

SISTEM AUTOMAT DE MONITORIZARE A DATELOR DE MEDIU

F. Harțescu, C. Giugicã, N. Ciorobea

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică

Rezumat: Lucrarea prezintă un pachet de programe pentru monitorizarea automată a datelor primite de la un set de senzori inteligenți, care reprezintă un subsistem din cadrul temei "REALIZAREA DE SISTEME TELEMATICE CU APLICAȚII ÎN ECOLOGIE". Senzorii au fost simulați și testați pe un calculator PC, iar sistemul de monitorizare a fost realizat având ca suport o rețea de calculatoare interconectate prin intermediul protocolului TCP/IP. Comunicația între senzorii inteligenți și sistemul de monitorizare se face cu ajutorul unor modeme sau radiomodeme, în funcție de specificul datelor și de modul de amplasare.

Cuvinte cheie: senzor, stație de măsurare, punct de măsurare, PLC (programmable controller), rețea de câmp.

1. Introducere

Lucrarea prezintă subsistemul on-line, care permite citirea valorilor parametrilor ecologici supravegheați, 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 sistemelor ecologice.

Subsistemul on-line are ca valori de intrare parametri ecologici 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 ecologic în parte. Odată determinate aceste canale de măsurare, vor putea fi preluate și valorile măsurate ale parametrilor ecologici corespunzatori acestor canale. Parametrii de ieșire ai acestui subsistem sunt reprezentați de informațiile care sunt trimise periodic către nivelul ierarhic superior al sistemului telematic distribuit, de supraveghere a parametrilor unui sistem ecologic (serverul local).

2. Modulul de simulare senzori și de transmitere date spre 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 de monitorizare, pe care îl vom denumi în continuare **server**.

Funcțiile comune celor două sisteme sunt următoarele:

1. crearea unei interfețe cu utilizatorul în mediul Windows (Win32);
2. includerea unei componente grafice care să sugereze funcționarea unui senzor inteligent;
3. includerea unei componente de comunicație pentru porturile seriale (COM1-COM4);

Funcțiile specifice celor două sisteme sunt următoarele:

Server:

1. 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;
2. Transmiterea către client a sesiunii de lucru create sau încărcate de utilizator;
3. Inițierea comunicației;
4. Controlul permanent al comunicației prin inițierea și întreruperea acesteia și tratarea erorilor apărute;
5. Transmiterea de cereri către client (de tipul " get .");
6. Tratarea mesajelor sosite de la client (de tipul " show .");
7. Memorarea limitată a datelor reprezentând valorile măsurate;
8. Reprezentarea grafică la cererea utilizatorului a istoricului datelor măsurate pentru fiecare senzor în parte;

9. Evidențierea depășirii limitelor de către valorile măsurate pentru fiecare senzor în parte;
10. Efectuarea de calcule simple pentru valorile măsurate (medie, dispersie, trend);

Client:

1. Ascultarea liniei de comunicație;
2. Recepționarea și încărcarea unei sesiuni de lucru;
3. Semnalizarea încheierii cu succes a încărcării sesiunii de lucru și a începerii comunicației;
4. Recepționarea mesajelor de tip " get .." și transmiterea mesajelor de tip " show.." care includ valori măsurate simulate;
5. Generarea de mesaje privind cererile eronate sau incomplete;
6. Memorarea limitată a datelor reprezentând valorile măsurate;
7. Reprezentarea grafică simplificată la cererea utilizatorului, a istoricului datelor măsurate pentru fiecare senzor în parte;

8. Generarea de valori pentru senzori prin metode simple: generarea de numere aleatoare, introducerea de către utilizator (mouse sau tastatura), evaluarea de funcții simple de timp;

3. Descrierea modului de simulare a traductoarelor și de transmitere a datelor spre serverul local

În prima etapă, 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. Comunicația între senzorii inteligenți și sistemul de monitorizare se face prin intermediul unor modemuri sau radiomodemuri, în funcție de specificul datelor și de modul de amplasare.

Arhitectură hardware

O configurație reală de sistem de achiziție de date și monitorizare este prezentată în figura 1. Aceasta

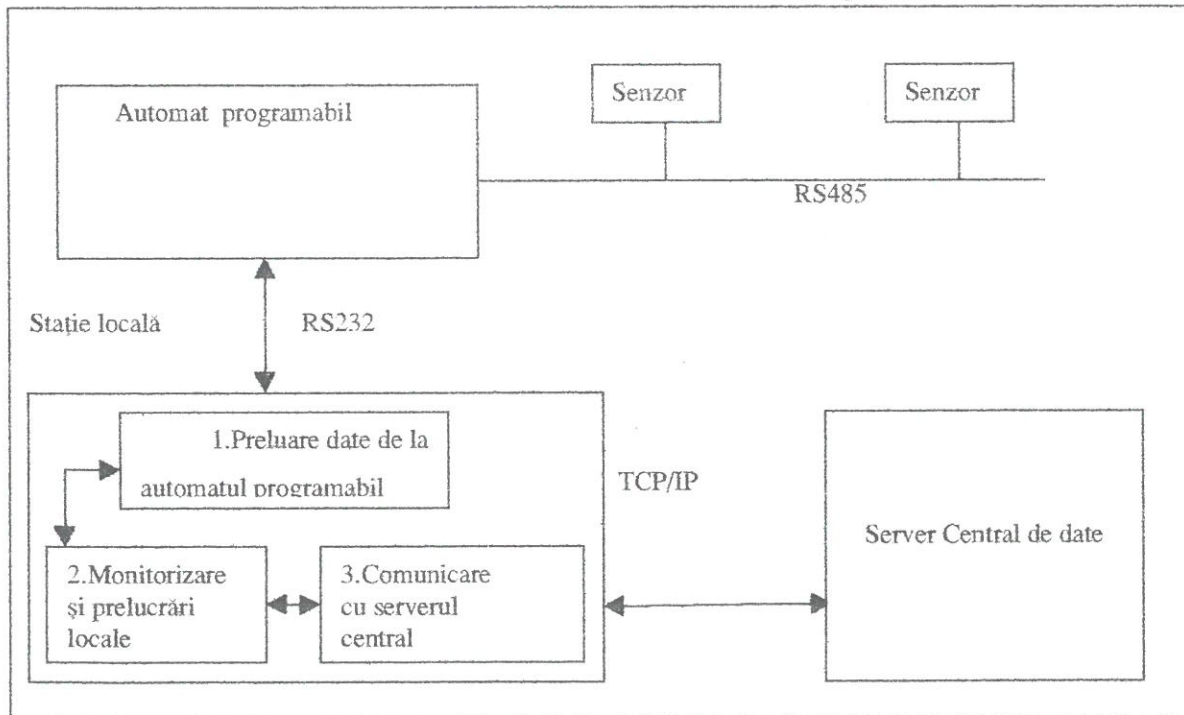


Figura 1: O Configurație reală de sistem de achiziție de date și monitorizare

împărțire a stației locale în 3 module distincte are avantajul că modulele program pot fi realizate independent și anume:

- comunicarea cu serverul central de date este independentă de structura rețelei de achiziție, modalitatea de comunicare cu serverul central se face la nivel fizic prin intermediul unei rețele locale de calculatoare și protocol TCP/IP mai precis, prin apel de procedura la distanță (Microsoft RPC); aceasta presupune existența unui server mai performant (NT), care însă suportă clienți MS-DOS sau Windows 3.11; avantajul folosirii mecanismului RPC este că programatorul "scapă" de detaliile cu privire la implementarea comunicației prin rețea și,

senzori); în lipsa acestora, le-am înlocuit cu un calculator puțin performant, care simulează senzorii (figura 2.)

Configurația folosită pentru testare este prezentată în figura 2.

Conectarea celor două calculatoare se face prin porturile seriale ce au 9 sau 25 de pini, folosind un cablu serial cu 7 fire, realizat după indicațiile din tabelul din figura 3.

Semnificația pinilor este următoarea:

1. **GND** = legătura de masă;
2. **Transmit** = date transmise;
3. **Receive** = date recepționate;
4. **RTS** = Request to send (cerere de transmisie);

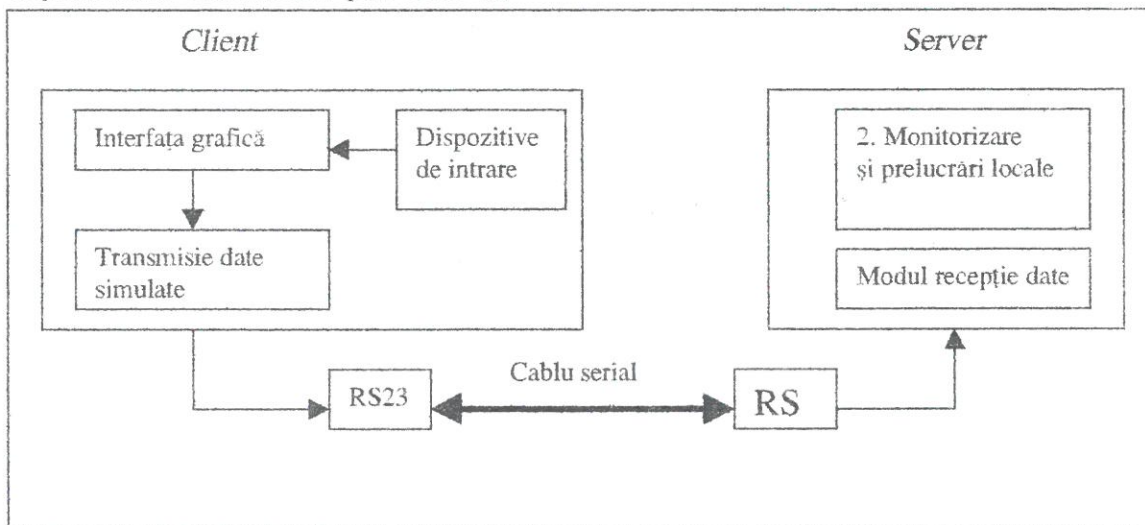


Figura 2.: Configurația folosită pentru testare

astfel timpul de scriere a aplicației se reduce mult; nu vom intra în detalii de implementare, dar menționăm că s-a construit un fișier de tip *.idl (Interface Definition Language) care conține prototipurile funcțiilor oferite de server: compilarea acestuia cu utilitarul Midl.exe a generat două "stub"-uri : client și server.

- modulul de monitorizare și de prelucrări locale procesează datele sosite de la automatul programabil și execută operația de afișare pe display a mărimilor de interes, semnalizează situațiile de alarmă (în cazul nostru, faptul că temperatura măsurată de către senzori este undeva în afara limitelor tehnologice impuse sau că senzorul este defect);
- pentru a putea experimenta modulele de program de mai sus am fi avut nevoie de sistemul de măsurare (automat programabil +

5. **CTS** = Clear to send (gata pentru a transmite);
6. **DTR** = Data terminal ready (terminal de date pregătit);
7. **DSR** = Data set ready (date pregătite).

Traductoare și senzori:

Traductorul este elementul funcțional al sistemelor telematice, prin care se realizează una dintre funcțiile indispensabile ale sistemului, și anume funcția de informare. Funcția sa este de a obține informații cât mai corecte și exacte despre anumiți parametri semnificativi din cadrul sistemului (ce reprezintă în ultimă instanță mărimi fizice), lucru ce se realizează în urma unei operații de măsurare. Menționăm că noțiunea de operație de măsurare nu mai necesită participarea operatorului uman. Această modificare este foarte utilă, având în vedere că există numeroase mărimi fizice, care nu sunt direct accesibile simțurilor umane, iar altele sunt

accesibile doar pentru un anumit domeniu limitat de valori.

În cadrul unui sistem telematic cu aplicații în ecologie, poziția traductorului în sistem este foarte bine determinată. Traductorul se află în teren și are rolul de a măsura mărimile fizice de interes pentru sistem. Traductoarele sunt situate pe calea informațională având sensul de transmisie de la mediu către sistemul de conducere/control. Cuplarea traductoarelor cu mediul înconjurător se face într-o manieră foarte diversificată (mecanică, termică, electrică).

Pentru ca traductorul să-și realizeze funcția de măsurare astfel încât semnalul de ieșire să reprezinte valoric mărimea măsurată sub forma accesibilă dispozitivelor de achiziție a datelor, este nevoie ca, la nivelul traductorului, să se realizeze o serie de operații de conversie cu caracter informațional, precum și transformări energetice, bazate pe energia asociată mărimii preluate din proces sau pe baza energiei furnizate de la surse auxiliare.

Una dintre cele mai importante caracteristici ale traductoarelor, de care a trebuit să ținem cont în realizarea sistemului de monitoring, o reprezintă faptul că majoritatea traductoarelor au ca ieșire semnale analogice unificate. Una dintre cele mai cunoscute variații ale semnalelor de ieșire o reprezintă semnalul unificat în curent continuu, în domeniul 4..20mA. Un alt semnal unificat foarte răspândit îl reprezintă ieșirea în tensiune continuă, în domeniul 0..10V.

Având în vedere gama foarte extinsă de traductoare existente în prezent, pentru alegerea corespunzătoare a lor în raport cu o aplicație în ecologie, am avut în vedere următoarele criterii de alegere a traductoarelor :

- eficiența operațională reprezintă modul în care traductorul satisface cerințele impuse de aplicația careia îi este destinat. Ea este formată dintr-o componentă ce depinde de performanțele inițiale (nominale) ale traductorului, capabile să asigure realizarea parametrilor specificați pentru desfășurarea optimă a aplicației, numită capabilitatea traductorului, și o componentă ce are în vedere aspectul dinamic, respectiv modal în care evoluează în timp capabilitatea traductorului. Această componentă se numește disponibilitatea traductorului.
- eficacitatea operațională a traductorului se raportează strict la caracteristicile aplicației astfel încât, pentru alegerea corespunzătoare a

traductorului, este nevoie de o specificare corectă și detaliată a caracteristicilor aplicației. Având în vedere marea diversitate a tipurilor de traductoare și a producătorilor este dificil de stabilit o metodologie generală de alegere a traductoarelor, dar se pot distinge următoarele cerințe comune:

1. destinația traductorului
2. principalele caracteristici funcționale
3. condiții de instalare și de mediu ambiant
4. cerințe privind realizarea constructivă
5. cerințe privind durata de funcționare
6. condiții de verificare și atestare a performanțelor.

În utilizarea traductoarelor și a senzorilor a trebuit să luăm în considerare protecția climatică a acestora. Protecția climatică reprezintă un ansamblu de măsuri ce se iau în calcul la proiectarea unui traductor (alegerea materialelor, forma constructivă, dimensionare) pentru a se asigura că acțiunea complexă a factorilor climatici pe o anumită durată nu va influența nefavorabil proprietățile funcționale ale traductorului.

În funcție de zona geografică în care sunt folosite traductoarele, există mai multe tipuri de protecție climatică. (de exemplu : N zona macroclimatică cu climatul temperat) Pe lângă toate acestea fiecare zonă macroclimatică cuprinde mai multe categorii de protecție:

1. categoria 1 corespunde produselor utilizate în aer liber;
2. categoria 2 corespunde produselor utilizate în spații exterioare, acoperite, și care nu sunt supuse variațiilor bruște ale radiației solare directe și nici precipitațiilor atmosferice;
3. categoria 3 corespunde produselor prevăzute să funcționeze în spații închise și care nu sunt supuse modificărilor bruște ale temperaturii mediului, ale radiației solare, ale precipitațiilor atmosferice precum și ale nisipului sau ale prafului;
4. categoria 4 corespunde produselor prevăzute să funcționeze în spații închise, cu condiții climatice regulate artificial.

Sistemul telematic cu aplicație în ecologie este încadrat în primele două categorii de protecție, iar din punctul de vedere al prețului traductoarelor depinde de mărimile fizice ce vor fi achiziționate, prețul traductoarelor acesta, variind sensibil în funcție de mărimea măsurată. Această afirmație se justifică prin faptul că anumite mărimi fizice, având un caracter mai special, nu se pot măsura cu senzori clasici, fiind nevoie

de senzori speciali (senzori inteligenți, senzori piezoelectrice). Pentru a putea fi folosiți într-o aplicație informatizată, senziorilor le trebuie atașați un corector pentru liniarizarea caracteristicii și un convertor analog numeric pentru a face compatibilă ieșirea lor cu intrarea echipamentelor de calcul și de teletransmisie din etajele superioare.

4. Transferul datelor de la senzori la sistemul de monitorizare

Colectarea datelor furnizate de punctele mobile de măsură, sau de puncte de măsură greu accesibile la care este greu de realizat o conectare fizică stabilă (prin cablu), se poate realiza prin stabilirea de legături radio. Aceste legături radio asigură canale de transmisie a datelor, atât între echipamentele de măsură a parametrilor de mediu și concentratoarele mobile de date, cât și între aceste concentratoarele și punctele fixe de centralizare a datelor din cadrul sistemului telexinformatic.

Punctele mobile de măsurare a parametrilor de mediu sunt alcătuite din echipamentele de măsură ale acestora (traductoare de câmp, senzori) și din echipamente de transmitere a rezultatelor măsurătorilor efectuate, reprezentate de radio-modemuri. Echipamentele de măsură trebuie să fie dotate cu convertoare analog-numerice, ale caror ieșiri să fie conectate la dispozitivele de intrare în radio-modemuri. Radio-modemurile emit în benzile VHF/UHF, cu rata de transmisie de 1200 baud FSK, fiind dotate cu surse de alimentare independente, la tensiuni mici (10 Vc.c.), și cu puteri de emisie cuprinse între 0.2÷3W.

Rolul concentratorului de date mobil este jucat de un microcalculator de tip IBM/PC-AT, cu microprocesor Intel 80486 sau mai mare, dotat la rândul lui cu un radio-modem pentru recepționarea datelor furnizate de punctele mobile de măsură. Acest microcalculator este instalat respectând normele de lucru în medii ostile, fiind montat pe un vehicul.

Radio-modemul conectat la concentratorul de date mobil, trebuie să permită realizarea de legături radio, în configurație multipunct, cu radio-modemurile instalate la nivelul punctelor de măsură mobile. Trebuie subliniat faptul că, cu cât viteza de transmisie a datelor este mai mare, cu atât mai mare poate fi numărul punctelor mobile de măsură, conectate la concentratorul de date mobil. Fiecare transmisie este inițiată de către un

mesaj de preambul, transmis de emitător (radio-modemul aflat în punctul mobil de măsură), cu scopul de a alerta receptorul (radio-modemul conectat la concentratorul de date mobil). Conectarea radio-modemului la concentrator se realizează prin interfata serială RS-232C. Calitatea legăturilor radio, dintre punctele mobile de măsură, și concentratorul de date mobil, depinde de profilul topologic al zonei în care se face emisia/recepția datelor, distanța dintre modemuri și de puterea de emisie a acestora.

Pentru transmisia datelor, între concentratorul de date mobil și punctul fix de centralizare a datelor, trebuie realizat un sistem de comunicații mobile. Acesta trebuie să conțină un radio-modem pentru stabilirea de comunicații numerice mobile, un dispozitiv, opțional, amplificator/repertor de radiofrecvență și un dispozitiv de control al legăturii de date, care să se poată conecta, atât la un radio-modem care asigură recepția-transmisia datelor, cât și la un sistem de calcul, care joacă rolul de punct fix de centralizare a datelor.

Radio-modemul pentru stabilirea de comunicații numerice mobile permite conectarea acestuia la concentratorul de date mobil, utilizând un port serial asincron RS-232C, cu rata de transmisie cuprinsă între 300 și 9600 baud, 7/8 biți, protocol DTR/CTS sau Xon/Xoff. El emite în gama radio, permițând o rată de transfer de 2400÷4800 baud FFSK, și este alimentat la tensiuni de 9÷18 Vcc. De asemenea, el trebuie să permită conectare de tip punct-multipunct și să poată realiza corectarea erorilor de transmisie, secretizarea datelor și configurarea sa de la nivelul microcalculatorului, cu rol de concentrator de date mobil.

Dispozitivul de control al legăturii de date asigură corectarea erorilor de transmisie, secretizarea datelor, un protocol de acces radio multiplu cu evitarea coliziunilor de mesaje, sistem de identificare automată a surselor mesajelor recepționate și posibilitatea de cuplare la sisteme de calcul, care să aibă rolul de punct fix de centralizare a datelor. Recepția/emisia se poate face cu viteze de transfer de 1200÷2400 baud FFSK, serial sincron. Conectarea la echipamentul de calcul, cu rol de punct fix de prelucrare, se face prin conector RS-232, serial asincron, cu rate de transfer de până la 9600 baud, 7/8 biți de date, și protocol DTR/CTS sau Xon/Xoff. El reprezintă componenta staționară (baza sistemului de telecomunicație mobil) și trebuie să poată fi conectat opțional la un microcalculator care să asigure configurarea și monitorizarea performanțelor sale.

5. Metode de realizare a măsurării și monitorizării

Pornind de la faptul că măsurătorile parametrilor ecologici sunt grupate în seturi, care se repeta la anumite intervale de timp, introducem noțiunea de stație de măsurare. Stația de măsurare este asociată unui punct geografic (punct de măsurare) în care se fac măsurătorile parametrilor ecologici. Amplasamentele stațiilor de măsurare sunt dictate de către ecologi.

Din punct de vedere funcțional, stația de măsurare răspunde de efectuarea măsurătorilor parametrilor ecologici, de achiziția datelor care reprezintă rezultatul măsurătorilor, de determinarea momentelor de timp la care măsurătorile trebuie făcute și de transmiterea rezultatelor operațiilor de măsurare către nivelul superior de informare (serverul local) din cadrul sistemului telematic de supraveghere a unui ecosistem.

Modul de lucru al stației de măsurare se impune a fi în regim automat. Acest lucru implică stabilirea unei secvențe de desfășurare a operațiilor care se efectuează la nivelul stației de măsurare. Monitorizarea activității la nivelul stației de măsurare se poate face cu ajutorul unui microcalculator de tip IBM- PC/AT echipat cu un procesor INTEL 80486 sau superior. Rolul microcalculatorului este de a executa secvența de operații ce trebuie realizate la nivelul stației de măsurare, supravegherea desfășurării fiecărei operații și realizarea de rapoarte asupra modului în care acestea s-au desfășurat. Un rol important al stației de măsurare este acela de transmitere, către nivelul superior de informare (server-ul local) din cadrul sistemului telematic de supraveghere a unui sistem ecologic, a informațiilor obținute în urma efectuării măsurătorilor asupra parametrilor ecologici.

Prima operație care trebuie realizată la nivelul stației de măsurare, este stabilirea momentului de timp la care trebuie realizat un set de măsurători. Pentru aceasta s-a avut în vedere cunoașterea periodicității de măsurare a fiecărui parametru. A trebuit ținut seama ca nu toți parametrii ecologici au aceeași periodicitate de măsurare, acest lucru ducând la gruparea parametrilor ecologici de măsurat în grupe de măsură, funcție de periodicitatea lor.

După stabilirea momentelor de timp la care se impune realizarea diferitelor seturi de măsurători, sunt inițiate operațiile efective de măsurare.

Aceste operații au specificații diferite, în funcție de tipul sistemului ecologic monitorizat. Măsurările se realizează cu ajutorul senzorilor și al traductoarelor specifice fiecărui parametru ecologic. Senzorii și traductoarele avute în vedere furnizează în general, ca rezultat al măsurării, un semnal unificat de curent sau tensiune, care poate fi ușor preluat cu ajutorul unor dispozitive de achiziție de date, cuplate sau montate în microcalculator. Acest semnal este proporțional cu valoarea măsurată. Pentru a putea elimina erorile de măsurare este necesară repetarea acestora de un număr de ori riguros stabilit. Rezultatele acestor măsurători repetate ale unui parametru ecologic trebuie păstrate într-o zonă de memorie alocată dinamic sau într-un fișier pe disc, până când asupra lor vor fi aplicate următoarea secvență de operații.

Următorul stadiu, în secvența de operații a stației de măsură, îl reprezintă aplicarea relațiilor de dependență asupra valorilor măsurate, pentru stabilirea valorilor reale ale parametrilor, exprimate în unități ingineresti, și aplicarea unor calcule statistice asupra seturilor de valori măsurate ale unui grup de parametri ecologici măsurați, pentru eliminarea erorilor de măsurare. Prin aplicarea acestor calcule statistice, inclusiv de dispersie a valorilor măsurate, se obțin valori medii, cu grad minim de incertitudine, ale valorilor măsurate pentru fiecare parametru ecologic din grupul de parametri măsurați la un moment dat, conform periodicității acestora.

Valorile medii ale parametrilor ecologici, din cadrul unui set de măsurători, trebuie comparate cu limitele maxime și minime admise pentru aceștia, în scopul detectării eventualelor stări de alarmă. Trebuie menționat faptul că limitele maxime și minime ale valorilor parametrilor ecologici pot fi diferite, în funcție de condițiile climatice (anotimpul) în care măsurătorile sunt făcute, dar acest lucru nu este valabil pentru toți parametrii ecologici avuți în vedere. Depășirile limitelor maxime sau minime ale valorilor măsurate ale parametrilor ecologici trebuie reținute pentru a se putea realiza informarea nivelului superior de decizie (server-ul local) din cadrul sistemului telematic de monitorizare, a unui sistem ecologic. Verificarea încadrării valorilor măsurate ale parametrilor ecologici între anumite limite și semnalizarea eventualelor depășiri ale acestor limite, reprezintă o altă operație din cadrul secvenței de operații ce trebuie efectuate la nivelul unei stații de măsurare.

Toate valorile parametrilor ecologici, rezultate în urma efectuării măsurătorilor asupra acestora, trebuie înregistrate pentru ca ulterior să se poată realiza rapoarte asupra evoluției acestora. Aceste rapoarte sunt transmise periodic către nivelul superior de decizie (server-ul local) din cadrul sistemului telematic de monitorizare a unui sistem ecologic. Înregistrarea valorilor măsurate ale parametrilor ecologici și realizarea rapoartelor periodice

asupra măsurătorilor efectuate, reprezintă alte două operații din cadrul secvenței de operații pe care stația de măsurare a parametrilor ecologici trebuie să o realizeze.

În cele ce urmează, vom aborda prezentarea unor soluții de implementare a componentelor arhitecturii funcționale a unei stații de măsurare a parametrilor ecologici.

Un element determinant în implementarea arhitecturii funcționale a stației de măsurare a parametrilor ecologici îl constituie modul în care se realizează achiziționarea datelor din procesul de măsurare a valorilor parametrilor ecologici.

O primă posibilitate de preluare a datelor obținute în urma operațiilor de măsurare, o constituie utilizarea unei plăci de achiziție de date, cum ar fi PCL-718. Această placă de achiziție de date poate fi montată într-un microcalculator IBM-PC/AT, având performanțe ridicate, viteză mare de lucru și un set puternic de funcții de manipulare a datelor prelucrate. Ea oferă 16 canale de intrări analogice în gamele 0÷1V, 0÷2V, 0÷5V, 0÷10V, sau 8 canale de intrări analogice diferențiale, în gamele +/- 0.5V, +/- 1V, +/- 2.5V, +/- 5V, +/- 10V. Atât modulele de operare cu 16 sau 8 canale, cât și gamele de valori sunt selectabile din comutatoari aflați la nivelul plăcii de achiziție de date. Placa de achiziție de date oferă trei tipuri de trigger A/D (software, programabil la nivelul plăcii sau extern) pentru realizarea conversiilor analog - numerice. Datele rezultate în urma conversiilor A/D pot fi transferate sub controlul programului, prin rutine de tratare a întreruperilor sau prin transfer DMA (Direct Memory Access).

Placa de achiziție de date este echipată cu un circuit integrat INTEL 8254-2 (Programmable Time/Counter) utilizabil pentru contorizări de impulsuri și temporizări, care furnizează puls trigger pentru conversiile A/D. Ceasul bazei de timp este selectabil, dintr-un comutator de pe placă, în plaja de la 1 la 10Mhz. Placa mai este echipată și cu două canale de ieșire D/A în gama 0÷5V, dar și cu 16 canale de intrări numerice și 16 canale de ieșiri numerice compatibile TTL/DTL. Conversiile analog - numerice se realizează prin aproximații succesive, cu rezoluție pe 12 bits, având o viteză de conversie de 60 sau 100 KHz, precizia de 0.01% și linearitatea de +/- 1 bit.

Placa de achiziție de date PCL-718 este văzută de către calculator ca un port I/O a cărui adresă de bază trebuie să fie localizată în spațiul de adrese de porți de I/O al microcalculatorului. Această adresă a porții de I/O este selectabilă de

pe placă cu ajutorul unui comutator cu 8 poziții. La alegerea adresei de bază, trebuie să se țină seama de faptul că, pentru funcționarea corectă a plăcii este necesară alocarea a 16 locații consecutive de adrese din spațiul de adrese de I/O, și care să nu se suprapună peste celelalte adrese de porți de I/O, utilizate de microcalculator.

Această placă de achiziție de date este însoțită de o bibliotecă de funcții de tip driver, scrise în limbaj de asamblare, apelabile prin instrucțiuni de apel de funcții din limbajul de programare C, utilizând mediul de programare TURBO C. Sunt puse la dispoziția utilizatorului un număr de 23 de funcții care permit operații de conversii A/D (citire intrări analoge cu conversie numerică) la nivel de canal sau gama de canale A/D, operații de conversie D/A (scriere ieșiri analoge cu conversie numerică) la nivel de canal sau gama de canale, citire și scriere de intrări/ieșiri numerice, temporizări și setări de contoare numerice.

Utilizarea acestei plăci de achiziție de date este recomandabilă în cazul monitorizării sistemelor ecologice acvatice, cu precădere marine, unde numărul de puncte de măsură este mic și acestea pot fi asimilate fiecare unei stații de măsurare a parametrilor ecologici.

Faptul că această placă de achiziție de date PCL-718 este exploatată ca o portă de I/O, impune utilizarea în dezvoltarea aplicației care va implementa secvența de operații a stației de măsurare, sub sistemul de operare MS-DOS și în limbajul de programare C. Se exclude astfel posibilitatea implementării multi-tasking a aplicației, ceea ce nu ar prezenta un dezavantaj foarte mare, ținând seama de periodicitățile mari de măsurare a parametrilor din sistemele ecologice.

O altă posibilitate de culegere a datelor reprezentând valorile măsurătorilor parametrilor ecologici, o constituie utilizarea unor microautomate programabile, cum ar fi TSX 17 produse de către firma Telemecanique. Utilizarea acestor echipamente are avantajul de a oferi posibilitatea cuplării mai multor astfel de microautomate programabile într-o rețea de culegere de date, pe baza standardului BatiBUS. În acest fel, la un microcalculator IBM-PC/AT cu microprocesor INTEL 80486 se pot conecta mai multe microautomate programabile. Microautomatele programabile se pot conecta între ele, folosind extensia cuplor asincronă TSX SCG 113, pe linie serială asincronă RS232. Aceiași extensie cuplor asincronă poate fi utilizată la cuplarea unuia dintre microautomate la microcalculatorul IBM-PC/AT, realizând în acest fel cuplarea întregului tren de microautomate la microcalculator. La nivelul microcalculatorului, există o interfață software care permite inspectarea fiecărui automat programabil și a mărimilor analogice controlate de acesta, mărimi analogice, care reprezintă rezultatul măsurătorilor

parametrilor ecologici realizate de senzorii și de traductoarele cuplate la automatul programabil avut în vedere. Fiecare astfel de microautomat programabil poate reprezenta un punct de măsură al unor parametri ecologici. În acest fel, la o stație de măsurare a parametrilor ecologici, reprezentată de microcalculatorul IBM-PC/AT, pot fi conectate mai multe puncte de măsură, realizându-se și o funcție de concentrare a datelor măsurate din teren.

Această arhitectură de culegere a datelor este recomandabilă în cazul monitorizării sistemelor ecologice terestre (forestiere și atmosferice), unde numărul punctelor de măsură este relativ mare (cum ar fi în cazul ecosistemelor forestiere).

Ultima operație din cadrul secvenței de operații, pe care stația de măsurare trebuie să o îndeplinească, este transmiterea periodică a rapoartelor asupra măsurătorilor efectuate către nivelul superior de decizie (server-ul local).

Rapoartele trebuie să evidențieze codul stației de măsură și momentul de timp la care măsurarea a fost executată. În ceea ce privește parametri ecologici măsurați, ei vor fi afișați în funcție de ordinea de apariție a acestora în cadrul tabelii de definire a parametrilor de măsurat, la nivelul stației. Pentru fiecare parametru ecologic avut în vedere, se vor evidenția codul sau denumirea sa și valorile măsurate, exprimate în unități ingineresti, ordonate după momentele de timp la care măsurătorile au fost realizate, conform periodicității de măsurare și poziției de măsurare. Nu se va uita indicarea faptului dacă valoarea măsurată este normală sau reprezintă o valoare de alarmă.

În cazul în care la nivelul stației de măsurare, există definite mai multe puncte de măsură, raportul trebuie să grupeze valorile măsurate ale parametrilor ecologici în ordinea acestor puncte, specificând coordonatele lor. În cadrul unui punct de măsură, modul de afișare a parametrilor ecologici va fi identic cu cel prezentat în paragraful anterior.

Fiecare raport trebuie să conțină numai date care să exprime valori măsurate după momentul realizării ultimului raport și care să se încadreze în intervalul de timp exprimat de periodicitatea de realizare a acestora (data ultimului raport la care se adaugă intervalul de timp, care reprezintă periodicitatea de realizare a rapoartelor), astfel încât la nivelul superior de decizie (serverul local) din cadrul sistemului telematic de monitorizare a unui sistem ecologic să nu se primească rapoarte care să conțină informații redundante.

În ceea ce privește păstrarea periodicității de realizare a rapoartelor asupra măsurătorilor efectuate, se poate opta pentru păstrarea periodicității curente până la primirea unei noi cereri de schimbare a acesteia.

Trebuie subliniat faptul că este necesară existența, la nivelul aplicației, a unui proces care să urmărească canalul de comunicație al stației de măsurare cu nivelul superior de decizie, în vederea recepționării mesajului de modificare a periodicității de realizare a rapoartelor asupra măsurărilor. În cazul în care noua periodicitate de realizare a rapoartelor este mai mică decât cea existentă, procesul de realizare a acestuia trebuie lansat imediat, pornind de la data executării ultimului raport. În cazul în care periodicitatea de realizare a rapoartelor asupra măsurătorilor efectuate este mai mare decât cea existentă, se va face doar înlocuirea acesteia și noul raport se va executa pornind de la momentul de timp la care a fost efectuat ultimul raport.

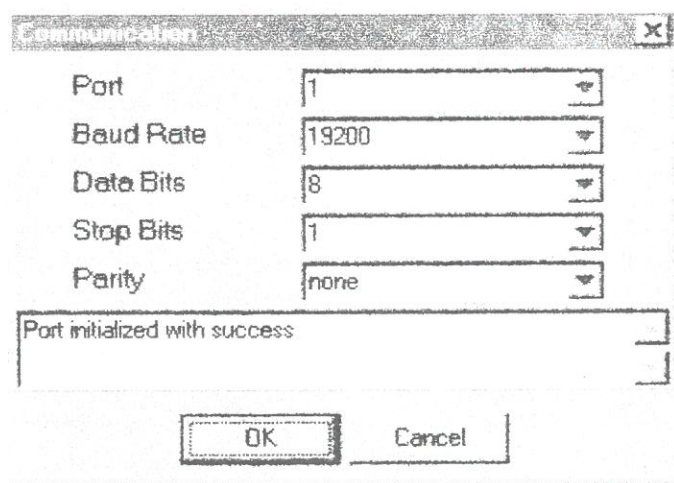


Figura 3: Fereastra de dialog pentru parametrii comunicației

Pornind de la caracteristicile celor patru tipuri de sisteme telematice de supraveghere a ecosistemelor (terestru, marin, apa curgătoare, atmosferic) se pot evidenția anumite particularități în ceea ce privește canalele de comunicație a datelor ce trebuie stabilite atât între punctele de măsură și stațiile de măsură, cât și între acestea și nivelul superior de decizie (serverul local) din cadrul sistemului telematic de monitorizare.

Problematika stabilirii canalului de comunicație între stația de măsurare și serverul local este comuna tuturor tipurilor de sisteme telematice de monitorizare a ecosistemelor și impune realizarea unui sistem radio de comunicație. Acest sistem radio de comunicație trebuie să fie compus dintr-un radio-modem pentru stabilirea de comunicații numerice mobile, un dispozitiv amplificator/repator de radiofrecvență și un dispozitiv de control al legăturii de date, care să se poată conecta, atât la un radio-modem, care asigură recepția-transmisia datelor, cât și la serverul local. Dispozitivul de control al legăturii de date trebuie să asigure corectarea erorilor de transmisie, secretizarea datelor, un protocol de acces radio multiplu cu evitarea coliziunilor de mesaje, sistem de identificare automată a surselor mesajelor recepționate și emisia la serverul local, care joacă rolul de concentrator de date furnizate de către stațiile de măsurare. Radio-modemul conectat la stația de măsurare, utilizând un port serial asincron RS-232C, trebuie să permită conectare de tip punct-multipunct. El mai trebuie să poată realiza corectarea erorilor de transmisie, secretizarea datelor și configurarea sa de la nivelul microcalculatorului, cu rol de concentrator de date mobil.

6. Simularea senzorilor – descrierea modului de lucru

Lucrul cu aplicația presupune parcurgerea mai multor etape, după cum urmează:

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, HyperTerminal etc.). Este de preferat alegerea unei rate de transfer cât mai mari (cel puțin 9600 bps) pentru a putea realiza transmisii 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 conform figurii de mai jos. 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 două mesaje: "Legătura logică realizată" sau "Legătura logică nerealizată".

Stabilirea unei sesiuni (pentru *server*) de lucru se poate face, fie prin crearea unei noi, fie prin încărcarea unei create anterior și salvate pe disc. Crearea unei sesiuni de lucru presupune:

1. stabilirea numărului de interfețe prin adăugare succesivă; numim *interfață* o fereastră în care se vor include ulterior senzori; interfețele sunt numerotate cu ajutorul unui index care este inițializat cu 0; de asemenea, la crearea fiecărei interfețe poate primi un nume;
2. adăugarea de senzori în interfețe se face alegând indicele fiecărui senzor, după care sunt introduse informații specifice, cum ar fi: unitate de măsură, valoare minimă, valoare maximă, limita inferioară, limita superioară, intervalul de culegere al datelor etc.;
3. salvarea sesiunii de lucru pe disc;



Figura 4: Componenta grafică senzor

Pornirea și, respectiv oprirea dialogului între server și client se face selectând meniul *Communication->Start/End*. Soluțiile bazate pe sisteme telematice reprezintă unul din principalele exemple de implementare a tehnicii de calcul în aplicațiile de monitorizare a ecosistemelor marine, fluviale sau terestre. Prin soluțiile de implementare alese, sistemele telematice de monitorizare a ecosistemelor se pot încadra în categoria

sistemelor deschise. Această caracteristică poate fi impusă nu numai de către sistemele de operare utilizate în cadrul acestui tip de aplicații, cât și prin tipul echipamentelor hardware utilizate în cadrul lor, acestea influențând și soluțiile software de implementare a aplicațiilor.

Un element important în definirea ca sisteme deschise a sistemelor telematice de monitorizare a ecosistemelor, îl joacă modul de interconectare al nivelurilor de prelucrare a informației în cadrul acestora. Subsistemele componente pot fi conectate între ele direct prin intermediul rețelilor locale Ethernet, folosind protocolul TCP/IP sau utilizând rețele de proces și procesoare de comunicație radio, folosind interfețe de comunicație adecvate, în cadrul subsistemelor de achiziție și de prelucrare primară a informațiilor cu caracter ecologic.

Un alt element care poate caracteriza, din punctul de vedere al sistemelor deschise, sistemele telematice de monitorizare a ecosistemelor, îl reprezintă redundanța acestora. Dacă în cadrul subsistemului de achiziție și de prelucrare primară a informațiilor sunt utilizate interfețe I/O inteligente, aceste subsisteme își pot continua funcțiile și în absența legăturii cu nivelurile superioare de decizie și de prelucrare a

de decizie și de prelucrare a informațiilor cu caracter ecologic pot fi realizate în cadrul unor sisteme de operare de tip Unix sau utilizând tot Windows NT. În cadrul subsistemului de achiziție și de prelucrare primară a informațiilor cu caracter ecologic, interfețele I/O pot fi, atât inteligente cât și neinteligente. Interfețele neinteligente au nevoie de o unitate centrală, cea a unui PC, pentru a-și desfășura activitatea de achiziție de date cu caracte ecologic. Interfețele I/O inteligente își pot desfășura activitatea în mod independent de o unitate centrală, cea a unui PC, putând să își execute funcțiile, indiferent de starea de funcționare a unității centrale. Rolul unității centrale este acela de a inițializa activitatea interfețelor I/O inteligente. Ele sunt dotate cu microcontrollere care realizează inițializarea interfețelor și supravegherea modului de execuție al achiziției de date, precum și transmiterea periodică a informațiilor achiziționate și chiar prelucrate primar, către unitatea centrală. Rolul PC, în acest caz, este numai acela de concentrator local de date și de transmitere periodică a unor rapoarte către nivelul superior de decizie și prelucrare a informațiilor cu caracter ecologic.

Pentru buna funcționare a subsistemului de achiziție și de prelucrare primară a informațiilor în cadrul unui sistem telematic de monitorizare a ecosistemelor, interfețele I/O inteligente trebuie să aibă următoarele caracteristici:

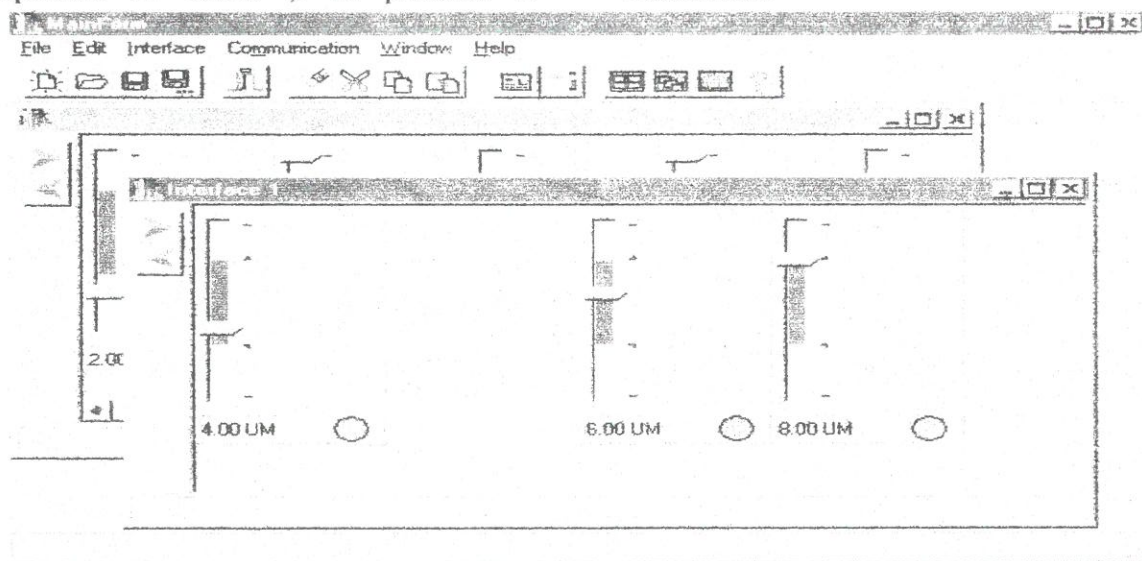


Figura 5: Imaginea unei sesiuni de lucru

informațiilor cu caracter ecologic.

În ceea ce privește sistemele de operare utilizate în cadrul sistemelor telematice de monitorizare a ecosistemelor, pentru subsistemul de achiziție și prelucrare primară a informațiilor s-a optat pentru Windows NT. Nivelurile superioare

- sincronizarea evenimentelor prin menținerea unui ceas propriu fiecărei interfețe, sincronizarea ceasurilor fiind făcută de către unitatea centrală;
- posibilitatea memorării de către interfața de achiziție a unui număr de valori măsurate și a momentului de timp la care acestea au fost făcute;

- achiziționarea automată de date la intervale prestabilite fără intervenția unității centrale;
- transferarea automată a datelor măsurate către unitatea centrală, prin folosirea sistemului de întreruperi, împreună cu momentele de timp la care aceste măsurători au fost făcute;
- transmiterea automată către unitatea centrală a informațiilor referitoare la neexecutarea corectă a unor măsurători.

Toate aceste caracteristici ale interfețelor I/O inteligente degreveză activitatea unității centrale, eliberând astfel resurse pentru realizarea unor operații cum ar fi prelucrări locale primare ale datelor cu caracter ecologic și comunicarea cu nivelul ierarhic superior din cadrul sistemului telematic de monitorizare a ecosistemelor.

Interfețele I/O inteligente permit achiziționarea datelor din puncte aflate la distanță și în medii ostile față de calculatorul local, cu rol de concentrator de date, din cadrul subsistemului de achiziție și de prelucrare primară a datelor ecologice. Pentru aceasta, ele trebuie să fie dotate cu surse independente de alimentare și interfețe de comunicație radio cu calculatorul local. Pentru asigurarea soluțiilor de comunicație în cadrul subsistemului de achiziție și de prelucrare primară a datelor cu caracter ecologic, este necesară stabilirea unui protocol de comunicație a informațiilor între elementele subsistemului. Adoptarea unui standard internațional nu face decât să mărească capacitatea subsistemului de integrare rapidă în cadrul unui ansamblu mai larg de sisteme de monitorizare. În acest moment, pe plan european există trei standarde de comunicație în cadrul rețelelor de proces. Acestea sunt PROFIBUS, P-NET și WorldFIP incluse în standardul EN50170. În cadrul sistemelor telematice de monitorizare a ecosistemelor, poate fi acordată o atenție deosebită standardului de rețea de câmp de proces PROFIBUS. Această rețea este structurată după modelul ISO-OSI, ca și protocolul TCP/IP, fiind un caz particular de rețea locală. Caracterul particular al rețelei este dictat de cerințele comunicației la acest nivel: simplitate, robustețe, timp de răspuns scurt în condițiile unui flux restrâns de date, protecție la perturbații electromagnetice. Acest lucru duce la o structurare simplificată pe niveluri, în acord cu modelul de referință ISO-OSI, structură în care sunt prezente doar nivelul fizic, nivelul legăturii de date și nivelul de aplicație. La nivelul fizic, această rețea folosește o tehnică de transmisie, conformă standardului RS-485, care permite conectarea pe două fire torsionate a până la 32 de echipamente.

Viteza de comunicație poate fi selectabilă între 9600bps și 93,75kbps, suficientă pentru acest tip de arhitectură. Aceste viteze de comunicație asigură o lungime a magistralei de proces de 1,2km.

7. Concluzii

Lucrarea prezintă pachetul de programe pentru subsistemul informatic de monitorizare automată a parametrilor ecologici care execută supravegherea la nivelul unei stații de măsurare, elaborează rapoarte periodice asupra măsurătorilor efectuate și transmite datele către nivelul ierarhic superior din cadrul sistemului distribuit de supraveghere a mărimilor ecologice.

Aplicația realizează simularea unui sistem de achiziție de date folosind două calculatoare PC, unul cu rol de simulare și unul cu rol de achiziție și monitorizare.

Bibliografie

1. * * * I.C.I. TEMA A27 - Sisteme informatice tranzacționale, 1997.
2. OLSHEVSKY, V., PONOMAREV, A.: OOP Using C++, Wrox Press Ltd.
3. BLASZCZAK, M.: Win32 Programming using Visual C++, Wrox Press Ltd.
4. PILAT, VL. ș.a.: Introducere în Internet, editura Teora, 1995.
5. MURRY III, W H., PAPPAS, CH.: Application Programming for Windows NT, Osborne McGraw-Hill.
6. KNUTH, H.: Tehnica programării calculatoarelor. Cautare și Sortare, Ed. Tehnică, București, 1975.
7. * * * Documentație Linux, rețea, 1993.
8. STEVENS, R.: Network Programming, Prentice Hall, 1990.
9. BULĂCEANU, CL.: Rețele locale de calculatoare, Editura Tehnica, București, 1995.
10. FOLTS, H.C.: Data communication standard, McGraw-Hill's 1983.
11. SMEUREANU, I. ș.a.: Grafică interactivă pe calculatoare personale, Editura Militară, București, 1995.
12. * * * TEMA A63 Realizarea de sisteme telematice cu aplicații în ecologie -Faza1: Arhitectura sistemului telematic cu aplicații în ecologie.

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

**SISTEM EXPERT PENTRU REZOLVAREA PROBLEMELOR COMPLEXE
ALE SISTEMELOR ECOLOGICE ȘI DE PROTECȚIA MEDIULUI**

Sistemul Expert a fost realizat pentru a veni în sprijinul realizatorilor de sisteme informatice și/sau de aplicații în domeniul sistemelor ecologice și de protecția mediului.

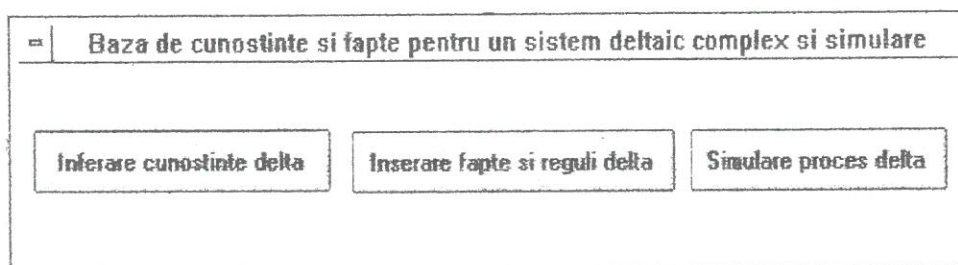
Necesitatea unui astfel de sistem expert este justificata de:

- complexității sistemelor ecologice
- neliniarității proceselor implicate
- scăderii potențialului economic al unor zone naturale
- pericolului dispariției unor specii de plante și animale cu valoare economică ridicată
- poluării aerului, apei și solului

Arhitectura sistemului expert pentru modelarea, simularea și controlul sistemelor complexe cu aplicații în ecologie este :

- modulul "Baza de cunoștințe și fapte"
- modulul „Motor inferențial"
- modulul de „Achiziționare a datelor"
- modulul „Baza de date"
- modulul „Biblioteca de modele și algoritmi de simulare"
- modulul „Program de simulare a proceselor de mediu continue și/sau cu evenimente discrete"
- modulul „Analizor de rezultate de simulare"
- modulele în care sunt depuse „Rezultate de simulare"
- modulele „Interfață utilizator-sistem expert"
- modulul „Monitorul sistemului expert"

Figura de mai jos reprezintă ecranul cu butoanele de comandă a unui sistem expert.



Cui este destinat produsul? Sistemul Expert este destinat 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 Sistemul Expert 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 39

Web site www.rnc.ro/infoeco

E-mail sflorin@u3.ici.ro