

# ANALIZA SISTEMELOR DE CONDUCERE FUZZY PENTRU GESTIUNEA PROCESELOR ÎN TIMP REAL

AUTOR (I): ANDREI BORDIER, DORIAN SARANCIUC

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** În lucrarea de față se propune analiza sistemelor de conducere fuzzy pentru gestiunea proceselor în timp real. Această analiză este efectuată în scopul identificării metodei de calcul inteligent (calcul neuronal, calcul evolutiv sau calcul fuzzy) care va fi utilizată pentru implementarea structurilor de calcul inteligent pentru gestiunea proceselor în timp real.

**Cuvinte cheie:** Gestiunea proceselor în timp real, calcul neuronal, calcul evolutiv, calcul fuzzy.

## 1. Introducere

Metodele de conducere convențională se bazează pe o modelare corespunzătoare a sistemului supus reglării și o tratare analitică cu ajutorul funcțiilor de transfer sau a ecuațiilor de stare. În majoritatea cazurilor, o tratare completă a problemei conducerii impune cunoștințe avansate de matematică și sisteme de conducere.

În contrast cu tehnicile convenționale, metodele fuzzy de conducere oferă soluții mult mai pragmatice, cu evidente facilități de aplicare în domenii diverse, impunând cunoștințe de nivel acceptabil în domeniul sistemelor, logica de control și tehnologie.

Utilizarea logicii fuzzy în implementarea unor sisteme de conducere în condițiile absenței unei informații totale asupra sistemului a reprezentat, de asemenea, unul din factorii care au determinat largă răspândire a controlului fuzzy în cele mai diverse domenii. Astăzi asistăm la o adevărată explozie a tehnicilor de implementare de tip fuzzy atât în problemele clasice de control cât și în domeniul sistemelor expert, ale inteligenței artificiale sau în complexe probleme de decizie în diferite domenii [1-4].

## 2. Logica fuzzy ca metodă de luare a deciziilor

Logica fuzzy poate fi interpretată ca un concept de implementare a logicii umane în problemele de tip ingineresc. În limbajul uman există diferite tipuri de incertitudini numite frecvent "incertitudini lexicale" care identifică imprecizia în evaluarea unor concepte sau în stabilirea unor concluzii [1].

O mulțime clasică (mulțime crisp) este definită ca o colecție de elemente sau obiecte  $x \in X$  care poate fi finită, numărabilă sau nu. Dacă considerăm acum o submulțime  $A$ ,  $A \subseteq X$ , un element  $x$  poate să "apartină lui  $A$ " sau să "nu aparțină lui  $A$ ". Dacă  $x \in A$  atunci declarația "apartine lui  $A$ " este adevărată, în caz contrar fiind falsă.

O mulțime fuzzy  $\tilde{A}$  este o mulțime de perechi ordonate:

$$\tilde{A} = \{x, \mu_{\tilde{A}}(x) \mid x \in X\} \quad (1)$$

unde  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  este funcția de apartenență a lui  $x$  în  $\tilde{A}$ .

Considerând  $X$  un univers de discurs și o submulțime  $A$  a lui  $X$ , atunci submulțimii fuzzy  $\tilde{A}$  i se asociază funcția caracteristică, funcția de apartenență:

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

prin care este specificat gradul prin care  $x$  este un membru al submulțimii  $A$ .

Formele cele mai des întâlnite ale funcțiilor de apartenență în aplicații industriale sunt cele triunghiulare și trapezoidale [1, 3].

## 3. Operatorii logicii fuzzy

Operatorii uzuali NEGATIE, ȘI, SAU sunt tratați în logica fuzzy prin aplicarea regulilor "min", "max" asupra funcțiilor de apartenență.

### Operatorul SAU (OR)

Vom considera trei mulțimi fuzzy  $\tilde{A}$ ,  $\tilde{B}$ ,  $\tilde{C}$ , definite pe același univers de discurs  $X$ . Operatorul SAU corespunde operației de reuniune:

$$\tilde{C} = \tilde{A} \cup \tilde{B} \quad (3)$$

În tratarea fuzzy, operatorul este realizat prin funcția de maxim aplicată la nivelul funcțiilor de apartenență:

$$\mu_C(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (4)$$

Operatorul SAU poate fi construit și prin operația aritmetică de adunare, mai precis de mediere

$$\mu_C(x, y) = \frac{1}{2}[\mu_A(x) + \mu_B(x)] \quad (5)$$

**Operatorul ȘI (AND)**

Ca și în algebra conventională acest operator se obține prin operația de intersecție realizată la nivelul funcțiilor de apartenență prin operatorul "minim":

$$\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B} \quad (6)$$

$$\mu_C(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (7)$$

**Operatorul NEGAȚIE (NOT)**

Acest operator realizează complementul funcției de apartenență în raport cu 1:

$$\tilde{C} = \bar{A} \quad (8)$$

$$\mu_C(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (9)$$

Fiecare regulă este formată din două părți: partea IF numită și antecedent și o parte THEN numită consecință.



Antecedentul conține condiția sau condițiile (variabile de intrare) care activează regula. Dacă mai multe variabile formează condițiile de activare, acestea sunt legate prin AND, SAU, NOT. Consecința permite generarea variabilei sau a variabilelor de ieșire activate ca urmare a îndeplinirii condițiilor regulii.

#### 4. Concluzii

Logica Fuzzy oferă un aparat matematic și logic foarte leger care fiind implementat în proiectarea sistemelor de calcul inteligent pentru gestiunea proceselor în timp real asigură o calitate și viteză de luare a deciziilor foarte înaltă. Acești criterii de calitate a amplasat logica Fuzzy pe o treaptă mai superioară, față de alte metode, în procesul de implementare a sistemelor de gestiune în timp real.

Rezultatele obținute vor fi aplicate în proiectarea sistemelor de gestiune în timp real a roboților mobili cu  $N$  axe de libertate. Unde  $N$  prezintă dimensiunea spațiului de mobilitate a robotului.

#### Bibliografie

1. Cox, E., The Fuzzy Systems Handbook, Academic Press Limited, London, 1994.
2. Ruan Da, Wang, P.P., Intelligent hybrid systems, Kluwer Academic Publishers, USA, 1997.
3. Новак В., Перфильева И., Мочкрож И. Математические принципы нечёткой логики. пер с англ. М.: Физматлит, 2006. 352с.
4. Круглов В. В. Дли М. И. Голунов Р. Ю. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. М.: Физматлит, 2001. 221с.