rețea de calculatoare (Internet) pentru colectare informații, acces la bănci de date

- *Ymodem (Ymodem Batch)* - este Xmodem-1k pentru "multiple batch file transfer"
- *YmodemG* - varianta a lui Ymodem pentru modemi cu controlul erorilor
- *Zmodem* - este foarte eficient și asigură recuperarea întreruperilor
- *Kermit* - un protocol proiectat pentru schimburi de informații între calculatoare din game diferite, este util pe liniile zgomotoase

Cele mai recomandate protocoale sunt: *Zmodem*, *YmodemG* și *Kermit*.

Această soluție de comunicare se practică, în general între punctele locale de colectare și nivelul superior de centralizare, folosind circuite

comutate din rețeaua telefonică publică (PSTN - Public Switched Telephone Network). Se recomandă pentru volume relativ mici de informație și pentru situația că nu sunt constrângeri de timp, costul fiind avantajos datorită investiției mici.

Comunicația prin satelit

Acest tip de comunicație necesită licențe speciale din partea autorităților din domeniul comunicațiilor, lucrări de construcții montaj pentru instalare și echipament complex, alocare de resurse la sateliții comerciali. Este o soluție costisitoare, recomandabilă pentru situații speciale.

Între două puncte terestre se poate realiza o legătură prin intermediul unui satelit de comunicații. Utilizatorul unei astfel de soluții trebuie să obțină o licență specială de la autoritățile de comunicații,

precum și de acces la unul din sateliții de comunicație, care acoperă zona între cele două puncte comunicante. Pentru utilizarea unui canal de comunicații prin satelit se impune instalarea unei antene de emisie/recepție și a echipamentului electronic corespunzător. Amplasamentul antenei și al echipamentului electronic se realizează pe baza unui proiect conform cerințelor de asigurare a condițiilor de transmisie către satelitul de comunicații utilizat și necesită executarea unor lucrări de construcții montaj. O astfel de antenă se amplasează fie pe o clădire, fie utilizând un pilon de antenă, astfel încât să se asigure condiții optime de propagare a semnalului către satelitul de comunicații. O atenție deosebită trebuie acordată legăturii dintre sistemul de calcul și electronica antenei, prin utilizarea unor cabluri

speciale (ecranate), eventual modemuri, pentru a evita deteriorarea informației.

Un canal de comunicații prin satelit funcționează similar unei legături închiriate pentru transmisiile de date și asigură viteze peste 64 kb/s asigurând transmiterea unor volume mari de informație.

Un astfel de mijloc de comunicație este recomandabil pentru realizarea următoarelor funcțiuni: colectarea unor volume mari de informație, acoperirea unor suprafețe mari, fără infrastructura de comunicații (păduri, deșert, lacuri, zone marine) și alternativa mai economică comparativ cu alte soluții (circuite închiriate, radio).

De remarcat că este o soluție relativ scumpă, datorită costurilor utilizării sateliților de comunicații, precum și a instalațiilor și echipamentelor necesare.

Rețele de calculatoare

Acestea sunt ansamble formate dintr-o infrastructură de comunicații, servicii și structuri informaționale. Utilizatorul vine în contact direct cu serviciile rețelei, fără a fi nevoit să soluționeze și problemele legate de infrastructura de comunicații. Prin intermediul serviciilor rețelei se pot transfera informații, se pot utiliza structurile informaționale existente în rețea, în limita drepturilor de acces, sau se pot crea structuri informaționale proprii. Serviciile de bază într-o rețea de calculatoare sunt: transferul de fișiere, mesageria electronică, accesul la baze de date și accesul la resurse de calcul. Serviciile și structurile informaționale sunt implementate într-o arhitectură client-server standardizată, care asigură utilizarea în rețea a unei largi game de echipamente și programe funcționând sub cele mai răspândite sisteme de operare. Rețelele de calculatoare au avantajul că scutesc utilizatorul de soluționarea directă a unor probleme de comunicație, deoarece impun din start o concepție specifică sistemului de telecomunicație.

2.5. Biblioteca de modele de simulare și control

Biblioteca de modele de simulare și control din cadrul sistemului telematic conține modele pentru simularea și controlul sistemului supervizat. O astfel de bibliotecă de modele are o structură ierarhizată: la cel mai înalt nivel se găsesc modele complexe de simulare și control al proceselor supervizate, în timp ce la nivelul de jos se află modele simple, *atomii* cu care se

pot constitui modele complexe. Pentru a înțelege mai bine structura unei astfel de biblioteci, ne vom referi la biblioteca de modele de simulare și control pentru ecologie și protecția mediului, utilă în fundamentarea deciziilor referitoare la mediu. Biblioteca are o structură ierarhizată cum rezultă din figura 3.

La nivelul cel mai înalt, se află ansamblul de modele care constituie biblioteca. La nivelul imediat următor, se află modele complexe de simulare și control pentru cele trei medii și anume: mediul acvatic, mediul terestru și atmosfera. Acest nivel conține modelele concrete de simulare și control și anume: modelele *Hydro*, *Delta*, *Pelican* și *Comoran* (pentru ecosisteme acvatice), modelele *Forest* și *Sol* (pentru ecosisteme terestre) și modelele *Difuzie 1-10* (pentru controlul calității aerului în orașul București). La un alt nivel se găsesc submodelele care sunt de fapt modele de mai redusă complexitate, capabile să surprindă evoluția unui proces relativ simplu. Pe ultima treaptă, se găsesc formule de calcul cu ajutorul cărora se pot construi modele de simulare și control al proceselor ecologice și de protecția mediului.

Modelele din bibliotecă sunt alimentate cu date dintr-o bază de date Access, care la rândul ei poate fi alimentată de la sistemul de monitorizare al datelor sau din baza de date SQL. Între modelele de simulare și baza de date Access există o interfață constituită din fișiere ASCII, generate automat de către baza de date Access. Menționăm faptul că modelele de simulare și control și-au dovedit utilitatea în fundamentarea deciziilor manageriale, bazate pe simulare, și au dat rezultate apropiate de realitate în toate cazurile simulate.

2.6. Sistemul decizional

Sistemul telematic își dovedește utilitatea în domeniul luării deciziilor privind ecosistemele acvatice, terestre și atmosfera și în general, în problemele privind protecția mediului înconjurător.

Utilizând datele culese de către sistemul de monitorizare, baza de date și biblioteca de modele de simulare și control se pot construi interfețe grafice, capabile să ofere decidentului materialul necesar pentru fundamentarea deciziilor. Pentru a ilustra acest important aspect al sistemului telematic, vom da câteva exemple.

Un prim exemplu îl constituie fundamentarea deciziilor privind sistemele complexe, cum sunt ecosistemele acvatice. Astfel sistemul telematic poate asista pe decident în luarea deciziilor pentru îmbunătățirea factorului de înprospătare al apei lacurilor, a deciziilor pentru creșterea biomasei piscicole prin raționalizarea pescuitului și/sau repopularea cu puiet a lacurilor precum și controlul unor populații de pasări ihtiofage.

Un al doilea exemplu îl constituie fundamentarea deciziilor privind ecosistemele terestre. Sistemul

telmatic poate, în acest caz, să asiste pe decident prin oferirea de elemente utile în fundamentarea deciziei privind creșterea biomasei lemnoase într-un ecosistem forestier prin raționalizarea exploatarei și/sau prin reîmpădurire.

Spre deosebire de deciziile luate de către factorul decident pe baza experienței personale, fundamentarea deciziei cu ajutorul unui sistem telematic crește gradul de certitudine al efectelor deciziei prin rigoarea metodelor utilizate și obiectivitatea datelor obținute prin măsurători efectuate în mod științific.

Al treilea exemplu îl constituie controlul calității aerului, bazat pe utilizarea unui sistem telematic, capabil să ofere date certe privind concentrațiile de noxe în atmosferă și parametrii meteo-climaterici. În plus, modelele de simulare și control al difuziei poluanților chimici industriali în atmosferă permit decidentului să acționeze pentru diminuarea poluării și încadrarea concentrațiilor de poluant în limitele prescrise de către experți.

cum ar fi: detriorarea echilibrului ecologic, ecosisteme supuse unor presiuni antropice deosebite, ecosisteme care necesită renaturarea totală sau parțială, existență unor specii de mamifere, păsări, plante, amenințate cu dispariția și altele.

3. Aplicații ale sistemului telematic

Sistemul telematic are aplicații în numeroase domenii așa cum am arătat în introducere. În cele ce urmează vom prezenta o aplicație a sistemului telematic la supravegherea sistemelor ecologice complexe și protecția mediului.

În acest capitol, se prezintă rezultatele experimentelor efectuate asupra sistemului telematic cu aplicații în ecologie. Figura 4 sintetizează modul de realizare a experimentării sistemului telematic. În esență, prin experimentele realizate s-a urmărit experimentarea tuturor modulelor componente ale sistemului telematic și anume: sistem de monitorizare a datelor de mediu (cu senzori simulați), serverele locale (baza de date SQL, distribuită geografic), serverul central (baza de date SQL), sistem de alarmare a ieșirii din limite a parametrilor de mediu, baza de date Access

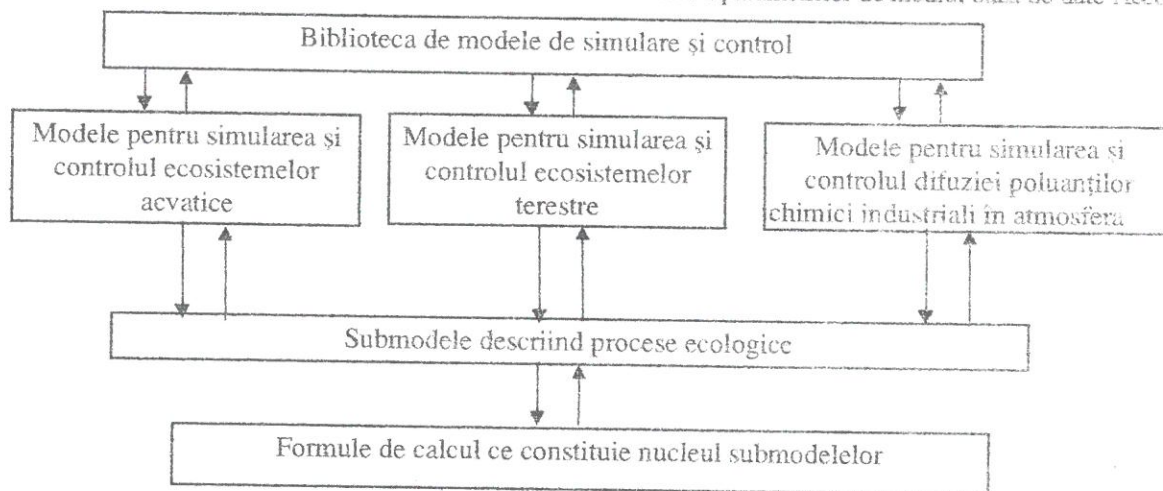


Figura 3. Structura ierarhizată a bibliotecii de modele de simulare și control cu aplicații în ecologie și protecția mediului

2.7. Pagini Web pentru ecologie și starea mediului

Una dintre aplicațiile care se pot dovedi utile, mai ales prin transparența ei, paginile Web fiind dedicate nu numai specialiștilor ci și publicului larg, este aceea de a construi pagini Web dedicate descrierii unor ecosisteme de importanță națională și chiar internațională (avem în vedere ecosistemul Delta Dunării și ecosistemul litoralului Mării Negre) precum și prezentării stării unor ecosisteme. Se are în vedere, în principal, prezentarea unor ecosisteme confruntate cu probleme deosebite

pentru alimentarea cu date a bibliotecii de modele, biblioteca de modele de simulare și control pentru ecologie și protecția mediului sistem de fundamentare a deciziilor manageriale prin simulare și sistem de citire la distanță a datelor de mediu.

Accesul la înregistrările din baza de date

Pentru accesul la înregistrările din baza de date, aplicația a fost gândită cu o interfață tip Windows. Inițial, utilizatorului i se cer informații de login. În funcție de tipul de login, urmează afișarea acelor informații din baza de date la care respectivul utilizator are acces. De exemplu, pentru login "confidential", este permisă accesarea tuturor informațiilor din baza de date, în timp ce login "public" permite doar accesul la acele înregistrări care nu au caracter confidential (conform legislației).

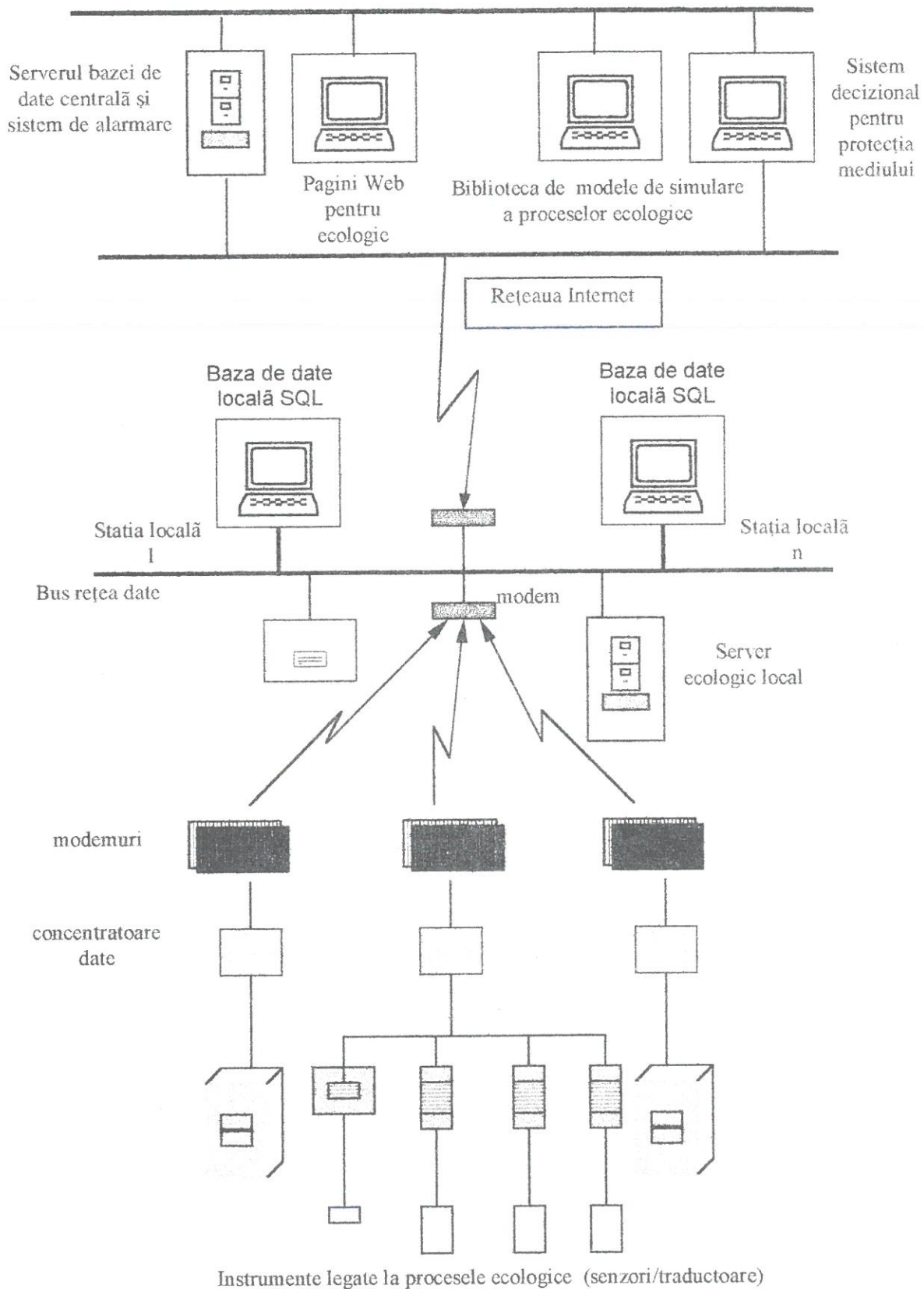


Figura 4. Schema bloc generală a sistemului telematic cu aplicații în ecologie și protecția mediului

Valorile măsurate vor fi afișate pentru intervalul de timp precizat de utilizator, măsurători efectuate între orele specificate ca fiind de interes, eventual doar în anumite zile ale săptămânii. De asemenea, poate fi selectat criteriul de ordonare a rezultatelor.

La acționarea butonului " Să vedem!", este lansată în execuție o procedură stocată pe serverul SQL, care prelucrează cererea, și conform conținutului acesteia, au loc următoarele acțiuni: generează un fișier cu extensie " .tpl" -template adică șablon, lansează în execuție o procedură stocată, care pe baza evita lansarea unui browser pentru fiecare cerere. În schimb se va afișa de fiecare dată adresa unde au fost salvate fișierele respective. De exemplu:

" http://www.ici.ro/date_meteo/10nov98.html"

Comunicare cu biblioteca de modele

Pentru a furniza date bibliotecii de modele matematice, se va folosi utilitarul *bcp* (Bulk Copy Program). Acest program este folosit pentru a transfera date dintr-o bază de date format SQL Server către un alt program/ alt sistem de baze de date. Datele vor fi copiate din tabelul valori într-un fișier ASCII, folosindu-se setul de separatori, necesar pentru a genera fișiere compatibile cu cerințele bibliotecii de programe.

Prima oară utilitarul se lansează în execuție interactiv, de la promptul DOS. Astfel, pentru a copia datele din tabela " valori", se va executa comanda:

```
bcp ecologica..valori out valori_out
```

Comunicare cu serverul central

Tot în cadrul acestui experiment s-a încercat să se folosească MSDTC (Microsoft Distributed Transaction Coordinator). Din păcate, având la dispoziție numai două servere SQL Server 6.5, nu s-au putut folosi toate modelele și facilitățile de coordonare a tranzacțiilor în cascadă. Inițial cele două servere au fost conectate prin intermediul procedurilor stocate *sp_addserver* și *sp_addremotelogin*. Aceste proceduri sunt proceduri sistem și ele pot fi executate doar de către un administrator al serverului SQL.

În cazul de față, pe serverul *bismarck* au fost rulate

```
sp_addserver gteam  
sp_addremotelogin gteam
```

și reciproc, pe *gteam* au fost executate procedurile

```
sp_addserver bismarck  
sp_addremotelogin bismarck
```

S-au creat două proceduri stocate. Prima, elementară, adaugă date în tabela valori. Cea de-

fișierului " .tpl" anterior creat, generează un fișier cu extensie " .htm". Acest fișier include informațiile extrase din baza de date, în conformitate cu cererea formulată de client prin opțiunile selectate în ecranul " Statii", și este stocat pe un server de Web IIS aflat pe același calculator cu serverul SQL, fie în rețea cu acesta.

O altă acțiune este lansarea în execuție un browser de Web care deschide fișierul " .htm" anterior creat.

În faza experimentală, aplicația lansează implicit browserul de Web. Într-o eventuală viitoare aplicație reală, se va putea include opțiunea de a

a doua procedură stocată asigură replicarea informației pe cel de-al doilea server. În conformitate cu protocolul tranzacției în două faze, dacă inserarea datelor în tabela a doua dă greș, atunci tranzacția nu este efectuată și datele nu sunt inserate nici în prima tabelă. Pentru a explicita o altă posibilitate de comunicare între două servere SQL, a fost gândit un scenariu de replicare.

Interfața cu utilizatorul s-a realizat în Access datorită ușurinței de proiectare și ușurinței de folosire de către utilizator. Pentru a realiza această interfață am folosit forme și module Access. De fapt, această interfață reprezintă mai mult decât niște ferestre prietenoase pentru utilizator, ea având în spate proceduri Visual Basic care realizează interfața între bazele de date și modelele de simulare. Astfel, printr-o simplă apăsare de buton, utilizatorul poate încărca un model de simulare, în timp ce aplicația ia datele necesare modelului din baza de date și formează fișierele ASCII de interfață. În cadrul fiecărei baze de date, există o formă denumită *start_form*. Ea conține patru butoane: " Modificare", " Simulare", " Help" și " Exit".

Servere ecologice locale și server central

Servere ecologice locale

Din prezentarea sistemelor distribuite pentru monitorizarea și analiza sistemelor ecologice reiese necesitatea existenței pentru fiecare astfel de sistem a câte unui server local. Arhitectura funcțională a unui astfel de server este prezentată în figura 5.

Comunicația cu sistemul distribuit de achiziție a parametrilor ecologici.

Comunicația poate fi de mai multe tipuri: pe interfețe de tip RS 232, RS 485, GPIB sau rețele de câmp. Pot fi utilizate (radio) modemuri sau chiar sistemul GSM. Protocoalele de comunicație aferente pot fi foarte diferite, funcție de arhitectura aleasă și de distribuția geografică a traductorilor utilizați. Aceste considerente duc la concluzia că interfața cu sistemul de achiziție a datelor poate fi de mai multe tipuri.

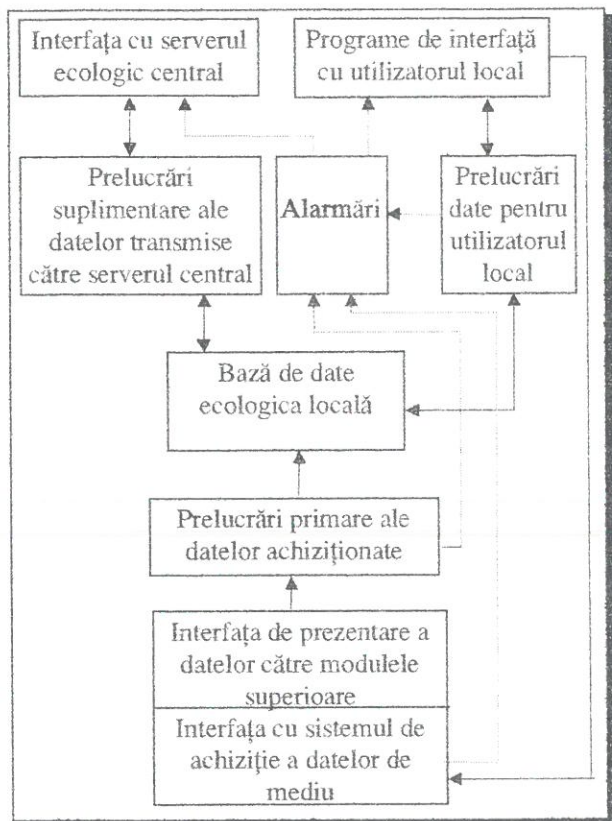


Figura 5. Schema servărilor locale pentru ecologie

Ceea ce trebuie să fie comun la aceste tipuri de interfețe este modul de prezentare a datelor către modulele superioare, în cazul dat, cu modulul de prelucrări primare ale datelor achiziționate. Indiferent de tipul de comunicație, datele trebuie prezentate unitar către modulele superioare, în acest mod asigurându-se o transparență a modului de achiziție a datelor față de celelalte module funcționale ale serverului local.

Prelucrările primare ale datelor achiziționate.

Aceste prelucrări se pot referi la: comparări cu limitele de măsură, pentru a vedea dacă traductorul este funcțional și dacă mărimea se află în interiorul limitelor de alarmare; compararea gradientului mărimii măsurate cu viteza maximă de variație în timp estimată. Dacă se constată o variație mai mare decât cea estimată, traductorul este suspect de a fi defect; filtrarea mărimii măsurate; transformarea mărimilor achiziționate în mărimi fizice; integrarea mărimii măsurate pe durata perioadei de eșantionare.

Funcție de inteligența sistemului de achiziție a datelor, parte din aceste prelucrări se pot face local, în traductorii inteligenți sau în stația de achiziție a datelor, ceea ce descarcă serverul de aceste operații.

Modulul de prelucrări primare a datelor prezintă datele modulului superior, care este baza de date locală.

Organizarea și gestionarea bazei de date locale

Această bază conține datele achiziționate precum și cele derivate prin calcul. Datele sunt organizate ca serii de timp pentru fiecare mărime calculată sau achiziționată. Modelele matematice necesare prelucrărilor ulterioare a datelor, pentru a obține informații superioare asupra sistemului ecologic monitorizat sunt conținute într-o bibliotecă de modelele de simulare și control. Pentru a asigura standardizarea interfeței bazei de date și accesul ușor al tuturor celorlalte module la aceasta, se recomandă utilizarea unui SGBD cu interfață compatibilă ODBC. În acest fel, celelalte module pot accesa baza de date, se evită creșterea infinită a mărimii tabelului bazei de date, se recomandă crearea de noi tabele după trecerea unei anumite perioade de timp (zi, săptămână, lună, an, funcție de cantitatea de date achiziționate pentru o anumită mărime).

Serverul ecologic central

Acest server are scopul de a colecta datele de la serverele locale ale sistemelor automate de monitorizare a sistemelor ecologice, a le organiza în baza sa de date și de a rezolva cererile utilizatorilor referitoare la evoluția sistemelor ecologice. Arhitectura sa funcțională este prezentată în figura 6.

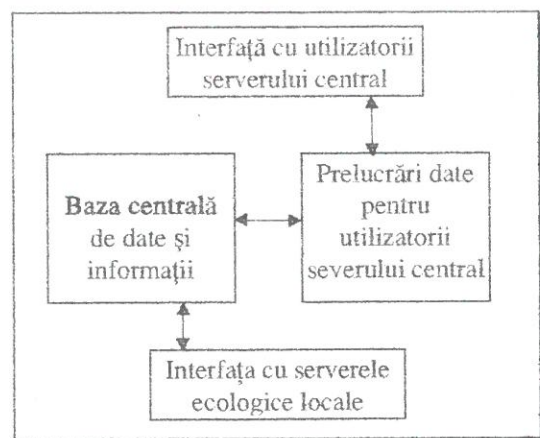


Figura 6. Arhitectura funcțională a serverului central pentru ecologie

Comunicația cu serverele locale.

Are elemente similare cu punctul 7 din paragraful anterior. Observația care trebuie făcută aici este că, în cazul folosirii rețelei Internet, serverul central va avea o legătură pe linie telefonică închiriată cu furnizorul de servicii Internet. Interfața de comunicație trebuie să

asigure și interfața cu baza de date, pentru adăugarea noilor valori primite în aceasta.

Organizarea și gestionarea bazei de date centrale

Această bază de date este o reuniune a bazelor de date locale, cu observația că, pentru unele mărimi, se preferă transferul în baza de date centrală a unor parametri sintetici pentru anumite perioade de timp, și în acest caz vor fi create tabele noi la expirarea unei perioade temporare (zi, săptămână, lună, an, funcție de perioada de eșantionare a mărimii respective). Se preferă o bază de date cu interfață compatibilă ODBC, pentru standardizarea accesului la date. Pentru o bază de date de asemenea mărime, se recomandă produsul SQL Server al firmei Microsoft.

Se propune adoptarea acestui model de bază de date distribuită cu duplicare parțială, având în vedere următoarele caracteristici particulare ale generării datelor: datele sunt generate într-un singur nod al bazei de date (datele de fapt sunt valori ale parametrilor de mediu, deci ele pot fi generate într-un singur punct al sistemului); subliniem și faptul că datele sunt serii de timp, astfel încât, după apariția lor și includerea în baza de date, nu mai este posibilă modificarea lor ulterioară; singurul caz particular, care nu este are caracteristicilor de mai sus, este descrierea modelelor matematice, modele care pot fi modificate în timp, pentru o mai bună adaptare la proces.

Prelucrarea datelor pentru utilizatorii serverului central.

Utilizatorii fac cereri referitoare la funcții disponibile pe server și anume: seturi de date pentru anumite mărimi sau sisteme ecologice în anumite perioade temporare, grafice de tendință ale acestor mărimi, rularea anumitor modele cu seturile de date existente și evaluarea calitativă a rezultatelor, alte informații existente pe server, referitoare la sistemele ecologice și activitatea de protecție a mediului din România.

Comunicația cu utilizatorii serverului central.

Aceasta se face cu ajutorul unui server HTTP. Severul HTTP primește cererile pe care utilizatorii le fac de la browserele proprii (Netscape, Internet Explorer). Cererile sunt prelucrate cu ajutorul script-urilor scrise în limbaje suportate de server (Perl, JavaScript, C, limbaje de interpretor de comenzi etc.). Modulul

de prelucrare a datelor elaborează răspunsul la cereri și le predă serverului HTTP care le transmite înapoi către clienți. Datele sunt protejate pe diverse niveluri de securitate: nu toți utilizatorii au acces la toate datele. Pentru accesul la anumite tipuri de date se poate utiliza protocolul securizat HTTPS împreună cu o ierarhie de drepturi de acces.

Comunicația între serverele ecologice locale, serverul central și utilizatori

Serverul central trebuie să aibă o conexiune permanentă la Internet. Aceasta poate fi făcută prin linie telefonică închiriată, cablu CATV sau antenă de satelit direct conectate la server (caz în care acesta funcționează și ca element de rutare) sau prin rețeaua locală a instituției unde este situat serverul.

Tot direct la serverul central sau în rețeaua locală a acestuia pot fi prevăzute modemuri prin care serverele locale sau utilizatorii să se conecteze direct, pe protocol TCP/IP, la server sau în rețeaua locală. Se va apela la acest tip de conectate pentru utilizatorii și serverele care nu sunt conectate la Internet, serverele locale vor fi conectate în general prin linie comutată, conexiune mult mai ieftină decât cea pe linie închiriată (raport de preț sub 1:10). Bineînțeles că pot fi luate în considerație și alte variante (ex.: instituția unde se află serverul local este conectată oricum la Internet și, deci, conectarea se va face prin rețeaua locală).

Sistemul GSM poate permite conectarea la Internet și a stațiilor de achiziție date, în cazul în care acestea dispun de un nivel corespunzător de inteligență.

Sistemul de alarmare a ieșirii din limite a datelor de mediu

Pentru a alerta personalul afectat supravegherii mediului înconjurător în cazul ieșirii din limitele prescrise de către experți a unor parametri importanți cum ar fi: variabilele de stare ecologice, indicatori de stare ai mediului și chiar parametri meteo-climatologici a fost elaborat un program de calcul care scurtează periodic datele din baza de date ecologică. Acesta sesizează ieșirile din limite a mărimilor mai sus menționate și tipărește cu culoarea roșu mărimea sau mărimea care au ieșit din intervalele de toleranță.

Rezultate experimentale obținute

Sistemul telematic a fost experimentat în mai multe aplicații privind sisteme ecologice de importanță națională cum sunt: sistemul ecologic Delta Dunării, ecosistemul forestier din muntii Bucegi și controlul calității aerului în orașul București. Unele aspecte sunt prezentate detaliat în articolele prezentate în acest număr al revistei.

În acest paragraf, dorim să subliniem faptul că toate aplicațiile realizate cu ajutorul sistemului telematic au

condus la rezultate credibile în sensul că mărimile de stare evaluate au fost confirmate prin măsurători iar mărimile de comandă sintetizate cu ajutorul modelului fuzzy din biblioteca de modele s-au dovedit realiste în sensul că, având ajutorul lor, s-a reușit reintroducerea în intervalele de admisibilitate a mărimilor de stare care au ieșit din aceste intervale. Această constatare ne îndreptățește să credem că sistemul telematic va avea în mod neașteptat aplicații în ecologie și protecția mediului, în sensul caracterizării stării actuale a sistemelor ecologice de importanță națională precum și în fundamentarea acțiunilor care trebuie întreprinse pentru corectarea urmărilor nefaste, datorate atât intervenției antropice, cât și unor condiții naturale nefavorabile.

4. Concluzii

În această lucrare se prezintă structura și arhitectura unui sistem telematic și rezultatele obținute în urma experimentărilor efectuate asupra modulelor componente ale sistemului. Sistemul telematic este un sistem informațional, care include și un sistem de monitorizare (automată) a datelor și un sistem de teletransmitere a datelor la centrul de prelucrare a acestora. În componența sa, mai intră serverele locale, (sediul unor baze de date SQL geografic distribuite), serverul central, serverul de Web, baza de date Access pentru alimentarea cu date a modelelor, biblioteca de modele de simulare și control, sistemul de citire la distanță a datelor și sistemul de alarmare a ieșirii din limitele prescrise a parametrilor de mediu.

Sistemul de monitorizare a datelor, este de fapt un sistem de senzori traductori de măsurare și culegere a parametrilor fizico-chimici. În experimentul efectuat, aceștia sunt factorii de mediu (temperatura aerului, apei, solului, intensitatea radiației solare, umiditatea aerului, presiunea atmosferică, viteza vântului, precipitația, evaporația, concentrația de fosfor și azot în apă și sol, concentrația de noxe SO_2 , NO_2 , CO și altele). Programele au fost realizate cu ajutorul mediului de programare Visual C++ Experimentarea a constatat din generarea unui set de date de mediu, din gama celor mai sus enumerate și trimiterea acestora către bazele de date SQL și Access. Rezultatele obținute au arătat buna funcționare a acestui modul.

Din prezentarea sistemelor distribuite pentru monitorizarea și analiza sistemelor ecologice, reiese necesitatea existenței pentru fiecare astfel de sistem a câte unui server local. Arhitectura funcțională a unui astfel de server este

prezentată în figura 5. Serverul central are scopul de a colecta datele de la serverele locale ale sistemelor automate de monitorizare a sistemelor ecologice, a le organiza în baza sa de date și de a rezolva cererile utilizatorilor referitoare la evoluția sistemelor ecologice. Arhitectura sa funcțională este prezentată în figura 6. Server-ul de Web este locul unde se găsesc pagini Web pentru ecologie, utile celor interesați în obținerea de date și informații cu caracter ecologic.

Baza de date Access pentru alimentarea bibliotecii de modele pentru ecologie și protecția mediului, a fost încărcată cu date furnizate de către sistemul de monitorizare a datelor de mediu. Rezultatele obținute au arătat buna funcționare a tandemului sistem de monitorizare a datelor de mediu-baza de date Access.

Biblioteca de modele de simulare și control pentru ecologie și protecția mediului este constituită din trei mari secțiuni: modele pentru ecosisteme acvatice, terestre și atmosfera. Modelele de simulare și control au fost alimentate cu date din baza de date Access, experimentele efectuate referindu-se la: (1) simularea și controlul factorului de împropățare al apei în lacurile din Delta Dunării, a biomasei de pește omnivor și răpitor din lacurile Deltei Dunării (2) simularea biomasei lemnoase a unui ecosistem forestier din zona Carpaților Meridionali (Bucegi) (3) simularea difuziei gazului poluant SO_2 în atmosfera orașului București și controlul calității aerului. Rezultatele obținute au arătat buna funcționare a bibliotecii de modele de simulare, alimentate cu date din baza de date Access, care, la rândul ei, a primit date de la simulatorul sistemului de senzori.

Sistemul de accesare de la distanță a datelor dintr-o bază de date SQL, folosind pagini dinamice Web, a fost experimentat efectuând operațiile de: vizualizare, adăugare, actualizare, ștergere asupra datelor bazei de date. Din experimentele efectuate a rezultat că folosirea paginilor Web minimizează timpul de primire a datelor.

Sistemul de alarmare a ieșirii din limitele prescrise a parametrilor de mediu din baza de date Access, este de fapt, un program realizat în Access utilizând funcții din Visual Basic, care semnalează depășirea limitelor maximă și minimă de către unii parametri de mediu. Experimentarea acestui program a condus la rezultate bune.

Subliniem faptul că experimentele efectuate până în prezent asupra modulelor sistemului telematic cu aplicații în ecologie, au fost realizate folosind un sistem de monitorizare a datelor de mediu cu senzori simulați. Pentru realizarea unor experimente în condiții reale este nevoie de colaborarea unor persoane și instituții abilitate în executarea de lucrări de proiectare și realizare a unor sisteme de monitorizare a datelor de mediu și a unor sisteme electronice de transmitere la distanță a datelor măsurate. Toate aceste lucrări reclamă alocarea de fonduri pentru realizarea lor. În lipsa acestor condiții, experimentele vor fi înlocuite, în continuare, cu experimente de simulare. La baza experimentelor efectuate a stat arhitectura generală a sistemului telematic cu aplicații în ecologie, prezentată în capitolul 3. Întrucât realitatea ecologică este complexă și

există o mare diversitate de sisteme ecologice (conceptul de bio-diversitate este foarte uzitat), pentru a facilita munca de cercetare eperimentală a sistemului telematic pentru ecologie, s-au folosit date și cunostinte referitoare la un sistem ecologic acvatic (Delta Dunării), un sistem ecologic terestru (forestier) și atmosfera (difuzia poluantului SO₂ și controlul calității aerului în orașul București).

Rezultatele de cercetare obținute până în prezent vor putea fi dezvoltate și valorificate de către instituții abilitate în rezolvarea unor probleme de ecologie și protecția mediului cum ar fi: Institutul de Cercetare și Inginerie a Mediului, Institutul de Cercetare și Proiectare Delta Dunării-Tulcea, Institutul Român de Cercetari Marine-Constanța, Primaria Municipiu-lui București, Centrul de Cercetări pentru Calitatea Mediului București și altele. În același timp, sistemul telematic conceput de noi poate fi utilizat, cu adaptările necesare și în aplicații de altă natură, diferite de cele prezentate aici. Ne referim la aplicații tehnice, industriale, în domeniul sănătății și altele.

Bibliografie

1. **BEER, T.:** Applied Environmetrics. Computational Mechanics Publications, Southampton, 1991.
2. **BUZULOIU, D., CIOCOIU, C.:** Baza de date distribuită geografic pentru ecologie. În: Revista Romană de Informatică și Automatică, Vol. 9, nr. 2, 1999, pp. 33-40.
3. **HARTESCU, F., GIUGICA, C., STROESCU, M.:** Sistem automat de monitorizare a datelor de mediu. În: Revista Romană de Informatică și Automatică, Vol. 9, nr. 2, 1999, pp. 21-31.
4. **HENRY, M.:** Validating data from smart sensors, Control Engineering, Vol. 41, nr. 9. Cahners Publishing, august 1994, pp. 63-66
5. **NUSSBAUMER, H.:** Computer Communication Systems, John Wiley&Sons, New York 1990.
6. **POPA, V., BOBOC, M., POPA, V.:** Baza de date access pentru ecologie și protecția mediului. În: Revista Romană de Informatică și Automatică, Vol. 9, nr. 2, 1999, pp. 41-49.
7. **POJOLLE, G. & all:** Réseaux et télématique. Eyrolles, Paris, 1985.
8. **SOLIDORO, C. & all:** Remote sensing as a tool for 3D model of ecosystems. In: Development and Application of Computer Techniques to Environmental Studies, Computational Mechanics Publications, Southampton, Vol. 6, pp 427-436.
9. **STĂNCIULESCU, F., POPA, V., BOBOC, M., NICHEL, C.:** O nouă bibliotecă de modele de simulare și control cu aplicații în ecologie și protecția mediului. În: Revista Romană de Informatică și Automatică, Vol. 9, nr. 2, 1999, pp. 51-62.
10. **STĂNCIULESCU, F.:** Hybrid simulation of control engineering systems and its applications in large complex environmental systems. In: Proceedings of the Eurosim 1 98 Simulation Congress (K. Juslin ed.), Helsinki University of Technology, , 1998, pp. 261-268.
11. **STĂNCIULESCU, F.:** Dinamica sistemelor mari . Editura Academiei, București, 1982.

Mulțumiri

Autorul mulțumeste tuturor persoanelor care au contribuit la realizarea sistemului telematic cu aplicații în ecologie, autori ai articolelor cuprinse în acest număr al RRIA, precum și celor ce nu au putut participa la realizarea acestuia, din motive obiective.

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN INFORMATICĂ
Laboratorul de Analiza, Modelarea și Simularea Sistemelor

**BIBLIOTECA DE MODELE DE SIMULARE ȘI CONTROL PENTRU ECOLOGIE ȘI
PROTECȚIA MEDIULUI**

Biblioteca a fost realizată pentru a veni în sprijinul realizatorilor de sisteme informatice și/sau de aplicații în domeniul ecologiei și protecției mediului.

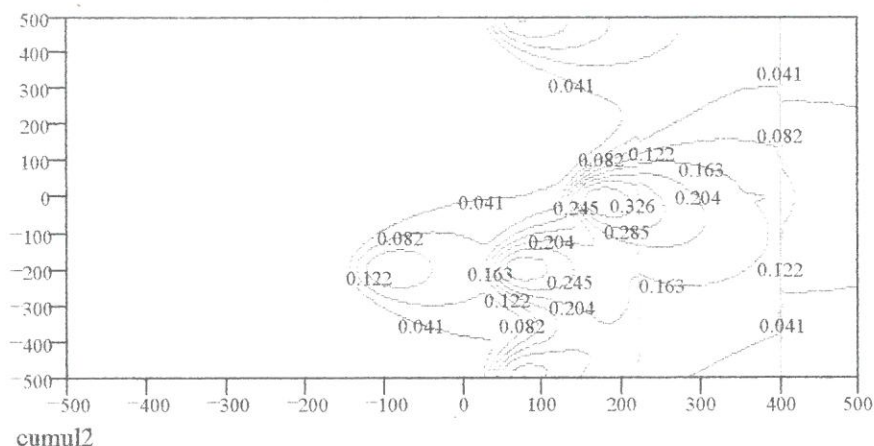
Funcțiile bibliotecii de modele de simulare și control pentru ecologie și protecția mediului sunt următoarele:

- furnizarea unor modele, care permit utilizatorului realizarea de experimente de simulare și control a sistemelor ecologice și de protecție a mediului
- asistarea utilizatorului în construirea de noi modele de simulare și control (cu ajutorul nivelurilor submodele și formule de calcul)

Structura bibliotecii de modele de simulare și control pentru ecologie și protecția mediului este ierarhizată pe mai multe niveluri:

- nivelul global
- nivelul modele de simulare și control pentru ecologie, mediu atmosferic, mediu acvatic, mediu terestru
- nivelul submodele
- nivelul formule de calcul

Biblioteca conține următoarele modele HYDRO (simularea și controlul proceselor hidrologice), DELTA și LITORAL (procese complexe hidro-bio-chimice), SOL (simulare și controlul unui agroecosistem), FOREST (ecosistem forestier) și DIFUZIE (simularea și controlul difuziei poluanților chimici industriali, SO₂, NO₂, CO, toluen, acetat de etil, pulberi, în atmosfera urbană). Selectarea unui model se face automat cu ajutorul mouse-ului și a butoanelor care apar în ferestrele de pe ecran. Rezultatele de simulare și/sau control sunt prezentate grafic. Figura de mai jos reprezintă harta de izopoluare (izoconcentrație) realizată cu ajutorul modelului de simulare și control al difuziei poluantului SO₂ în cazul a cinci surse de emisie.



Cui este destinat produsul? Biblioteca de modele de simulare și control pentru ecologie și protecția mediului este destinată cercetătorilor, proiectanților, analiștilor și programatorilor, realizatorilor de sisteme informatice și/sau aplicații și cadrelor didactice, doctoranzilor și studenților din domeniile: ecologie, biologie, hidrologie, silvicultură, agronomie, supravegherea și protecția mediului înconjurător.

Se oferă Biblioteca de modele pe dischetă 3 1/2" pentru PC 486 sau superioare.

Contactați-ne pentru informații suplimentare și demonstrații

ICI- Bd. Averescu nr. 8-10 sector 1

Telefon 224 07 36/ interior 172

Fax (1) 224 05

Web site: www.rnc.ro/infoeco

E-mail: sflorin@u3.ici.ro