

TEHNICI ALE INTELIGENȚEI ARTIFICIALE UTILIZATE PENTRU CONSTRUIREA SISTEMELOR INTELIGENTE CAD/CAM

mat. Molse Maria

Instituția de Cercetări în Informatică

Rezumat

Cercetările recente privind realizarea sistemelor CAD/CAM sînt orientate spre prelucrări inteligente, care necesită folosirea tehnicilor de inteligență artificială în modelarea obiectelor și procesului de proiectare. În această modelare pe lângă informațiile geometrice și tehnologice despre obiectele și procesul de proiectare este inclus și procesul de gîndire al proiectantului care completează logica de proiectare.

În lucrare se propune un cadru de modelare pentru reprezentarea și folosirea cunoștințelor obiectelor și procesului de proiectare, în care conceptul de bază utilizat este cel de "restricție". În Japonia, pe baza conceptelor prezentate în lucrare s-au realizat numeroase aplicații practice.

1. Introducere

Tendința manifestată în ultimii ani în domeniul cercetării și dezvoltării sistemelor CAD/CAM, se referă la folosirea și extinderea realizărilor inteligenței artificiale în domeniul CAD/CAM. Pînă în prezent, tehnicile inteligenței artificiale (Artificial Intelligence-AI) au fost aplicate cu succes în multe domenii ale industriei, ca: aplicații robot, planificarea producției, proiectare VLSI, proiectarea procesului de planificare, diagnoze etc. Pentru automatizarea activităților din cadrul procesului de proiectare-fabricație, adică pentru realizarea unor sisteme inteligente de fabricație sînt necesare cercetări referitoare la reprezentarea cunoștințelor de fabricație și efectuarea procesului deductiv corespunzător, în vederea obținerii soluțiilor optime de proiectare.

Sistemele inteligente CAD/CAM sînt constituite din două componente principale: baza de cunoștințe și mecanismul deducțiilor logice.

Baza de cunoștințe este formată din cunoștințe de fabricație, care conțin informații despre obiectele proiectate și despre procesul de proiectare. Mecanismul deducțiilor logice permite efectuarea procesului deductiv pe baza regulilor, a procedurilor de punere de acord, pe baza principiului rezoluției etc.

O problemă deosebit de importantă, care apare în construirea sistemelor inteligente CAD/CAM, o constituie reprezentarea cunoștințelor și explorarea lor. Pentru reprezentarea cunoștințelor se pot folosi următoarele modele:

- modelul regulilor de producție (sisteme de producții);

- modelul bazat pe rețele semantice;
- modelul bazat pe teoria frame-urilor;
- modelul bazat pe logica predicatelor;
- modelul bazat pe teoria mulțimilor fuzzy;
- modelul bazat pe logica probabilistică etc.

Alegerea unui model de reprezentare a cunoștințelor depinde în mare măsură de caracteristicile și complexitatea problemelor care trebuie soluționate. Este evident faptul că, reprezentarea cunoștințelor pentru problemele de diagnoză diferă de acelea în care obiectivul este proiectarea. De aceea, eficiența sistemelor inteligente implică cunoașterea de către proiectantul de sistem a caracteristicilor și restricțiilor tuturor modelelor de reprezentare și este necesară o analiză riguroasă privind selectarea modelului de reprezentare a cunoștințelor.

În acest articol se vor prezenta sumar cîteva noțiuni utile de inteligență artificială și un frame general pentru reprezentarea cunoștințelor de fabricație, adică pentru reprezentarea modelelor obiectelor de proiectare și a procesului de proiectare.

2. Cunoștințe utilizate în sistemele inteligente CAD/CAM

Pentru realizarea sistemelor inteligente CAD/CAM se impune mai întîi o etapă în care este necesar să fie cunoscută marea diversitate a cunoștințelor de fabricație.

2.1. Clasificarea cunoștințelor pentru CAD/CAM

După unii autori precum H.Ueno, M.Ishizuka, cunoștințele se definesc ca fiind "rezultatul obținut în urma cunoașterii" sau, mai detaliat, ca fiind "un sistem de judecări cu o organizare principială unică, bazată pe o legitate obiectivă". Din punct de vedere al inteligenței artificiale și al ingineriei cunoștințelor, definirea acestora este necesar să fie corelată cu deducția logică. Cu alte cuvinte, se poate da următoarea definiție: "Cunoștința este o informație formalizată la care se fac referiri și care este folosită în procesul deductiv". În fig. 2.1. este prezentat un model simplificat, care se poate utiliza pentru rezolvarea unor probleme concrete.

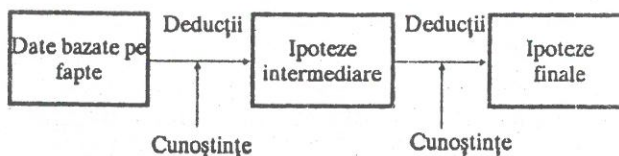


Fig. 2.1. Legătura dintre cunoștințe și deducții

În această figură cunoștințele reprezintă fondul de informații din baza de cunoștințe existentă, la care se fac referiri cu ajutorul deducțiilor logice.

Din punct de vedere al rezolvării unui domeniu concret, cunoștințele pot fi împărțite în două mari categorii: "faptice" și "euristice".

Prima categorie indică, de obicei, întâmplări cunoscute dintr-un domeniu concret, iar cunoștințele din acest domeniu se numesc "textuale". A doua categorie de cunoștințe se bazează pe experiența proprie a specialiștilor dintr-un domeniu concret și reprezintă o acumulare de cunoștințe, ca urmare a unei practici de mai mulți ani.

În sistemele inteligente CAD/CAM se întâlnesc cunoștințe din a doua categorie, de tipul:

- cunoștințe referitoare la procedee de sinteză sau de "concentrare" (asamblare);
- cunoștințe referitoare la procedee de analiză sau de "detaliere";
- cunoștințe referitoare la procedee pentru îndepărtarea ideilor inutile;
- cunoștințe referitoare la procedee de folosire a informațiilor incerte.

Dintr-un anumit punct de vedere, cunoștințele pot fi împărțite în "fapte" și "reguli". Prin "fapte" se înțeleg cunoștințe de tipul "X este A", caracteristice pentru modele de tip rețea. Prin "reguli" se înțeleg cunoștințe de tipul "IF-THEN" (DACĂ-ATUNCI).

În afară de aceasta mai există așa numitele "metacunoștințe" (cunoștințe despre cunoștințe), care includ cunoștințe referitoare la proprietățile și procedeele de folosire a cunoștințelor. Această categorie de cunoștințe se utilizează pentru explorarea bazei de cunoștințe, a deducțiilor logice, a indentificării, a instruirii etc.

De obicei, cunoștințele au o structură de clasificare de tip ierarhic, sub forma "abstract-concret" sau "întreg-parte", de exemplu "SUBANSAMBLU-PIESĂ-SUPRAFAȚĂ-CONTUR-LINIE-PUNCT".

Întrucât fiecare element al unei astfel de structuri are legături cu elementele altor structuri ierarhice, apare necesitatea reprezentării cunoștințelor sub formă de rețea. În domeniul CAD/CAM obiectele structurale se descriu prin legături de tip "PART-OF" (PARTE-DIN), iar componentele sistemului sînt descrise prin legături de tip "IS-A" (ESTE-UN).

2.2. Modele ale obiectelor de proiectare și ale proceselor de proiectare

Cunoștințele de fabricație pot fi clasificate în două mari grupe principale: "design object knowledge" (cunoștințe despre obiectele de proiectare) și "design process knowledge" (cunoștințe despre procesul de proiectare).

În domeniul AI cunoștințele din prima grupă sînt considerate ca modele ale obiectelor de proiectare sau

modele ale produsului. Acestea descriu proprietățile fizice și funcționale ale obiectelor de proiectare și sînt utilizate în stadiul de proiectare conceptuală. Ele reprezintă de fapt, propuneri globale de proiectare.

Cunoștințele din a doua grupă privesc procesele de proiectare propriu-zise. Ele se referă la: "cum să se realizeze obiectivele propuse?", "cum să se rezolve problemele de proiectare?" etc., adică se indică operațiile tehnologice adecvate, utilajele și sculele cu parametrii funcționali corespunzătoare și regimul de lucru etc.

Pentru realizarea sistemelor inteligente CAD/CAM, cunoștințele trebuie formalizate, stocate în calculator și prelucrate pentru a simula sarcinile proiectantului. Modelul obiectului de proiectare și modelul procesului de proiectare formează împreună un sistem expert CAD/CAM. În figura 2.2 se prezintă structura de bază a unui sistem expert.

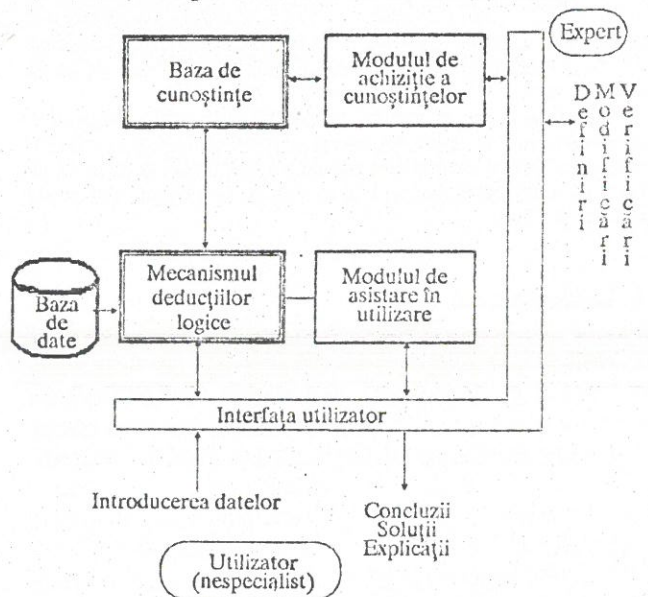


Fig. 2.2. - Structura unui sistem expert

Baza de cunoștințe constituie mecanismul prin care se realizează reprezentarea cunoștințelor.

Mecanismul deducțiilor este modulul care permite efectuarea deducțiilor logice, pe baza cunoștințelor existente în baza de cunoștințe.

Modulul de achiziție a cunoștințelor permite dobîndirea de cunoștințe de la specialistul (expertul) dintr-un domeniu concret și completarea bazei de cunoștințe.

Modulul de asistare în utilizare avizează deducțiile efectuate, furnizează comentarii sau acordă help-uri în soluționarea unor probleme.

Interfața utilizator permite transmiterea corectă a mesajelor din partea utilizatorilor.

În fig. 2.3. este indicat modul de construire a sistemelor

expert CAD/CAM, pe baza modelului obiectelor de proiectare (produsului) și al procesului de proiectare.

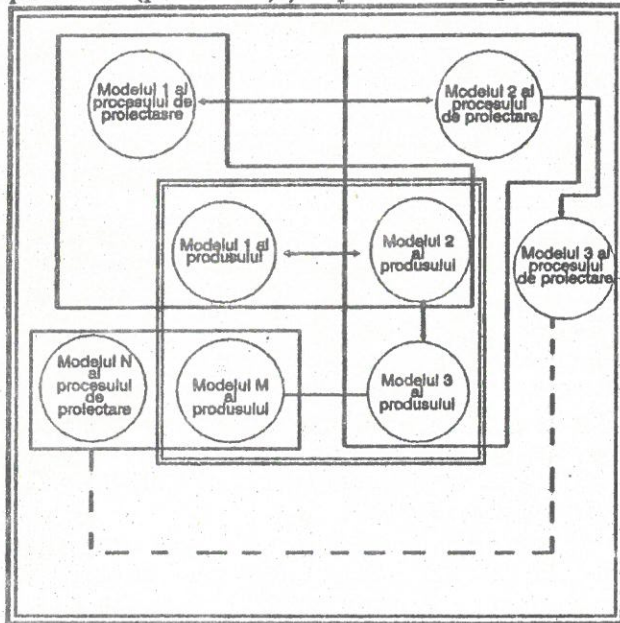


Fig. 2.3. Sisteme expert CAD/CAM

În procesul de proiectare-fabricație bazat pe folosirea tehnicilor AI, pentru fiecare problemă de proiectare se construiește un model al procesului de proiectare, care cooperează nemijlocit cu proiectanții. În unele cazuri, modelele procesului de proiectare reprezintă doar o interfață între proiectanți și modelele produsului, iar în alte situații acestea realizează sarcinile proiectantului în totalitate. Deducțiile, care se efectuează pe baza modelului procesului de proiectare, rezolvă o problemă de proiectare și furnizează ca soluție un model al produsului, care poate fi utilizat în continuare de modelele procesului de proiectare, pentru a genera alte modele ale produsului. Informațiile de producție sînt, de asemenea, generate de un model al procesului de proiectare pentru pregătirea fabricației.

Modelul produsului realizează o simulare fizică pentru a determina comportarea produsului folosit de modelul procesului de proiectare în vederea rezolvării problemelor de proiectare.

3. Modelarea prin frame-uri a obiectelor de proiectare și a procesului de proiectare

3.1. Frame de modelare

La baza teoriei frame-urilor elaborată de M.Minsky se află recepționarea faptelor, care se realizează prin intermediul comparării informației obținute din afară, cu elemente și valori concrete, precum și cu cadrele stabilite pentru fiecare obiect conceptual în memoria noastră. Structura pe care o reprezintă aceste cadre se

numește "frame". Prin urmare, modelul de reprezentare a cunoștințelor, bazat pe teoria frame-urilor reprezintă un model al memoriei umane și al conștiinței acesteia, sistematizat sub forma unei teorii unice. Întrucît între obiectele conceptuale există analogii, frame-ul reprezintă, de obicei, o structură de tip ierarhic cu trăsături de clasificare și sinteză. De exemplu, un frame poate reprezenta o structură ierarhică de tip "abstract-concret".

Un moment important în cadrul acestei teorii l-a constituit introducerea conceptului de "structură-frame" a datelor pentru reprezentarea unui obiect conceptual oarecare. Informația care se referă la frame este cuprinsă în slot-uri (componente de bază ale frame-ului).

În proiectarea obiectelor complexe, acestea se reprezintă cu ajutorul unei combinații de mai multe frame-uri, care corespund unei rețele de frame-uri sau a unui sistem de frame-uri.

Fiecare frame poate fi privit ca o rețea formată din cîteva noduri și legături. La nivelul cel mai de sus al frame-ului este reprezentată informația fixată: de exemplu, un fapt referitor la starea unui obiect. La nivelele următoare este amplasată mulțimea slot-urilor terminale, care se completează în mod obligatoriu cu valori și date concrete.

Teoria frame-urilor a servit ca impuls în elaborarea unor limbaje de reprezentare a cunoștințelor, care au devenit în ultimii ani destul de răspîndite datorită posibilităților largi și flexibilității acestora. Dintre acestea fac parte: FPL, KRL, FMS, KEE, KRINE, LOOPS etc, care constituie instrumente puternice, la îndemîna specialiștilor din domeniul ingineriei cunoștințelor.

Frame-urile sînt folosite eficient pentru prelucrarea economicoasă a calculului ingineresc și pentru prelucrarea imaginilor. Dacă ne referim la cea de-a doua utilizare a frame-urilor, orice obiect poate fi descris din diferite unghiuri de vedere, în diferite frame-uri, care fac parte dintr-un sistem de frame-uri. Trecerea dintr-un frame în altul reprezintă rezultatul trecerii dintr-un unghi de vedere în altul.

Frame-urile care fac parte dintr-un sistem și care nu sînt legate de percepții vizuale pot indica fie acțiuni, fie legături de tip cauze-efect, fie modificări ale punctului de vedere conceptual.

Elaborarea unui frame general de modelare presupune existența unor concepte cheie, care să contribuie la reprezentarea rațională a cunoștințelor din domeniul CAD/CAM. Un astfel de concept cheie este cel de "restricție", care stă la baza frame-ului de modelare a procesului de proiectare și a obiectelor de proiectare.

3.2. Frame-uri pentru modelarea obiectelor de proiectare

Se cunoaște faptul că, în procesul de proiectare sînt folosite concepte comune însușite de majoritatea

proiectanților. Aceste concepte se referă la forme geometrice, particularitățile formei, dimensiuni, precizii, ansamble, suprafețe finite, calitățile materialului etc. Pe baza acestor concepte proiectanții își materializează ideile de proiectare cu ajutorul unor semne convenționale de reprezentare (semne grafice). Aceste concepte ar putea fi privite ca elemente componente ale unui limbaj de proiectare, a cărui sintaxă este dată de semnele convenționale. Conceptele fundamentale comune formează așa numitele "modele ingineresti", care trebuie să includă modelele obiectelor de proiectare în vederea realizării unui dialog permanent cu proiectantul. Modelele ingineresti se asociază cu geometria produselor, iar părțile principale ale acestora sînt restricțiile referitoare la primitive geometrice, la suprafețe etc. De exemplu, dimensiunea nominală a unei suprafețe, toleranțele, particularitățile de formă, rugozitatea reprezintă restricții geometrice.

Reprezentarea structurilor geometrice în calculator se poate face sub formă de modele geometrice, iar restricțiile geometrice pot fi reprezentate sub formă de relații de dependență între elementele modelelor geometrice. Deci, problema reprezentării acestor elemente (entități) și relații este o problemă de modelare a datelor, care se face cu ajutorul sistemelor care includ baze de date, limbaje de programare, reprezentarea cunoștințelor etc. S-au făcut multe încercări de modelare a acestor date, în special cu ajutorul teoriei grafurilor, dar care s-au dovedit a fi nesatisfăcătoare, întrucît în activitățile practice din domeniul proiectării fabricației se întîlnesc cunoștințe incerte (informații și legături). Acestea nu pot fi reprezentate prin teoria grafurilor. Cunoștințele incerte pot fi reprezentate cu ajutorul unor metode ale AI bazate pe mulțimile fuzzy, teoria probabilităților etc.

O tehnică AI modernă și eficientă privind aceste restricții geometrice permite reprezentarea printr-un frame de modelare, într-un mod formal. Aceasta presupune o abordare multiparadigmă a logicii predicatelor de ordin întâi și un limbaj orientat pe obiect. În acest frame entitățile geometrice sînt instanțe (exemple) sau obiecte dintr-o clasă distinctă, iar proprietățile obiectelor sînt manipulate prin metode. Relațiile dintre obiecte sînt reprezentate sub forma unei mulțimi literale a logicii predicatelor de ordinul întâi. Entitățile și relațiile formează o structură logică de tip frame, care pe baza unui set de operații formale generează creere/copiere/modificare/ștergere a entităților și relațiilor.

Acest frame este construit în mod asemănător PROLOG-ului și conține un limbaj orientat pe obiect, cu posibilitate de programare logică utilă în construirea modelelor proceselor de proiectare. De asemenea, frame-ul conține un sistem de modelare tridimensională pentru prelucrarea proprietăților geometrice, efectuarea calculului geometrice și generarea interfeței pentru modelare grafică.

3.3. Frame-uri pentru modelarea procesului de proiectare

Întrucît nu există o bază teoretică completă a procesului de proiectare manuală, este destul de dificil să se elaboreze un frame general pentru modelele procesului de proiectare.

Se propune folosirea conceptului de "restricție", introdus în paragraful precedent pentru modelarea procesului de proiectare.

În procesul de proiectare, restricțiile obiectului de proiectare sînt modificate și transferate în proiectarea detaliată a produsului. În acest proces, preocuparea proiectantului este de a analiza restricțiile, de a verifica îndeplinirea lor, de a le selecta și de a le transmite etc. Prin urmare, procesul de proiectare poate fi privit ca un proces de prelucrare a restricțiilor de proiectare. În acest fel, se poate conferi o bază conceptuală pentru un frame de modelare a procesului de proiectare (fig. 3.2) cu ajutorul "restricțiilor".

Avînd în vedere faptul că procesul de proiectare-fabricație se realizează pe etape, iar soluțiile de proiectare se detaliază ierarhizat, începînd de la soluțiile globale de proiectare pînă la cele operaționale, în fig.3.2 este prezentat un exemplu de generare a procesului de proiectare corespunzător unei etape.

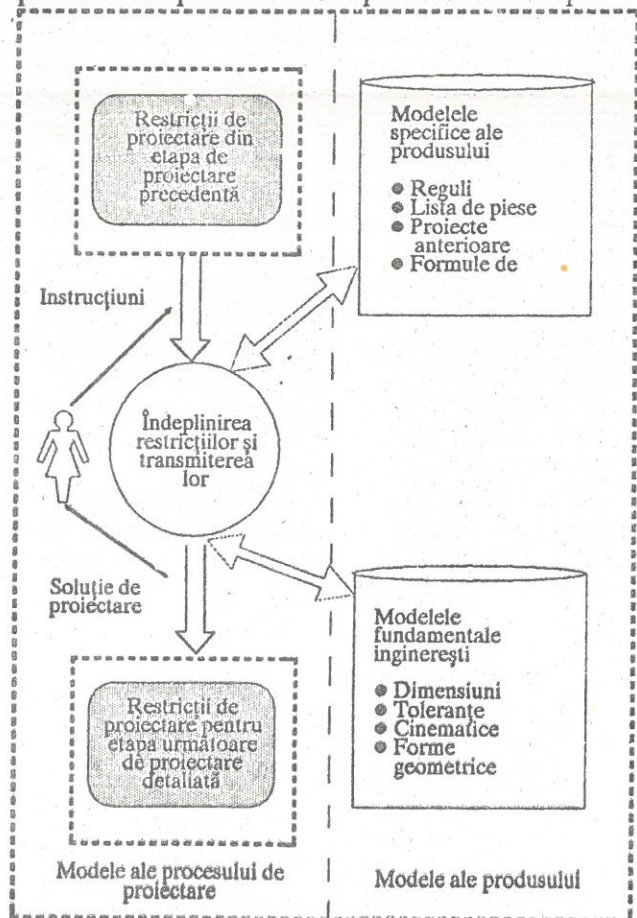


Fig.3.2. Generarea procesului de proiectare pe baza conceptului de "restricție"

4. Concluzii

Pe baza acestei concepții în Japonia s-au realizat mai multe aplicații CAD/CAM, bazate pe proceduri de prelucrare a restricțiilor și pe mecanisme raționale proprii. Dintre aceste aplicații se amintesc: sistemul de proiectare parametric, sistem de generare a deplasării roboților, program de evaluare a toleranței pentru mașini cu comandă numerică, sistem de programare a operațiilor de prelucrare, sistem de planificare a procesului de proiectare pentru operațiile de îndoire, sistem de planificare a proiectării unei piese metalice subțiri etc.

Astfel, în "sistemul de programare a operațiilor de prelucrare", relațiile dintre operațiile de prelucrare și particularitățile formei sînt descrise cu ajutorul regulilor de producție. Aceste reguli se aplică în modelul obiectului de proiectare și, pe baza lor, se realizează operația de prelucrare. În timpul generării procesului de proiectare se realizează și o simulare a prelucrării, folosind modelul obiectului de proiectare. Pe baza acestuia, în regulile de producție pot fi incluse diferite restricții referitoare la precizia de prelucrare. Din cele expuse, se desprinde ideea privind conceptul de "restricție geometrică", care permite reprezentarea informației despre obiectele de proiectare și despre procesul de proiectare prin frame-uri de modelare multiparadigmă, combinînd logica predicatelor de ordinul întâi cu un limbaj orientat pe obiect.

Bibliografie

1. ALEXANDER, I.: *La conception des systèmes intelligents*, Hermes, Londres et Paris, 1985
2. ARAI, E., IWATA K.: *Product Design Logic for an Intelligent Product Modelling System*. In: R&CIM, vol. 4, nr. 3/4, 1988
3. BENCHIMOL, G., LEVINE, P., POMEROL, J. CH.: *Système expert dans l'entreprise*, Hermes, Paris, 1990
4. BERRY, D. C.: *The Problem of Implicit Knowledge*. In: *Expert Systems*, aug., 1987
5. BRACHMAN, R. J., LEVESQUE, H. J.: *Readings in Knowledge Representation*, eds., Morgan Kaufmann, Palo Alto, Calif., 1985
6. BREMER, M.: *Expert Systems in Business: a British Perspective*. In: *J. Expert Systems*, may, 1988
7. COHEN, P. R.: *Heuristic Reasoning about Uncertainty: An AI Approach*, Pitman, Boston, Mass., 1985
8. DAVIS, R., BUCHANAN, B.G., SHORTLIFFE, E.: *Meta - level Knowledge, in Rule - Based Expert Systems*, eds., Addison - Wesley, Mass., 1985
9. DEMOTA, P.: *Realization d'un système basé sur la connaissance pour l'aide à la répartition des wayons vides*, le 3-ieme cycle, Université P. et M. Curie, Paris, France, 1987
10. FARRENY, H.: *Les systèmes experts - principes et exemples*, Cependantes Editions, Toulouse, 1988
11. GINSBERG, A.: *Automatic Refinement of Expert Knowledge Bases*, eds., Morgan Kaufmann, Palo Alto, Calif., 1988
12. HAYES - ROTH, F., WATERMAN, D. A., LENAT, D. B.: *Building Expert Systems*, Addison Wesley, Mass., 1983
13. ISHIZUKA, M., UENO, H. and others: *Knowledge Representation and Use*, eds., Omsha, Tokyo, 1987
14. ITO, Y., SHINNO, H., SAITO, H.: *A Proposal for CAD/CAM Interface with Expert Systems*. In: R&CIM, vol.4, no. 3/4, 1988
15. KEUNG - CHI, NG., ABRAMSON, B.: *Uncertainty Management in Expert Systems*. In: *IEEE Expert*, april 1990
16. MOISE, M., FLORESCU, G.: *Mathematical Models in Knowledge Representation and Knowledge Base in Technology*. In: Preprints of the 11-th Prague Conference on Information Theory Statistical Decision Function and Random Processes, Prague, pp.289-290.
17. MOISE, M., FLORESCU, G.: *Mathematical Modelling in Decision Making and Choice of Strategy in Technological Processes*. In: Preprints of the 11-th Prague Conference on Information Theory Statistical Decision Function and Random Processes, Prague, 1990, pp.290-291.
18. MOISE, M.: *Modelarea matematica ierarhizata a proceselor tehnologice in constructii de masini*, Workshop - Modelare si Simulare, organizat de RO-AMSE, Bucuresti, sept., 1991
19. MOISE, M.: *Modele de reprezentare a cunoștințelor. Folosirea lor*, Workshop - Modelare si Simulare, organizat de RO-AMSE, Bucuresti, sept., 1991
20. NILSSON, N. J.: *Principles of Artificial Intelligence*, Tioga Publishing, Palo Alto, Calif., 1980
21. SUZUKI, H., KIMURA, F. and others: *A Product Modelling System for Constructing Intelligent CAD and CAM Systems*. In: R&CIM, vol. 4, nr. 3/4, pp.483-489.



LA DISPOZIȚIA DVS. PENTRU LUCRĂRI ÎN:

- o inteligența artificială
- o sisteme expert
- o rețele locale
- o rețele generale
- o prelucrări distribuite
- o baze și bănci de date
- o birotică
- o MIS
- o sisteme suport de decizie
- o sisteme în timp real
- o conducerea proceselor tehnologice
- o CAD/CAM/CAQ
- o CIM

ORICÂND GATA SĂ PROIECTEZE PE BAZA SPECIFICAȚIILOR DVS.:

- o programe
- o sisteme informatice
- o sisteme la cheie

ASIGURĂ:

- o asistență tehnică
- o școlarizare
- o douăsprezece luni garanție

INTELIGENȚĂ COMPETENȚĂ INVENTIVITATE

PARTENERUL DVS. PE TERMEN LUNG ÎN INFORMATICĂ

LABORATORUL SYSNET

REȚELE DE CONECTARE A CALCULATOARELOR

Constituit dintr-un grup de specialiști cu înaltă calificare, avînd o experiență de 14 ani în proiectarea și realizarea de software profesional în domeniul dezvoltării de echipamente interconectării calculatoarelor, sistemelor de operare și al rețelelor de calculatoare, laboratorul SYSNET este realizatorul unor programe și echipamente care au urmărit standardele CCITT și ale unor firme proeminente în domeniu (IBM, DEC).

Printre realizările semnificative ale laboratorului se numără:

- terminal sincron IBM 3275 (DAF2010 BSC);
- emulator unitate de control comunicație IBM 3271 pe minicalculatoare compatibile DEC (EM3271) și microcalculatoare de 8 biți (EMIX-80);
- emulatoare pentru terminalul IBM 3780/2780 pe toată gama de echipamente de calcul românești (EM 2780);
- sistem de culegere date din mediu industrial (ELECTRA);
- integrare diacritice românești în sistem de operare MS-DOS (KEY-RO);
- sisteme data-entry multiuser pe PC (IDA);
- integrare standard CCITT X25/1984 pentru realizarea mecanismului DTE pe calculatoare de prelucrare (FENS);
- convertor de protocoale de comunicație BSC - HDLC (GNU);
- serviciul de terminal virtual într-o rețea X25 (ATA);
- serviciul de transfer fișiere într-o rețea X25 (FTP);
- asamblor/dezasamblor de pachete într-o rețea X25; realizat în conformitate cu standardele CCITT/1988 (X3, X28, X29, X25, X21) - ICI - Pad/X25 este scris în proporție de 90% în limbajul C, putînd fi transferat pe orice echipament care respectă constrîngerile impuse de standarde (comunicație HDLC, multiplor asincron).

Experiența specialiștilor din laborator în problematica interconectărilor și a sistemelor de operare a condus și la realizarea unor programe specifice comunicațiilor dintr-un centru de calcul (ARIEL, SV3, TSYBSC, EMMA, emma, EMMI, emmi, SITRA) și a unor utilitare pentru procesarea textelor (WORD, WOW).

Laboratorul SYSNET dezvoltă, de asemenea, mecanismele și programele necesare realizării serviciului VIDEOTEX (emulator terminal VIDEOTEX PC, editor grafic pentru pagini VIDEOTEX, sistemul de acces multiplu la o bază de date VIDEOTEX pe PC).

Cunoștințele generate de interfața dintre sistemele de operare și echipamente de telecomunicație permit laboratorului SYSNET să ofere servicii de consultanță, expertiză și realizare în următoarele domenii:

- conectarea resurselor de prelucrare și acces (terminale) la o rețea națională sau internațională bazată pe standardul x25;
- servicii standard în rețele eterogene sau omogene (terminal virtual, transfer fișiere, VIDEOTEX etc.);
- dezvoltare de echipamente standard într-o rețea X25 (PAD, nod de comutare, terminale X25, centru de control rețea etc.);
- interconectări punct la punct între diverse tipuri de echipamente, cu diverse tipuri de protocoale de comunicație și diverse medii de comunicație traversate (rețea telefonică, rețea omogenă, rețea X25 etc.);
- consultanță în proiectarea și verificarea unor echipamente de telecomunicație;
- instalare, administrare rețele locale de tip NOVELL;
- sisteme de operare, suprafețe utilizator, instrumente etc.

Informații detaliate privind posibilitățile și realizările laboratorului, le puteți obține adresîndu-vă direct specialiștilor din ICI-SYSNET la sediul Institutului sau la telefon 65 60 60/123 (șef laborator ec. Ștefan Panait).