

# INTERFAȚA OM-MAȘINĂ

Ștefan IANCU

iancust19@gmail.com

**ABSTRACT:** In his life, the man is surrounded by a lot of machines, but for him is very difficult to use them because the machines can not bring him about how to act. For human is necessary to be fully aware of the importance of the fact that the technical applications had become a part of him daily occurrence and for that is strictly necessary to accept the necessity of the peaceful coexistence of the technical systems with the biological systems. For this purpose is strictly necessary that the man to be integrated in the existing technical context, is necessary to allocate the activity between human and machines, to supervise an intelligent checking, to establish the new models of the human behaviors, to develop the new man-machine systems, to elaborate the news brainy movements and to create new antropocentric productions systems. In our days, the human is convinced that is strictly necessary, to integrate, on the base of the existing information technologies, the humans, the technologies, the productions, and the affairs.

**KEYWORDS:** technical systems, biological systems, man-machine systems

În viața de toate zilele omul este înconjurat de tot felul de mașini și, cu toate acestea, nu îi este ușor să le utilizeze, în principal, din două considerente:

1. mașinile nu pot monitoriza omul și de aceea nu pot să urmărească în mod adecvat și să înțeleagă care sunt intențiile acestuia;

2. mașinile, de regulă, nu sunt conectate și integrate într-o rețea și de aceea ele nu pot coopera în acțiune. Rețeaua de calculatoare poate fi folosită, dar ea integrează numai calculatoare care lucrează într-un mediu logic. Ar trebui un nou tip de rețea de sisteme care să conecteze diferitele mașini care sprijină activitatea umană în lumea reală (Iancu St.2007).

Mecatronica a transformat legătura dintre sistemul biologic și sistemul tehnic într-un nou domeniu de cercetare, unul din subiectele cele mai acute ale proiectării fiind realizarea de mașini orientate spre om. Cerința de a se folosi mașini automate pentru realizarea unor sarcini din ce în ce mai complexe crește continuu, dar, în același timp, proiectanții sânt

preocupați de limitările în autonomia cu care mașinile pot sau trebuie să realizeze sarcinile ce le revin. S-a impus și se impune cu necesitate proiectarea unor mașini care să coopereze într-un mod „inteligent” cu utilizatorii lor umani, ceea ce va extinde domeniul noțiunii de „uman” și al celui de „inteligent”.

Oamenii devin din ce în ce mai conștienți de faptul că aplicațiile tehnice au devenit o parte a vieții lor cotidiene și că trebuie să accepte coexistența sistemelor tehnice cu sistemele biologice. Această coexistență va evolua în mod cert către cooperare, mecatronica jucând un rol esențial. În cooperarea menționată va fi necesară utilizarea mașinilor „inteligente” sau „cooperante”, spre deosebire de mașinile folosite curent în industrie care nu au nevoie să interacționeze activ cu omul.

Mașinile orientate spre om vor trebui să prezinte noi caracteristici în ceea ce privește interacțiunile cu omul. Alocările de activități între om și mașină constituie o problemă care va influența soluționarea automatizării și a proiectului mașinii. Dincolo de aspectele tehnice, elementele de bază, care definesc rolul mașinii în viața omului, vor conduce la necesitatea soluționării unor probleme de ordin tehnic, etic și social. Complexitatea mediului în care mașina trebuie să lucreze impune abordarea unor noi metode de control al mișcării cum ar fi controlul bazat pe comportament, logică fuzzy, rețele neurale cu proprietăți de autoinstruire și control adaptiv. De exemplu, pentru ca mișcarea roboților să fie lină, rapidă și ușor de programat, se fac analogii cu controlul mișcărilor umane. Tipic pentru un sistem mecatronic este marea cantitate de cunoștințe, precum și faptul că softul trebuie să devină o parte integrantă a noii mașini \*\*\*\* („Man-machine, new means of communication”, 2006). În industria actuală, produsele și procesele, cunoscute, sunt proiectate în mod rutinier. A lucra cu elemente cunoscute este o activitate simplă în care, cel puțin, comportamentul mașinii poate fi prevăzut.

Este pe deplin justificat să se spună că softul a devenit un element constituent al mașinii, factorul uman constituindu-se ca o parte componentă importantă în realizarea și utilizarea (funcționarea) sistemelor mecatronice. Structura unui sistem cu luarea în considerare a acestui factor este cea din Fig. nr. 1.

Complexitatea sarcinilor industriale crește însă continuu iar soluționarea lor presupune utilizarea unor instrumente neconvenționale ca de exemplu control fuzzy, rețele neurale, sisteme expert, precum și combinații

ale acestora. Pentru orice mediu mai puțin structurat vor fi necesare mașini cu un anumit grad de inteligență, deși se poate aprecia de acum că aproape întotdeauna se va considera că „inteligenta mașinii” este insuficientă. Pentru a se depăși situațiile care nu pot fi prevăzute de mașină va fi necesar ca să se opereze cu „excepții” (Pribeanu Costin, 2003).

În concluzie, în viitor, vor fi necesare mașini care să poată lucra într-un mod autonom până la un anumit grad de complexitate. În situații critice, sau la un nivel mai ridicat de autonomie, se vor impune ca necesare interacțiuni cu operatorul uman care trebuie structurate și facilitate. În caz de urgență nu va fi suficient ca mașina să fie echipată cu un sistem de alarmare sau cu un sistem de blocare a funcționării, ci va trebui ca operatorul să fie informat asupra stării limită de urgență și să i se comunice care sunt sugestiile mașinii pentru ieșirea din starea critică. „Inteligenta” unei mașini s-ar putea aprecia după capacitatea acesteia de a interacționa cu mediul natural sau cu sistemele biologice, în special cu omul. În acest mod „inteligenta mașinii” este interpretată într-un mod fenomenologic, antropocentric, ca o capacitate de a stabili relații privind comportamentul mașinii în raport cu omul. Aceasta poate fi o interpretare utilă a inteligenței mașinii, dând un sens semnificativ dezvoltărilor ulterioare ale mașinilor orientate spre om și conducând la idei privind proiectarea unei mașini, care să se comporte într-un mod complementar sau chiar similar cu cel uman (Iancu St., 2000).

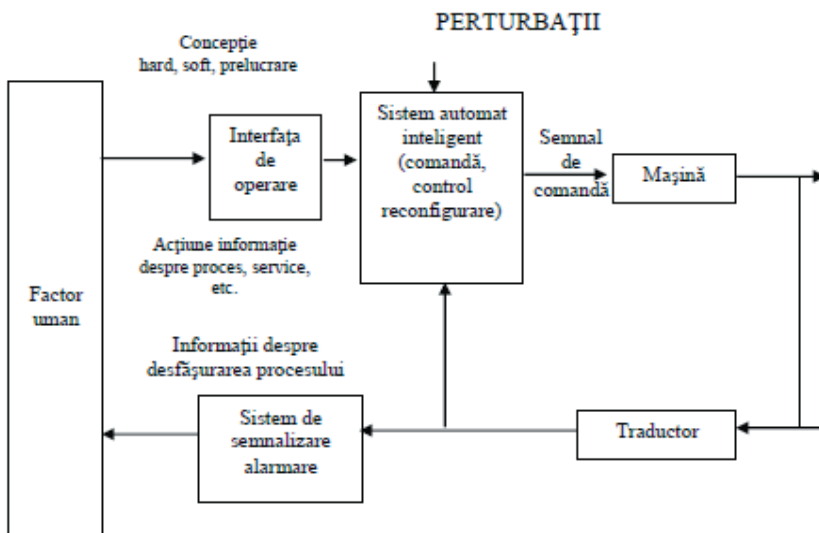


Fig. nr. 1 – Structura sistemului

### 1. Integrarea omului în contextul tehnic

Posibilitățile de integrare a factorului uman cu preponderență într-un anumit sistem depind de capacitatea acestuia de a decide asupra ponderii alocate prelucrării informațiilor provenite din sistemul respectiv. O primă condiție a integrării factorului uman într-un sistem tehnic este ca posibilitatea acestuia de prelucrare a informațiilor, provenite din acest sistem, să fie maximă în orice moment al perioadei de interacțiune considerate. Această condiție a performanței umane este, în mare parte, de ordin psihologic, educațional și social, fiind însă greu de controlat din exterior, iar devierile semnificative de la această stare ar putea fi imprevizibile.

Prin capacitatea sa de procesare distribuită și paralelă a datelor și informațiilor și de răspuns concurențial la stimuli externi, corespunzător diferitelor grade de atenție acordate la un nivel, mai mult sau mai puțin conștient, omul capătă caracteristici de apartenență de tip fuzzy la mai multe tipuri de sisteme. Această caracteristică a dus la introducerea conceptului de trans-sistem, care ar trebui integrat în contextul tehnic al sistemului mecatronic, astfel omul va putea acționa în această categorie tehnică de sisteme, dar, ca ființă biologică, el aparține și sistemelor ecologic, social, familial etc, fiind influențat implicit de aceste sisteme.

Conceptul de integrare a omului în contextul tehnic definește capacitatea acestuia de a-și maximiza resursele alocate procesării informațiilor, din și în legătură cu sistemul tehnic (mecatronic), și de a-și minimiza/anula resursele alocate procesării altor informații divergente. În integrarea factorului uman într-un anumit context tehnic se vor avea în vedere următoarele caracteristici ale acestuia:

- omul este un sistem complex, imprevizibil, care, prin dimensiunea sa de apartenență de tip fuzzy, mărește gradul de incertitudine în modelare și previziune;

- omul este capabil de gândire creativă, flexibilă, asociativă și adaptivă, care nu poate fi încă încorporată artificial, cu același grad de eficiență, în sistemele tehnice;

- prin natura sa biologică și instinctul său de conservare omul este capabil să soluționeze unele situații critice folosind, uneori, metode neconvenționale;

– omul nu poate realiza, în condiții foarte bune, funcția de monitorizare, deoarece nu are capacitatea Creșterea gradului de automatizare conduce, implicit, la transferarea responsabilităților umane către sistemele tehnice în controlul activ. În procesul monitorizării și

intervenției ocazionale în sistem, pentru detecție, diagnoză și îndepărtare a defecțiunilor, gradul de integrare a factorului uman în contextul tehnic scade, ponderile de alocare a resurselor pentru integrare se mențin la un nivel relativ scăzut (Stanomir D. 1982).

Pentru om a greși este natural, una din componentele importante ale procesului de învățare se bazează pe câștigarea experienței din greșeli, factorul uman învățând mai mult din erori și mai puțin din succese. Este deosebit de important să se utilizeze în instruirea factorului uman, pentru integrarea în contextul tehnic, simularea prin implicarea realității virtuale.

Omul manifestă sentimente de anxietate, ca atitudine negativă față de un sistem străin, atitudine care îi inhibă procesul de învățare și performanță, mărinnd astfel rata de eroare și intensificând în cascadă starea de anxietate, ajungând la starea de stres. Omul prezintă răspunsuri specifice, factorii de stres devenind determinanți în alocarea resurselor și în concentrarea atenției.

Sistemul uman își îndeplinește funcțiunile din contextul tehnic în timp real, calitatea și viteza sa de răspuns în timp, adică performanțele sale, mai ales în cazul situațiilor cu risc ridicat, depinzând de corectitudinea estimării intervalului de timp disponibil pentru executarea operațiunilor respective. În aceste cazuri, noțiunea de „operațiune” include: procesarea informațiilor primite de la stimuli, constatarea/ conștientizarea stării de risc, adoptarea deciziei și efectuarea acțiunilor necesare asupra sistemului mecatronic pentru eliminarea situației de risc. Performanța umană este determinată de factori multipli și este dependentă, în orice moment, de concurența proceselor, fiind influențată de caracteristicile de apartenență de tip fuzzy a factorului uman la mai multe contexte (Iancu Șt., 1993).

În Fig. nr. 2 se evidențiază faptul că un rol important în performanța umană îl au interfețele stabilite între sistemul uman și contextul în care acesta se integrează omul cu scopuș de a regla ponderile de alocare a resurselor și atenției în procesarea informațiilor.

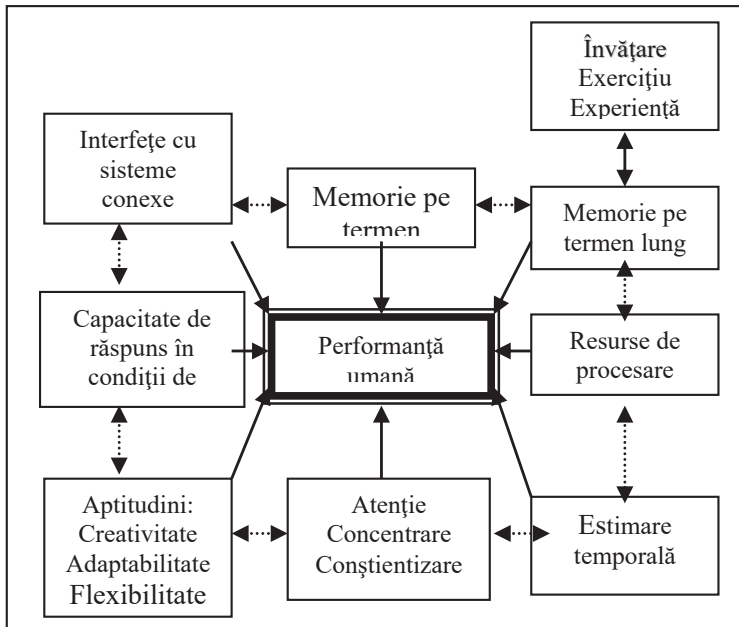


Fig. nr. 2

Există două categorii de interfețe cu sistemele conexe, ca punți de legătură în prelucrarea stimulilor și anume:

- *interfețe naturale* – interfețe integrate natural în sistemul uman și constituite ca ramuri de bază în ierarhia structurală a sistemului uman. Ele sunt percepere senzoriale sau emoționale ale factorilor externi și susțin funcțiunile senzoriale (văz, auz, miros, simț tactil etc.) și funcțiunile emoționale, care sunt de natură psihologică și se desfășoară, în bună parte, la nivelul subconștientului.

- *interfețe artificiale* – interfețe care sunt rezultatul apariției și dezvoltării mediilor tehnice artificiale reale sau virtuale. Acest tip de interfețe, spre deosebire de primul, se integrează sistemelor tehnice și are funcția de transformare a datelor de ieșire din sistemul conex în stimuli complecși care pot fi percepuți de om prin interfețele naturale (Fig. nr. 3).

Un stimul complex este un ansamblu de stimuli obținuți prin transformarea datelor de ieșire ale unui sistem tehnic în informație perceptibil umană, care este consistentă în sensul că prin perceperea și prelucrarea acesteia la nivelul rațiunii umane se va crea imaginea corespondentă a configurației datelor sistemului tehnic la un anumit nivel. Un exemplu de

stimul complex este mesajul apărut la un moment dat pe monitorul unui calculator. (\*\*\*, *Man-machine, new means of communication*, 2006).

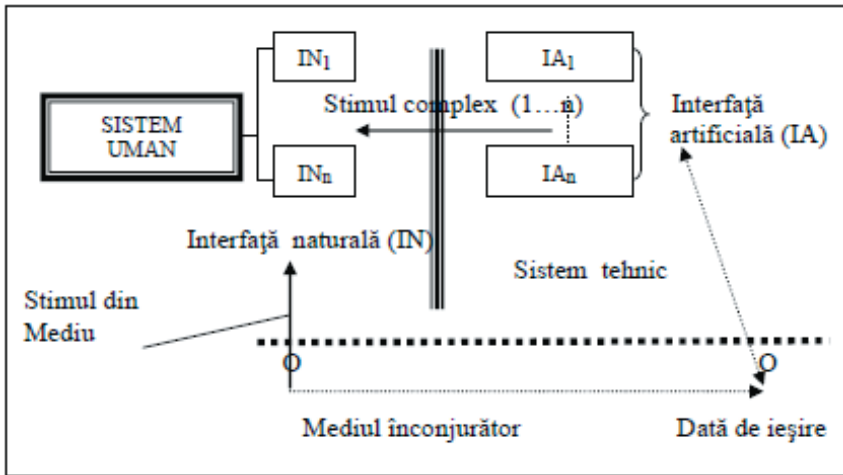


Fig. nr. 3

Din Fig. nr. 4. rezultă că sistemele conexe naturale (mediul înconjurător natural) emit datele de ieșire direct prin stimuli, iar interfețele naturale, fiind deja adaptate la acești stimuli, sunt integrate structurii umane, care le percepe și transmite spre procesare.

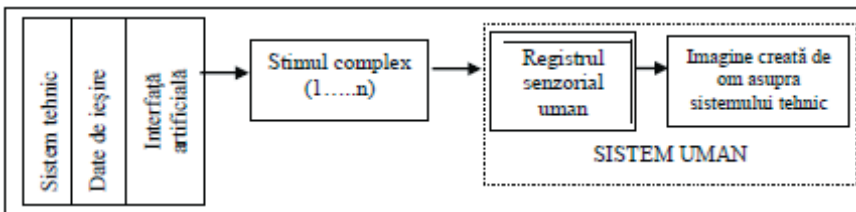


Fig. nr. 4

Datele emise de sistemele conexe artificiale (reale sau virtuale) trebuie să fie transformate în semnale compatibile interfețelor naturale, fapt ce se poate realiza în două moduri: fie prin transformarea datelor de ieșire într-un stimul la nivelul mediului înconjurător natural (posibilă prin relația sinergetică dintre sistemul mecatronic și mediu) și perceperea ulterioară a acestui stimul de către factorul uman care trebuie să posede experiență, resursele și capacitatea de a transforma prin procesare

informația conținută în informație echivalentă stării sistemului, fie prin transformarea datelor de ieșire într-un stimul artificial complex prin intermediul unei părți a sistemului tehnic și anume prin interfețele artificiale. Această transformare este posibilă atât în cazul preluării de date de la diverse nivele ale sistemelor artificiale reale, cât și în cel al transmiterii de date „virtuale”.

Operatorul unei mașini orientate spre om trebuie să fie sprijinit de mașină astfel încât el să poată realiza sarcina în mod optim. Aspectele care trebuie considerate în proiectarea unei asemenea mașini interactive și cooperative sunt detaliate de următoarele cerințe și perspective:

- aspecte privind psihologia muncii. Cum își va putea organiza omul activitatea când are de realizat o sarcină grea de asamblare (de exemplu, un tronson de tunel)? Care faze ale asamblării vor fi sau ar trebui realizate de mașină-un manipulator de putere-și care faze ar trebui realizate de om? Câtă autoritate trebuie să aibă operatorul în cadrul acestui proces?

- realizarea unei arhitecturi de control care să dea suportul tehnic pentru implementarea aspectelor prioritare de psihologie, siguranță și ergonomie prin diferite proceduri și concepte (ghidarea manipulării prin senzori, planificarea traiectoriei după evenimente, autoinstruire prin executarea în mod repetat a unor sarcini, programare într-un limbaj orientat pe aplicații etc).

- aspecte de siguranță. Este de dorit ca operatorul să aibă responsabilitatea pentru întreaga activitate desfășurată, fiind disponibil să preia controlul în orice moment și oricum, pericolul unei manipulări eronate să fie redus la minimum.

- aspecte ergonomice. Care informație furnizată de senzori determină operatorul să acționeze și cum trebuie să i se comunice această informație pentru a nu-i provoca reducerea receptivității?

Controlul permanent atât cel natural cât și cel automat contribuie la realizarea trăsăturilor de mai sus. De exemplu: controlul forței, al teleoperării, al comportamentului bazat pe control, al algoritmilor neuro-fuzzy capabili să se autoinstruiască și să genereze, în funcție de schimbarea condițiilor de desfășurare a procesului curent, noi reguli.

În cadrul unui program de calculator, interfața cu utilizatorul este cea parte care facilitează interacțiunea dintre om și mașină. Dintre interfețele-utilizator cea mai utilizată este interfața grafică, compusă din patru



elemente<sup>1</sup>: fereastra, pictograma, meniul și dispozitivul pentru manevrarea interfeței. În domeniul interacțiunii om-calculator, acest model de interfață a fost adoptat de către Douglas Engelbart în cercetările de la Stanford, a fost utilizat apoi de Xerox PARC, Apple și Macintosh și apoi a inspirat dezvoltarea de interfețe grafice Microsoft Windows (Pribeanu Costin, 2003).

## 2. Alocarea activității între om și mașină

Interfețele artificiale trebuie să reducă nivelul de anxietate și să anihileze orice atitudine negativă a factorului uman față de sistemul mecatronic, altfel existând pericolul blocării memorării și instruirii.

Tabelul 1

| <i>Aptitudini umane</i>                          | <i>Aptitudinile sistemului tehnic</i> |
|--|---------------------------------------|
| Estimare   | Calcul precis                         |
| Intuiție   | Deductie logică                       |
| Creativitate                                     | Activitate repetitivă, de rutină      |
| Adaptabilitate                                   | Constanță                             |
| Concurența inconștientă în funcție de preferințe | Multitasking imparțial                |
| Procesare anormală /de excepție                  | Procesare prin rutine                 |
| Memorie asociativă                               | Stocarea și regăsirea datelor         |
| Decizie nedeterministă                           | Decizie deterministă                  |
| Recunoașterea formelor                           | Procesarea datelor                    |
| Cunoașterea lumii                                | Cunoașterea pe domenii                |
| Supus greșelilor                                 | Liber de eroare                       |

Interfețele om/sistem cu funcție de decizie, pentru a nu degrada performanțele sistemului mecatronic în ansamblu, trebuie să ia în considerare aptitudinile complementare (Tabelul 1) ale celor două sisteme (uman și de decizie tehnică).

Pentru aceasta se pot aplica următoarele criterii:

– *Lăsat deoparte* (left over)-gradul de automatizare este limitat numai de posibilitățile tehnice de realizare și numai sarcinile care nu pot fi automatizate sunt „lăsate deoparte” pentru om;

1 Acest model de interfață cu utilizatorul, în literatura engleză, este referit prin acronimul WIMP – Window (fereastră), Icon (pictogramă), Menu (meniul), Pointer (dispozitivul pentru manevrarea interfeței).

– *Economic*-pentru fiecare sarcină parțială se alege soluția cea mai ieftină;

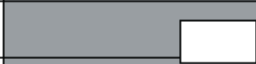



– *Comparativ*-sarcina se alocă omului sau mașinii, în funcție de cine o rezolvă cel mai bine;

– *Complementar*-omul și mașina au aptitudini și capacități distincte care sunt complementare (abilitatea omului și consistența acțiunii mașinii).

Proiectarea unei mașini orientate spre om trebuie să se bazeze pe o relație bine definită între om și mașină, în ceea ce privește alocația de funcțiuni și autoritate, performanța unei asemenea mașini nefiind definită de parametrii clasici: precizie, viteză, consum minim de energie etc., ci de siguranță în funcționare, adaptabilitate, suplețe sau robustețe cu care o sarcină, care poate fi descrisă numai într-un mod fuzzy, este realizată (Richard P. Feynman, 1997).

În Tabelul 2 este prezentat un exemplu posibil de alocare a muncii între om și mașină.

Tabelul 2

| MOD DE OPERARE                      | AUTORITATE  | EXEMPLU            |
|-------------------------------------|---|--------------------|
| Manual                              | Om  |                    |
| Manual cu suport automat            |    | Sistem de alarmare |
| Manual cu automatizare limitată     |    | Sistem antiblocant |
| Automat cu acțiune manuală limitată |   | Pilot automat      |
| Automat, cu autorizare manuală      |  | Sistem expert      |
| Automat                             | Mașină  |                    |

În prezent, în tehnologia informației și comunicațiilor (TIC) se caută noi căi de comunicare între om și mașină, prin utilizarea întregului potențial polisensorial. Calculatorul devine sensibil la comenzi tactile subtile, interpretează anumite cuvinte rostite de om, interpretează mișcarea ochilor utilizatorului și este capabil să răspundă prin acțiuni corespunzătoare. Specialiștii TIC au început să exploreze idei provenite din Science Fiction, prin care mașina devine capabilă să interpreteze comenzi mentale sau să ajungă să interpreteze îmbrăcămintea purtată de utilizator, pentru a aprecia starea psihică în care se situează acesta. Acest tip de tehnologie, cunoscut ca interfață tehnologică, trebuie ca, în primul rând, să satisfacă cerințele

cetățenilor cei mai vulnerabili-persoanele în vârstă sau cele cu infirmități. Dar, în afara acestor grupe prioritare, aceste inovări în domeniul interacțiunii mașinii cu omul transformă toate mijloacele de comunicare în interfața om-mașină. (\*\*\*, *Man-machine, new means of communication*, 2006).

### 3. Controlul inteligent

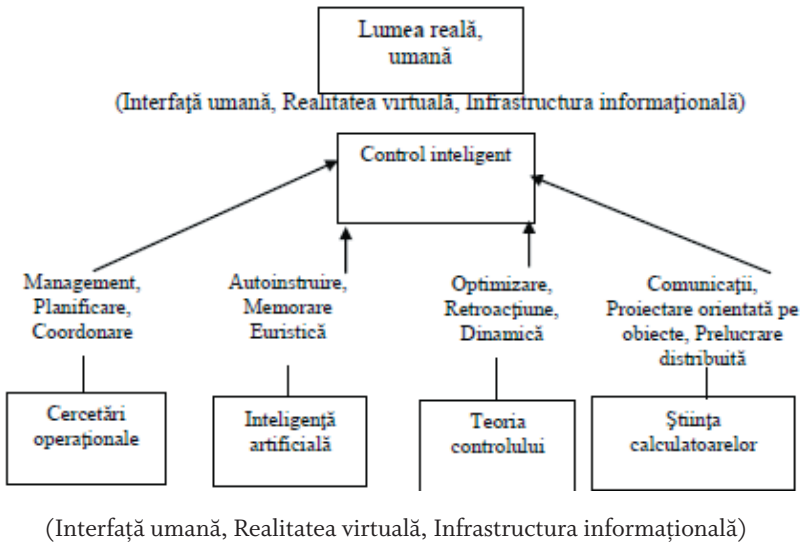


Fig.nr. 5

Integrarea tehnologică a sistemelor, incluzând mecatronica, știința calculatoarelor, teoria sistemelor, optimizarea proiectării sistemelor, comunicații și interacțiune umană pot conduce la formarea a ceea ce s-ar putea numi control inteligent și sisteme inteligente om mașină (Fig.nr. 5).

Este dificil și subiectiv să se dea o definiție concisă controlului inteligent (CI) fiind mai comod să se prezinte o listă de teme realizate care pot fi considerate ca primi pași în realizarea CI:

- integrarea senzorilor, actuatorilor și a softului în module mecatronice;
- sisteme de control ierarhic cu nivele crescânde de abstractizare în prelucrarea informației;
- modificări structurale ale sistemelor adaptive;
- algoritmi generatori de referințe inteligente pentru sisteme de control ierarhic pentru automobile, pentru roboți mobili, pentru mecanisme din roboți, pentru echipamente cu control numeric etc.

- comunicații flexibile intersistemice realizate între sisteme semiautotone distribuite și componente de sistem cu un comportament definit și garantat;
- interacțiuni inteligente umane, interfață om-mașină prietenoasă;
- creșterea flexibilității, a robusteții și a toleranței la erori;
- abilitatea de îmbunătățire iterativă a sistemelor cu auto-organizare și auto-instruire (Richard P Feynman, 1997).

#### 4. Modele ale comportamentului uman

Unul din obiectivele cheie ale proiectării unui control inteligent este imitarea comportamentului uman în controlul sistemelor. Dacă vom fi capabili să generăm inteligență artificială „reală”, comportamentul rezultat al mașinii va fi perceput ca inteligent. Întrucât acest obiectiv urmează a fi soluționat pe termen lung este rezonabil ca să se urmeze succesiv unele faze pentru a imita umanul.

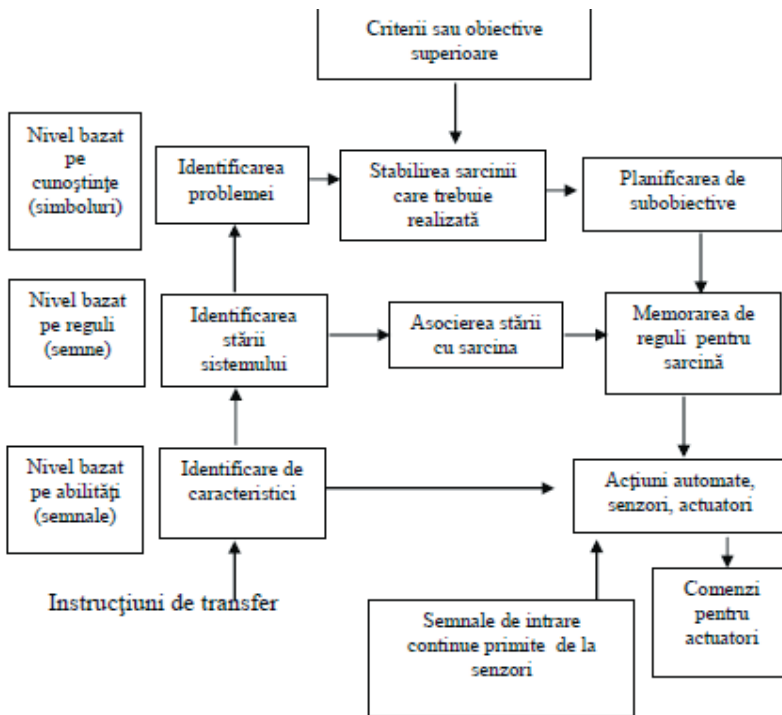


Fig. nr. 6

Un prim model de comportament uman a fost prezentat în anul 1983 de Rasmussen. În conformitate cu acest model, comportamentul uman ar putea fi diferențiat pe trei nivele (Fig. nr. 6):

- comportamentul bazat pe abilități – reprezintă reacții de rutină, neconștientizate, care se desfășoară ca modele automate care decurg lin. Informația este prelucrată în semnale spațiu-timp;

- comportamentul bazat pe reguli – este un rezultat al combinațiilor sau al unor secvențe de reguli de comportament înmagazinate ca rezultat al unor experiențe trecute sau pe baza celor comunicate de alte persoane. Informația este percepută ca semnale care activează cea mai apropiată secvență de reguli;

- comportamentul bazat pe cunoștințe – este un comportament orientat pe obiective în cadrul unui mediu nefamiliar. Analiza mediului, planificarea activităților, procesarea scopului sarcinii care trebuie realizată și a erorilor pentru a soluționa situații particulare caracterizează acest nivel conceptual superior (Starețu Ionel, 2007) .

Informația este percepută și procesată în simboluri, care sunt o parte a percepției și reprezentării umane a lumii prin semnificații.

Abilitatea de a soluționa probleme a fost definită de Redding ca fiind realizarea înalt automatizată a sarcinilor. (\*\*\*\* „Man-machine, new means of communication”, 2006)

## 5. Sisteme om-mașină

Sistemele inteligente fiind semiautonome sau complet autonome trebuie să interacționeze cu operatorul uman, cu experți, cu utilizatori. Pentru a se obține interacțiunea naturală, interfața umană este foarte importantă și au fost concepute multe tehnologii pentru realizarea unei astfel de interfețe: *Telerobotica* – este o formă de teleoperare în care un operator uman acționează ca un supervisor și comunică în mod intermitent la un calculator, transmițând informații despre scopuri, restricții, planuri, evenimente neprevăzute, supoziții, sugestii și ordine referitoare la o sarcină limitată, obținându-se apoi informații despre realizări, dificultăți, corelări funcționale și date senzoriale (Fig. nr. 7). Operatorul uman transmite unele comenzi ca obiective simbolice și altele ca mișcări analogice de control manual de indicare a unui obiect sau de prindere a altui obiect. Interacțiunea umană a calculatorului trebuie să fie apropiată omului, fiind

capabilă să indice că înțelege mesajul sau să evidențieze că mesajul este incomplet; să interpreteze semnalele primite de la robotul îndepărtat, să genereze semnale utile prin interfața sofisticată om-mașină. (Iancu Șt. și Copae Ion, 2000).

*Control supervisor (CS)* – ca termen este derivat din analogia apropiată dintre caracteristicile interacțiunii supervisorului cu subordonații săi umani și interacțiunea persoanei cu un subsistem automat inteligent.

Aplicațiile comune ale CS sunt supervizarea umană a oricărui sistem semiautonom (vehicule submarine, pilot automat, controlul unor procese chimice sau petrochimice) în timp ce telerobotica se referă la un dispozitiv care are un braț sau brațe pentru manipularea sau prelucrarea unor obiecte distincte în mediul lor.

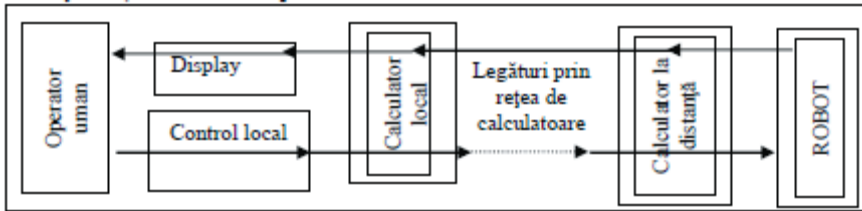


Fig.nr. 7

În Fig. nr. 8 este prezentat conceptul de CS transformat în problema controlului mișcării în sisteme de fabricație sau în robotică. În acest concept metodele de control al mișcării sunt bine dezvoltate și permit comunicarea unor cunoștințe asupra mediului de desfășurare a acțiunii, partea autonomă a sistemului de CS fiind comandată de controlerul supervisor.

– Calculatorul interactiv interacționează cu operatorul uman și poate dispune asupra mai multor controleri supervisor. În timpul unei operări normale, nivelul de automatizare este suficient de înalt pentru ca operatorul să intervină numai în cazul în care se constată o schimbare de mediu de funcționare.

– Mai mulți operatori umani supervisor, precum și mai multe calculatoare interactive, pot comunica printr-o rețea pentru a realiza controlul general al sistemului în funcțiune. Calculatoarele joacă un rol important în asistarea operatorului uman în timp ce realizează sarcini complexe furnizând date și cunoștințele necesare.

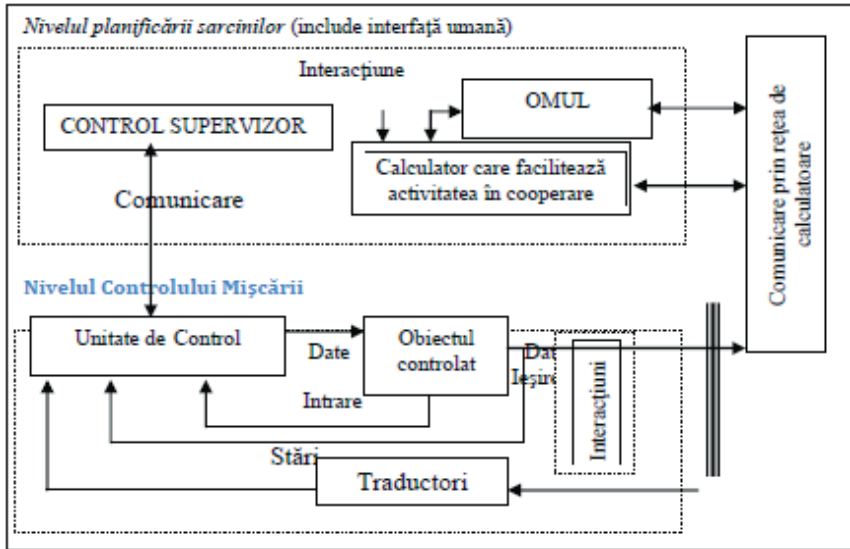


Fig.nr. 8

– Pentru un sistem mecatronic cu procesare de date la nivel superior (nivel la care relațiile de tip om-mașină se manifestă, în special, pe planul interacțiunilor intelectuale, al inteligenței și deciziilor), elementul esențial al sistemului software îl constituie baza de cunoștințe, care, privită din perspectiva om-mașină, se impune a fi dezvoltată printr-o metodă flexibilă specifică. În acest scop au apărut conceptele de automatizare integrată a bazei de cunoștințe.

– Prezența componentei umane impune o nouă calitate a suportului deciziei inteligente și a activităților de control uman, procese de mare importanță și complexitate pentru toate etapele proiectării și implementării sistemelor om-mașină, inclusiv pentru cea a transferului de tehnologie (Ruyer Raymond, 1962).

Considerarea în cadrul acestei probleme numai a părții tehnice determină un comportament rigid și incomplet, lipsa totală de flexibilitate a interacțiunilor de tip om-mașină.

Din punctul de vedere al interacțiunilor de tip uman-tehnic, în multe aplicații practice (sistemul de diagnoză) procedurile clasice de analiză sunt incompatibile cu formulările problemei reale, rezultând că soluțiile obținute prin utilizarea unor astfel de metode vor fi semnificativ incorecte și vor conduce la erori periculoase.

Pentru perfecționarea automatizării sistemelor tehnice a fost propusă implementarea tehnologiei bazei de cunoștințe flexibile pentru interacțiunile de tip om-mașină cu structură descentralizată. Prin interfața om-mașină, sunt puse la dispoziția utilizatorului date, raționamente, previziuni, care se sprijină pe mai multe tipuri de baze de cunoștințe, majoritatea cunoștințelor fiind furnizate de factorii umani creativi (proiectanții sistemului, experți) și memorate în format specific domeniului de aplicație. Se evidențiază astfel rolul dublu al factorului uman, de proiectant-realizator și, respectiv, de utilizator de sisteme tehnice.

Informația asupra stării curente a sistemului tehnic care include atât desfășurarea procesului tehnic urmărit (controlat), cât și sistemul de supraveghere și control, este selectată și procesată în sistemul suportului decizional tradițional. Se ia în considerare sistemul de suport procedural, în cadrul căruia informația asupra domeniului de aplicație, înglobată în modelul de aplicație și modelul utilizatorului (cerințele, sarcinile și resursele utilizatorului), este procesată pentru a suporta selecția procedurilor la toate nivelele de prelucrare și prezentată în maniera „orientat pe scopuri” (Iancu Șt., 2001).

Modelul aplicației și al utilizatorului, estimat sau implementat, este, în general, deplasat față de cel real, fapt datorat incertitudinilor specifice reprezentărilor stării curente a sistemului tehnic în necesarul de informație și în strategiile cognitive ale utilizatorului.

Evidențierea și explicitatea la acest nivel a relațiilor sinergetice funcționale nu este nici ea completă, deoarece anumite interacțiuni sunt caracterizate de un nivel ridicat de incertitudine în modelare. Măsura în care sunt luate în considerare aceste variații în formarea bazei de cunoștințe va determina robustețea sistemului în ansamblul său. Procesele specifice unei tehnologii de construire a bazei de cunoștințe pentru sistemele om – mașină se vor caracteriza prin complexitate, ciclicitate și considerarea evoluției în timp a problematicii (discretizată prin evidențierea mai multor stadii semnificative) .

## ***6. Scheme de mișcări inteligente***

În literatură sunt prezentate mai multe mașini care monitorizează și înțeleg comportamentul uman, cum ar fi un sistem de teleoperare care interpretează manevre ale operatorului și folosește aceste informații pentru



a conduce un telerobot. Este cunoscut un sistem „teaching by showing” care înțelege mișcări ale omului de apucare și deplasare a unui obiect și comandă robotul pe baza a ceea ce vede.

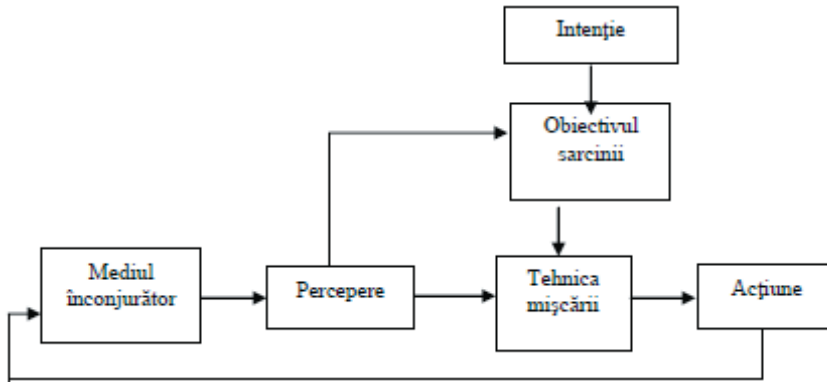


Fig nr. 9

Cercetările privind „programarea prin gesturi” sau „programarea prin demonstrații umane” sunt relativ recente și ele se limitează la comenzi privind prinderea, desprinderea, ridicarea, poziționarea, asamblarea unor elemente constructive simple. Creșterea gradului de autonomie a sistemelor inteligente presupune abilități performante. Se definește tehnica mișcării ca asocierea stării mediului identificată prin senzori cu acțiunea actuatorilor (Fig. nr. 9).

Pentru ca mașinile să înțeleagă comportamentul uman, este necesar un model de comportament de referință, înțelegerea acestui comportament făcându-se prin compararea comportamentului uman observat cu comportamentul modelelor stocate în memoria calculatorului.

Această definiție include sistemul mecatronic convențional la care bucla este închisă prin softul de control, dar include, de asemenea, o schemă ierarhică pentru a genera referințe pentru controlere și se poate extinde către o schemă de selectare între tehnici de mișcare separate la un nivel superior

### **7. Sisteme de producție antropocentrice**

În condițiile competiției economice crescânde, pentru ca o întreprindere să supraviețuiască, inginerii s-au străduit să construiască sisteme mari

de conducere și control bazate pe calculator. În acest sens au fost lansate concepte ca:

- Plant Wide Control – PWC (Control global al uzinei utilizat pentru industrii cu procese continue);
- Computer Integrated Manufacturing – CIM (Controlul integrat al fabricației utilizat pentru industrii cu producție de piese discrete);
- Computer Aided Design Systems (CAD) (Sistem de proiectare asistată de calculator);
- Computer Aided Planning Systems (CAP) (Sistem de planificare asistată de calculator);
- Computer Aided Manufacturing (CAM) (Fabricație asistată de calculator).

Toate aceste sisteme au încercat să crească flexibilitatea în fabricație prin automatizarea completă și integrarea calculatorului în linia de producție. CAD, CAP și CAM au fost integrate în același sistem prin intermediul rețelei de calculatoare. ([http://www.rmi.org/hypercar/dox/what\\_a.html](http://www.rmi.org/hypercar/dox/what_a.html));

Problema unor asemenea sisteme cu producție planificată este că apariția unor incertitudini, a unor erori, a unor perturbații, care pot fi zilnice în orice întreprindere, nu se poate soluționa automat, ci trebuie rezolvate prin intervenția operatorului. Din acest motiv rezultatele acestor concepte de automatizare au fost numite și „CIM – ruin” întrucât instalații foarte scumpe nu puteau lucra din cauza unor mici erori.

Computer Integrated Enterprise-CIE (Întreprindere integrată prin calculator) sau Computer Integrated Business-CIB (Afacere integrată prin calculator) constituie exemple de sisteme care sunt mai puțin orientate spre tehnologie, realizându-se o abordare mult mai largă din perspectiva afacerii etc. Această nouă abordare a demonstrat că este posibil să se realizeze o planificare simultană a resurselor umane, a tehnologiilor, a automatizării organizației economice.

Evoluțiile recente din perioada Internet-ului către globalizarea pieții, clienți mai bine informați, produse bazate pe cunoștințe, integrarea IMM-urilor către o producție globală etc. au determinat cristalizarea a noi concepte care, pe baza tehnologiilor informației existente, să realizeze integrarea oamenilor, tehnologiilor, producției și afacerilor. Asemenea concepte sunt:

- Business Process Reengineering (BPR, 1993, Hammer and Champy);
- Man Technology Organization (MTO, Ulich, 1993);

– Decision Support Systems for Manufacturing (DSSfM, 1994).

În prezent este unanim acceptat că sistemele automate trebuie să fie sisteme om-mașină pentru care atât factorul tehnic, cât și cel uman, sunt la fel de importante. De aceea în cursul proiectării oricărui sistem – în special a acelor în care trebuie utilizate tehnologii automate de fabricație – mai devreme sau mai târziu va apărea problema alocării funcțiilor între om și mașină. În ciuda prezenței umane în centrul atenției, metodele de proiectare a unui sistem care să integreze activități psihologice cu cele tehnice, disponibile la nivel teoretic, sunt încă greu de aplicat în practică.

Deseori sistemele tehnice sunt primele dezvoltate sau se face apel la sisteme tehnice existente deja. În aceste condiții, sistemele sociale trebuie adaptate sistemelor tehnice, ceea ce presupune ca aspectele psihologice sau chiar organizaționale să nu poată fi sistematizate în aceleași tipare cu cele tehnice deja existente și de aceea ele sunt luate în considerație. Cu circa 40 de ani în urmă (Jordan 1963) s-a evidențiat că pentru a dezvolta real caracteristici umane într-un sistem automat va trebui să se stabilească complementaritate în relația om-mașină. Sistemul Complementary Analysis and Design of Production Tasks in Sociotechnical Systems (KOMPASS) – este un mijloc soft prin care se furnizează practicienilor din industrie (inginerilor, proiectanților, conducătorilor de producție), implicați în dezvoltarea și adaptarea proceselor de producție automate, o modalitate de alocare a funcțiilor între operator și mașină.

Proiectul KOMPASS are, în principal, două obiective:

1. definirea, executarea și validarea unui set integrat de criterii de evaluare care să realizeze complementaritatea în proiectarea sistemului, precum și dezvoltarea euristicii necesare echipei multidisciplinare de proiectare, pentru a găsi și evalua diferite tipuri de scenarii de alocări în participări;

2. inițierea unui proces de instruire care să conducă la proiectarea unui sistem complementar.

Criteriul pentru proiectarea sistemului complementar trebuie să acopere trei domenii: resursele umane, tehnologia și organizarea:

- aspectele organizaționale sunt în prezent bine dezvoltate. Ele impun: unități organizaționale independente, sarcini interdependente în cadrul organizației, unitatea dintre producție și organizație.

- condițiile de lucru umane sunt exemplificate în detaliu, teoretic, prin activitățile psihologice. Cerințele teoretice care se impun sarcinilor

cu caracter uman sunt: integralitatea acțiunii, planificarea și adoptarea de decizii, cooperarea, posibilitatea instruirii și autonomia.

– aspectele tehnologice. Din punct de vedere tehnic proiectarea unui sistem om-mașină se reduce adesea la proiectarea optimă a interfeței om-mașină. KOMPASS se concentrează mai mult asupra chestiunii alocării sarcinilor de lucru fie omului, fie mașinii, fie la ambii.

Sistemul KOMPASS are ca prim obiectiv să dezvolte criterii cu care echipa de proiectare să evalueze dacă un sistem om-mașină, care există sau care urmează a fi realizat, corespunde cerințelor proiectului complementar.

Al doilea obiectiv KOMPASS constă în dezvoltarea unui proiect euristic care să facă echipa de proiectare capabilă să integreze conceptele psihologice stabilite, ca funcții complementare, în sistemul proiectat.

Sistemul de producție antropocentric (Anthropocentric Production Systems-APS) poate fi caracterizat printr-o serie de termeni: sistem bazat pe abilități, specializare flexibilă, producție competitivă, sistem orientat spre om etc.

În concluzie, KOMPASS este un instrument euristic pentru proiectarea unui sistem sociotehnic automat care se bazează pe conceptul alocării complementare a funcțiilor între operatorul uman și mașină. Ideea de la care se pleacă este că mașina și omul nu se pot înlocui unul cu celălalt dar se pot completa și sprijini reciproc (Roman Valter, 1976).

Proiectarea APS nu este un tip de proiectare recent, întrucât o serie de principii și concepte pot fi considerate ca o dezvoltare și integrare a modelelor recomandate de specialiștii în științe sociale încă din anii '50 și puse în practică de firme inovatoare în anii '70 ai secolului al XX-lea.

– Un sistem de producție antropocentric prezintă următoarele caracteristici ([http://www.rmi.org/hypercar/dox/what\\_a.html](http://www.rmi.org/hypercar/dox/what_a.html)):

– Componentele esențiale ale APS sunt: automatizare flexibilă care să sprijine activitatea omului pentru adoptarea de decizii, organizarea descentralizată a activității, ierarhizată pe orizontală, cu o delegare puternică de competență și responsabilitate, în special în sectoarele productive, diviziunea muncii, perfecționarea continuă a pregătirii personalului la locul de muncă, integrarea orientată pe produs.

– Extinderea aplicării APS presupune schimbarea programelor de cercetare deoarece trebuie să se pună accent deosebit pe factori umani și organizaționali și nu numai pe cei tehnici. Programele de instruire și educare ar trebui dirijate către strategiile orientate spre om. Interfața

om-mașină care să asigure transferul gândurilor, mișcărilor și sentimentelor umane către calculator rămâne încă o provocare a zilelor noastre. S-au realizat mașini care recepționează anumite comenzi ordonate în gând, dar aceasta nu înseamnă că omul poate transmite gândurile sale mașinii. Cercetări curente evidențiază importanța includerii nu numai a unor simple expresii logice ale gândului în interacțiunea om-mașină, agenții software și alte dispozitive de calcul putând oferi mașinii noi abilități de a recunoaște nu numai ceea ce fac oamenii, dar și ce simțăminte exprimă. Noile abilități ale mașinilor implică însă și noi responsabilități din partea proiectanților și noi considerente pentru utilizatori în ceea ce privește caracterul privat al utilizării mașinilor.

Ultimele decade au adus o modificare în dezvoltarea interfeței om – mașină. În prezent nu se mai pune accentul pe dezvoltarea unui transfer direct al gândurilor, al sentimentelor umane către mașină. Idealul actual este de a determina calculatorul să sesizeze și să interpreteze forma naturală a comunicării umane și să învețe, într-un mod practic, să răspundă cât mai inteligent la aceasta.

### Bibliografie:

- [1] Iancu Șt., „*Ingineria de la roată la inteligență artificială (Inginerul și ingineria în lume)*”, Editura Performantica-Iași 2007;
- [2] \*\*\* „*Man-machine, new means of communication*”, RTD info. Magazine on European Research, December 2006;
- [3] Pribeanu Costin, „*Introducere în interacțiunea om-calculator*”, Editura Matrix Rom, București, 2003;
- [4] Iancu Șt., „*Mechatronics and Concurrent Engineering in Open Distance Learning using modern teaching technologies*”, International Conference on Information and Communication Technology in Black Sea Area, InfoBlaS’2000, 10–16 iulie 2000, Sevastopol, Ucraina;
- [5] Stanomir D. „*Teoria fizică a sistemelor electromecanice*”. Editura Academiei Române 1982;
- [6] Iancu Șt., „*Cercetări privind controlul funcționării motorului cu aprindere prin scânteie cu amestecuri sărace*”, Teză de doctorat, București, 1993;
- [7] Richard P. Feynman, „*There’s Plenty of Room at the Bottom*”, A report on the Emerging Field of Microdynamics, Micromechanics and MEMS, USA, 1997;
- [8] Starețu Ionel, „*Robotica – provocarea majoră a mileniului III*”, Univers Ingineresc, nr. 8/9 (390/391) 2007;

- [9] Iancu Șt. și Copae Ion, „Controlul electronic al funcționării motoarelor cu ardere internă: Procese funcționale și principii de reglare”, Editura Academiei Tehnice Militare, București, 2000;
- [10] Ruyer Raymond, „La cybernetique et l'origine de l'information”, Flammarion, Paris 1962;
- [11] Iancu Șt., „Evoluția sistemelor electrice și electronice de comandă și control în domeniul auto”, Revista Inventica și economie” nr. 10/2001;
- [12] \*\*\*Reinventing the Wheel, [http://www.rmi.org/hypercar/dox/ what\\_a.html](http://www.rmi.org/hypercar/dox/what_a.html);
- [13] Jordan V. Burgoyne 1963; [http://img2.tapuz.co.il/forums/ 1\\_154698069.docx](http://img2.tapuz.co.il/forums/1_154698069.docx);
- [14] Roman Valter, „Secolul XX, secolul marilor revoluții”, Editura Academiei Române, București, 1976;