

# SISTEM DE LUARE A DECIZIILOR BAZAT PE COMENZI VOCALE-EMOȚIONALE

Olesea BOROZAN

Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor, Școala Doctorală UTM, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

Autorul corespondent: Olesea Borozan: [olesea.borozan@ia.utm.md](mailto:olesea.borozan@ia.utm.md)

**Rezumat.** În lucrare de față este cercetată o metodă de aplicare a recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire pentru protecția sănătății și a vieții ființelor umane implicate în procesele tehnologice robotizate.

**Cuvinte cheie:** Inteligența Artificială, comenzi vocale, recunoașterea vorbirii, sistem de comandă.

## Introducere

Sistemele automatizate și robotizate prezintă un pericol real pentru sănătatea și viața omului. Având un caracter mai mult mecanic, aceste sisteme, sunt lipsite de capacitatea de a reacționa la comenzi vocale sau vocal-emoționale care să intervină în procesul funcționării în scopul protecției sănătății și vieții omului.

Pentru orice proces de dialog, în afară de conținutul vocal-informațional, un rol foarte important îl joacă și emoțiile, sau mai bine zis conținutul vocal-emoțional care în majoritatea cazurilor prezintă un factor important decizional ca rezultat al dialogului. Atribuind un nivel de inteligență artificială pentru sistemele automatizate și robotizate devine posibilă realizarea unui dialog Om-Mașină care să asigure un schimb de informații utile pentru ambele părți implicate în procesul de comunicare.

Un rol important în comunicarea Om-Mașină îl joacă și factorul că în procesul de dialog pot fi transmise nu doar informații vocale, dar și informații vocal-emoționale ceea ce extinde esențial eficiența dialogului dintre Om și Mașină.

Odată cu dezvoltarea sistemelor robotice și a tehnologiilor informaționale s-au dezvoltat și noi metode și modele de interacțiune Om-Mașină (Om-Robot) bazate pe Inteligența Artificială [1-3]. Această tendință este specificată și în strategia industrială 4.0 [4,5], care prevede de a fi realizată prin dezvoltarea de întreprinderi inteligente Multi-Agent [6-9], integrarea serviciilor IoT și IIoT [10], sisteme fizice cibernetice și transformarea digitală [11].

Este de menționat faptul că mai există unele probleme în comunicarea vocală Om-Robot. Mai ales în cazurile unde sunt necesare comunicarea vocal-emoțională Om-Robot. Această problemă este menționată și în diverse lucrări științifice, care sunt orientate spre soluționarea unor aspecte specifice domeniului de aplicare [12-14]. În particular, în lucrarea [15], se propune proiectarea unui robot comandat vocal utilizat pentru stingerea incendiilor.

La baza unui proces de comunicare Om-Robot în bază de sunete se află achiziția, procesarea și recunoașterea vorbirii care are funcțiile de a transforma undele sonore într-un set de informații care includ cifre, litere, cuvinte, propoziții și parametrii caracteristici ale acestora [16].

Exemple de așa tipuri de sisteme bazate pe interacțiunea vocală Om-Mașină sunt prezentate în lucrările [17-19] unde sunt descrise sisteme care asigură comanda cu dispozitive electronice, electrice sau robotice în baza comenzilor vocale cu aplicarea în diverse domenii. Dezavantajul acestor sisteme este faptul că sunt necesare utilizarea dispozitivelor suplimentare pentru recunoașterea vorbirii și generarea de comenzi în forma de text sau acțiune.

## Enunțarea problemei cercetării

Problema recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire este multidisciplinară și actuală oferind perspective de aplicare în diverse domenii ale științei, tehnicii, securității cibernetice, control acces și securitatea sistemelor robotice pentru protecția sănătății și a vieții ființelor umane.

Din domeniile menționate mai sus cea mai importantă este aplicarea recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire pentru protecția sănătății și a vieții ființelor umane care fac parte din procesul tehnologic al sistemelor robotizate din care fac parte mecanisme în mișcare, dispozitive sub curent electric (linii de asamblare robotizate, conveiere pentru asamblarea și clasificarea obiectelor, roboți mobili etc.)

În continuare este reprezentată metoda de aplicare a recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire pentru protecția sănătății și a vieții ființelor umane implicate în procesele tehnologice robotizate.

Fie este definit procesul tehnologic robotizat  $RTP$  (1):

$$RTP = \{P_i, i = 1, 2, \dots, N\}, \quad (1)$$

unde:  $P_i$  este mulțimea de etape (phase) ale procesului tehnologic robotizat.

Fiecare etapă  $P_i$  este caracterizată de expresia (2):

$$P_i = \{X_i, D_i, U_i, H_i\}, \quad (2)$$

unde:  $X_i = \{x_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$  - este vectorul de stare a etapei  $P_i$ ;  $D_i = \{d_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$  - este vectorul de modele decizionale definite pentru etapa  $P_i$ ;  $U_i = \{u_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$  - este vectorul de acțiuni asupra etapei  $P_i$ ;  $H_i = \{h_{i,j}, j = 1, 2, \dots, M\}$  - este vectorul de modele decizionale care indentifică un pericol (hazard) pentru sănătatea sau viața omului aparente în etapa  $P_i$ .

Modelul general al procesului tehnologic robotizat este definit de expresiile (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} X = \bigcup_{i=1}^N (X_i), \bigcap_{i=1}^N (X_i) \neq \emptyset; \\ D = \bigcup_{i=1}^N (D_i), \bigcap_{i=1}^N (D_i) \neq \emptyset; \\ U = \bigcup_{i=1}^N (U_i), \bigcap_{i=1}^N (U_i) \neq \emptyset; \\ H = \bigcup_{i=1}^N (H_i), \bigcap_{i=1}^N (H_i) \neq \emptyset. \end{array} \right. , \quad (3)$$

Funcționalitatea procesului tehnologic robotizat  $RTP$  este definit de acțiunile  $U$  obținute din expresia (4):

$$D_i : X_i \rightarrow U_i, \quad (4)$$

În cazuri excepționale de pericol asupra sănătății sau vieții pentru ființele umane deciziile sunt luate în baza expresiei (5), care trece procesul tehnologic robotizat în regim de siguranță sporită, care poate duce și până la stoparea procesului tehnologic roboticat:

$$H_i : X_i \rightarrow U_i^s, \quad (5)$$

Obiectivele cercetărilor efectuate în cadrul acestei lucrări este dezvoltarea modelelor decizionale  $H$  declanșate de expresii vocal-emoționale pronunțate de Om, care să asigure trecerea procesului tehnologic robotizat în regim de Securitate sporită în baza acțiunilor efectuate cu vectorul  $U^s$ .

### Sinteza Arhitecturii Sistemului de Luare a Deciziei

Sistemele de comandă cu procese tehnologice robotizate prezintă arhitecturi de calcul distribuite ierarhizate. La nivelul inferior al ierarhiei sunt amplasate o mulțime de dispozitive de control local (Dispozitive Decizionale Locale) conectate într-o rețea de comunicare și un sistem de calcul pentru supervizare, amplasat la nivelul superior.

Dispozitivele de control local funcționează în mod paralel-concurent comunicînd între ele cu parametri de stare și de comandă. Conceptual sistemul pentru luarea deciziilor pentru intervenție de urgență în baza comenzilor emoționale vocale este orientat pentru a se integra în arhitectura sistemului de comandă deja existent.

În Figura 1 este prezentată arhitectura sistemului pentru luarea deciziilor în baza comenzilor vocal-emoționale pentru intervenții de urgență.

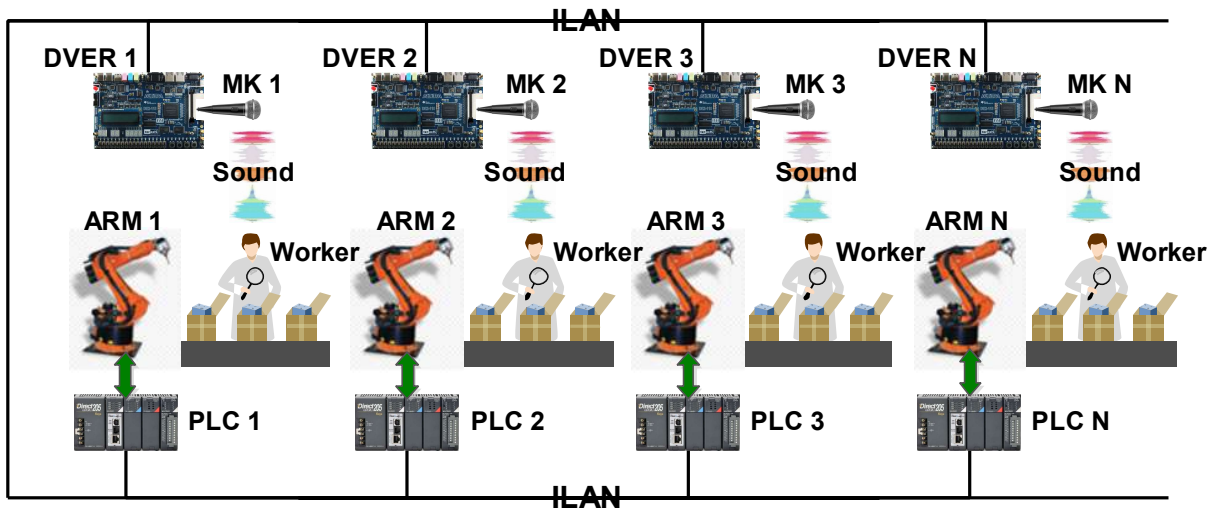


Figura 1. Arhitectura sistemului de luare a deciziilor bazată pe comenzi vocal-emoționale pentru intervenția de urgență

Arhitectura sistemului include:

- Mulțimea de brațe robotice  $ARM_1 - ARM_N$  care efectuează operații de asamblare în conformitate cu procesul tehnologic (1);
  - Mulțimea de dispozitive logice programabile  $PLC_1 - PLC_N$  care comandă cu activitățile efectuate de brațele robotice  $ARM$ ;
  - Mulțimea de muncitori  $Worker$  care fac parte din procesul tehnologic și suplinesc operațiile ne-efectuate de mulțimea de roboți  $ARM$ ;
  - Mulțimea de dispozitive pentru recunoașterea vorbirii-emoționale  $DVER_1 - DVER_N$  la care sunt conectate câte un microfon  $MK_1 - MK_N$  pentru achiziția undelor sonore generate de mulțimea de muncitori;
  - Mulțimea de unde sonore  $Sound$  generate de muncitori în cazuri excepționale;
- Rețeaua industrială  $ILAN$  destinată pentru organizarea schimbului de date dintre componentele sistemului ( $PLC_1 - PLC_N$  și  $DVER_1 - DVER_N$ ).

Modul de funcționare al sistemului de luare a deciziilor în baza comenzilor vocal-emoționale este următorul: în cazuri excepționale muncitorii implicați în procesul tehnologic vor genera unde sonore care sunt recepționate de dispozitivele pentru recunoașterea vorbirii-emoționale  $DVER$ . Dispozitivul  $DVER$  care va identifica o comandă definită în lista de comenzi va genera un pachet care va conține comanda de stopare a procesului tehnologic și-l va expedia în rețeaua  $ILAN$ . Fiecare  $PLC$  primește pachetul cu comanda din rețeaua  $ILAN$ , și în baza algoritmului de stopare a procesului tehnologic execută această comandă. În așa mod se vor reduce accidentele grave posibil aparente în procesele tehnologice robotizate.

### Concluzii

Utilizarea vorbirii pentru comunicarea dintre oameni și mașini are un potențial distinct de a ajuta oamenii în achiziția, organizarea și procesarea informațiilor.

Un rol foarte important, în procesul de recunoaștere, îl joacă conținutul vocal-emoțional care în majoritatea cazurilor prezintă un factor important decizional ca rezultat al dialogului.

În lucrarea dată s-a efectuat o analiză a unei metode pentru recunoașterii automate a emoțiilor în vorbire și a sistemului de luare a deciziilor bazată pe comenzi vocale-emoționale pentru intervenția de urgență.

## **Referințe**

1. BRYNDIN, E. Human Digital Doubles with Technological Cognitive Thinking and Adaptive Behavior. *Software Engineering*. Vol. 7, No. 1, 2019, pp. 1-9. DOI: 10.11648/j.se.20190701.11.
2. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. BRANISTE, R. TURCAN, A. ABABII, C. MUNTEANU, S. Adaptive computing system for distributed process control. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*. Vol. 22, No 2, September 2020, pp. 258-264, ISSN: 2509-0119.
3. MUNTEANU, S. SUDACEVSCHI, V. ABABII, V. BRANISTE, R. TURCAN, A. LEASHCENCO, V. Cognitive Distributed Computing System for Intelligent Agriculture. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*. Vol. 24, No 2, January 2021, pp. 334-342, ISSN: 2509-0119.
4. RAHIT, P. PAWAR, RUSHIKESH, NIKUMBH, S. What in Industry 4.0. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Volume: 08, Issue: 04, Apr. 2021, pp. 1214-1219. ISSN: 2395-0056.
5. BRYNDIN, E. Directions of Development of Industry 4.0, Digital Technology and Social Economy. *American Journal of Information Science and Technology*, 2018; 2(1): 9-17. DOI: 10.11648/j.ajist.20180201.12.
6. SAFONOV, GH. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. Analysis of distributed computing architectures for synthesis of multi-agent systems. *European Applied Sciences Journal*, № 9, 2016 (September), pp. 34-37, ISSN: 2195-2183.
7. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. SAFONOV, GH. Designing a Collective Agent for synthesis of Adaptive Decision-Making Systems. *Sciences of Europe (Praha, Czech Republic)*, Vol 1, No 17(17), 2017, pp. 70-75, ISSN: 3162-2364.
8. ABABII, V. SUDACEVSCHI, V. MELNIC, R. MUNTEANU, S. Multi-Agent System for Distributed Decision-Making. *National Science Journal (Ekaterinburg, Russia)*, Vol 2, No 45, 2019, pp. 19-23, ISSN: 2413-5291. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2019.2.45.
9. SUDACEVSCHI, V. ABABII, V. MUNTEANU, S. Distributed Decision-Making Multi-Agent System in Multi-Dimensional Environment. *ARA Journal of Sciences*, 3/2020, pp. 74-80, ISSN: 0896-1018.
10. ALASDAIR, G. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things, 2016, 259p. ISBN: 978-1-4842-2046-7. DOI: 10.1007/978-1-4842-2047-4.
11. LUIS M. CAMARINHA-MATOS, FORNASIERO, R. RAMEZANI, J. AND FERRADA, F. Collaborative Networks: A Pillar of Digital Transformation. *Appl. Sci.* 2019, 9, 5431, 33p. DOI:10.3390/app9245431.
12. SHARANABASAPPA, S, NAGESH, MAHINDRAKAR, K. SANTOSH, M. MULE, SOMALING P. NAIK. Voice Activated Multipurpose Robot. *International Journal of Advancement in Engineering Technology, Management & Applied Science*. Volume 3, Issue 1, 2016, pp. 283-291. ISSN: 2349-3224.
13. MAHESWARI, K. BHARGAVI, B. KAVYA, MADHU PRIYA, B. SUSHMITHA, M.. Voice Controlled Robot Using Bluetooth Module. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Volume 8, Issue 6, 2021, pp. 4515-4519. ISSN: 2395-0072.
14. CSABA KARDOS, ZSOLT KEMEINY, ANDRAI'S KOVAICS, BALAZS E. PATAKI, JOZSEF VAJNCZA. Context-dependent multimodal communication in human-robot collaboration. Elsevier, Science Direct, 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 2018, 6p.
15. SHRUTI JOSHI, AARTI KUMARI, POOJA PAI, SAIESH SANGAONKAR, MELBA D'SOUZA. Voice Operated Fire Extinguishing Robot. *International Journal for Scientific Research & Development*, Volume 4, Issue 11, 2017, pp. 426-428. ISSN: 2321-0613.
16. SHRUTI JOSHI, AARTI KUMARI, POOJA PAI, SAIESH SANGAONKAR, MELBA D'SOUZA. Voice Recognition System. *Journal for Research*, Volume 03, Issue 01, March 2017, pp. 7-9. ISSN: 2395-7549.
17. BHARAT KUMAR DHAL. Controlling Devices Through Voice Based on AVR Microcontroller. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 9, Issue 3, March 2019. pp. 641-650. ISSN: 2250-3152. DOI: 10.29322/IJSRP.9.03.2019.p8790.
18. RAFAEL, V. ARACA, AQUILES F. BURLAMAQUI AND LUIZ M.G. CONCALVES. Method for Reading Sensors and Controlling Actuators Using Audio Interfaces of Mobile Devices. *Sensors* 2012, 12, 1572-1593. ISSN: 1424-8220. DOI: 10.3390/s120201572.
19. JAVIER G. RAIZURI, DAVID SUNDGREN, RAHIM RAHMANI, ARON LARSSON, ANTONIO MORAN CARDENAS AND ISIS BONET. Speech emotion recognition in emotional feedback for Human-Robot Interaction. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence*, Volume 4, No. 2, 2015, pp. 20-27. ISSN: 2165-4069. DOI: 10.14569/issn.2165-4069.