

# Recunoasterea si imitarea emotiilor (utilizand robotul NAO)

1<sup>st</sup> Holban Mihnea

2<sup>nd</sup> Leonte Bianca

mihnea-bogdan.holban@student.tuiasi.ro

bianca-florina.leonte@student.tuiasi.ro

## I. INTRODUCTION

Tema aleasa este "Recunoasterea si imitarea emotiilor" utilizând ca resursă hardware robotul NAO. NAO este un instrument educațional interactiv, un partener ideal pentru cercetare si predare in domeniul inteligenței artificiale. Acesta are diferite modele cu 14 până la 25 de grade de libertate. Este echipat cu o unitate inerțială cu accelerometru cu 3 axe și 2 giroscopae, 2 sonare cu ajutorul senzorilor ultrasonici (emițător și receptor), 8 senzori de presiune rezistivi sub picioare și 2 bare de protecție. Robotul are, de asemenea, un sistem multimedia avansat care include patru microfoane (pentru recunoasterea vorbirii și localizarea sursei de sunet), două difuzoare (pentru sinteza vorbirii) și două camere de înaltă definiție (pentru localizare sau recunoastere facială) de identificare sau obiect). De asemenea, are senzori de interacțiune, cum ar fi zone de atingere în partea de sus a capului și pe mâini, două LED-uri cu infraroșu și două bare de protecție (senzori de contact) pe partea din față a picioarelor.

NAO a fost folosit in cadrul proiectului 'Robot for Autism' in urma căruia studiile au arătat că in mod normal copilul evită contactul cu specialistul indiferent dacă este educator, psiholog sau profesor, dar in relația cu robotul comunicarea si tot ce ține de interacțiune vine de la sine, cei mici privindu-l ca un partener in joacă. Cunoscând faptul că jocul este una dintre activitățile principale ale unui copil, aceștia trăiesc in simbioză deplină cu tehnologia. Astfel putem afirma că devine o mână de ajutor in domeniul medicinei fiind un factor decisiv în terapia cu pacienți ce suferă de afecțiuni precum autism sau alexitimie.

## II. STATE OF THE ART & RELATED WORK

### A. Emotion Recognition using Facial Expressions in Children using the NAO Robot

Detectarea emoțiilor umane din expresiile faciale este crucială pentru interacțiunea socială. Prin urmare, mai multe sisteme de calcul comportamental din robotică încearcă să recunoască emoția umană din imagini și videoclipuri, dar majoritatea dintre ele sunt antrenate să clasifice emoțiile doar la adulți. Folosind standardul celor 6 emoții de bază: tristețe, fericire, surpriză, furie, dezgust și frică, încercăm să clasificăm expresiile faciale folosind robotul NAO la copii. În acest studiu, facem o comparație între SDK-ul AFFDEX și o rețea neuronală Convolution (CNN) cu Viola-Jones antrenat cu setul

de date AffectNet și reglat cu setul de date NIMH-ChEF folosind învățarea prin transfer pentru a clasifica expresiile faciale la copii. Apoi, testăm sistemul nostru comparând CNN și SDK-ul AFFDEX pentru clasificare în setul de date Child Affective Facial Expression (CAFE). În cele din urmă, comparăm ambele sisteme folosind robotul NAO într-un subset de seturi de date AM-FED și EmoReact.

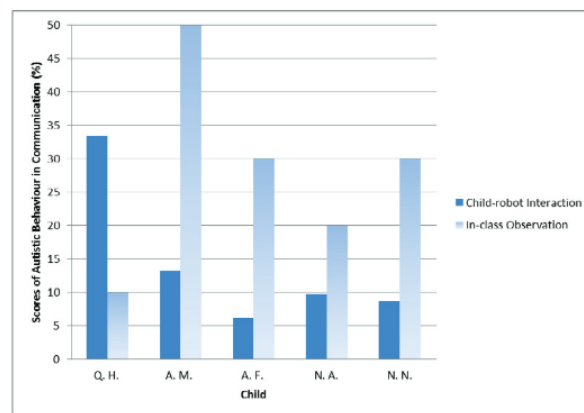


Fig. 1. Graficul arată compararea scorurilor la subscala de comunicare (în procente), indicând comportamentul autist manifestat de 5 copii înainte și după comunicarea om-robot.

### B. An emotion analysis algorithm and implementation to NAO Humanoid Robot

O serie de algoritmi de analiză a emoțiilor faciale au fost implementați pentru diverse HR în literatură. Recent, Breazeal a folosit algoritmul Arousal\_Valence-Stance (AVS) pentru a obține expresii faciale și a implementat este către Kismet HR, proiectat de MIT. În această lucrare, algoritmul de analiză a emoțiilor faciale propus are patru componente: algoritmul de detectare a feței, tehnica de măsurare a distanței, sistemul de codificare a acțiunii faciale și clasificarea proprietăților emoționale ale unui om în timpul interacțiunii om-robot. În literatura de specialitate au fost propuși diverși algoritmi pentru detectarea feței. Forma inițială a algoritmului Viola și Jones detectează doar fețele frontale, în timp ce algoritmi săi următori sunt capabili să detecteze fețe din diverse unghiuri și profiluri. Motivul cheie din spatele algoritmului Viola-Jones cel face mai rapid este implementarea unui algoritm de stimulare numit algoritm Ada-Boost, care selectează cele mai bune caracteristici și apoi clasifică aceste

caracteristici. Astfel, în această lucrare algoritmul Viola-Jones este selectat pentru detectarea feței. Când este detectată fața; apoi, al doilea pas pentru analiza emoției este specificarea distanțelor faciale fie prin utilizarea abordărilor bazate pe aspect, fie prin abordări geometrice. În această lucrare, o abordare bazată pe geometric este preferat să măsoare distanțe faciale; în special, dimensiunile și pozițiile relative ale părților faciale importante.

Abordarea de măsurare a distanței faciale bazată pe geometrie are filtre, cum ar fi filtrul Canny, pentru a detecta ochii sau regiunea gurii și are, de asemenea, metode de transformare, cum ar fi transformarea Hough, pentru a detecta regiunea nasului. Tehnica de măsurare a distanței faciale bazată pe geometrie este costisitoare din punct de vedere computațional, dar este mai robustă variație în poziția feței, scara, dimensiunea și orientarea capului. Următoarea etapă a analizei emoțiilor este de a urmări mișcările mușchilor faciali. În această lucrare, Sistemul de codificare a acțiunii faciale (FACS) tehnica este preferată datorită capacității sale eficiente și realiste de urmărire a mușchilor faciali. În ultima etapă a analizei caracterului facial, stările emoționale ale omului sunt recunoscute prin clasificarea facială măsurătorile și mișcările mușchilor faciali. Islam și Loo au modificat un model de raționament fuzzy în două etape pentru clasificarea emoțiilor faciale. În prima etapă a raționamentului fuzzy, măsurătorile distanței faciale și mișcările mușchilor faciali sunt neclare și apoi legate de unitățile de acțiune. În a doua etapă a fuzzy raționament, aceste AU sunt fuzzizate și apoi transferate în spațiul emoțional pentru a clasifica emoțiile de bază, cum ar fi surpriză, tristețe, frică, furie și fericire. Astfel, este clar că acuratețea algoritmului de recunoaștere facială scade semnificativ dacă experimentele în timp real sunt efectuate în medii zgomotoase.

### *C. Improving Human-Robot Interaction by Enhancing NAO Robot Awareness of Human Facial Expression*

Agenții artificiali inteligenți, cum ar fi roboții sociali (SR) au crescut în popularitate în ultimele decenii și se așteaptă să fie utilizați într-o varietate de aplicații sociale. În prezent, SR-urile pot executa o varietate de sarcini în mod autonom, ceea ce a dus la introducerea lor continuă în societate. Aplicațiile SR care devin disponibile includ terapia pentru copiii cu autism, antrenorii de exerciții, educația de specialitate și asistența persoanelor vârstnice afectate de demență. Mai mult, studiile au arătat că un robot își poate afecta mediul social dincolo de persoana care interacționează cu el. De exemplu, studiile asupra roboților utilizați în terapia autismului au demonstrat că roboții pot influența modul în care copiii interacționează cu ceilalți, la fel cum multe lucrări anterioare au arătat că angajarea roboților în domeniul reabilitării are efecte considerabile asupra îmbunătățirii pacientului. În toate aceste aplicații, roboții sunt de obicei proiectați să interacționeze cu oamenii într-un mod spontan, interpersonal, adesea cu obiective socio-emoționale specifice. Pentru a lua inițiativa, robotul trebuie să fie capabil să aleagă ce acțiuni să efectueze și în ce măsură. În plus, ar trebui să își adapteze

comportamentele în funcție de reacțiile utilizatorului și, eventual, să producă răspunsuri empaticе la emoțiile persoanei cu care interacționează. Ca urmare, primul pas către obținerea abilităților de interacțiune asemănătoare omului este ca robotul să recunoască în mod adecvat starea emoțională a utilizatorului și să ajusteze în consecință răspunsurile acestuia, imitând astfel comportamentele empaticе umane.

Robotul NAO este unul dintre cei mai folosiți agenți pentru interacțiunea umană datorită designului și platformei de programare deschise. Se folosește setul de date FER2013, care este cel mai comun set de date de imagine în FER bazat pe CNN și unul dintre cele mai mari seturi de date disponibile public în acest domeniu. Deoarece roboții sociali încă se luptă să interacționeze cu utilizatorii într-un mod asemănător omului, ceea ce este o provocare care s-a dovedit dificil de depășit, este esențial să se testeze recunoașterea de către sistemul robotizat a expresiei faciale umane în situații reale. În plus, CNN prezentat în acest studiu se străduiește să doteze, pentru prima dată, robotului NAO capacitatea de a estima nivelul de excitație al interlocutorului în timp real, ceea ce este de o importanță capitală pentru a asigura interacțiuni mai bune între robot și oameni.

### *D. Emotion Recognition for Human-Robot Interaction: Recent Advances and Future Perspectives*

O provocare fascinantă în domeniul interacțiunii om-robot este posibilitatea de a dota roboții cu inteligență emoțională pentru a face interacțiunea mai intuitivă, autentică și naturală. Pentru a realiza acest lucru, un punct critic este capacitatea robotului de a deduce și interpreta emoțiile umane.

Sistemele convenționale de recunoaștere a emoțiilor faciale (FER) urmăresc să detecteze regiunea feței în imagini și să calculeze caracteristicile geometrice și de aspect, care sunt utilizate pentru a antrena algoritmi de învățare automată (ML) (Kumar și Gupta, 2015). Caracteristicile geometrice sunt obținute prin identificarea reperelor faciale și prin calcularea pozițiilor și unităților de acțiune reciproce ale acestora (Ghimire și Lee, 2013; Suk și Prabhakaran, 2014; Álvarez et al., 2018), în timp ce caracteristicile bazate pe aspect se bazează pe textură. (Turan și Lam, 2018).

În acest articol, se raportează progrese recente în recunoașterea emoțiilor, în special în contextul interacțiunii om-robot prin diferite modele discrete, dimensionale sau chiar prin activitatea creierului ce interferează direct cu starea emoțională a oamenilor.

### *E. Encouraging Children with Autism to Improve Social and Communication Skills through the Game-based Approach*

Această lucrare prezintă module pentru a încuraja copiii cu autism să-și îmbunătățească abilitățile sociale și de comunicare prin abordare bazată pe joc. Abilitățile robotului umanoid NAO în recunoașterea vocii și a vederii oferă unui joc o interacțiune om-mașină mai atractivă. Rezultatele așteptate ale modulelor au fost folosite pentru a crește contactul vizual, competența de imitare și corectitudinea comportamentului

social și de comunicare al copiilor cu autism prin modulele bazate pe joc.

### III. METHOD DESCRIPTION

Prin intermediul aplicatiei ne propunem facilitarea lucrului cu persoanele cu deficiente in comunicare si exprimare a emotiilor, importanta sa fiind majora datorita cererii mari din centrele de specialitate unde este necesara o astfel de interactiune pentru persoanele ce resping contactul direct cu medicii. Prima etapa este modulul de recunoastere al fetei prin care robotul identifica daca persoana cu care interactioneaza este ori un pacient, ori o persoana necunoscuta.

In cazul unui pacient a carui date se afla deja in baza de date robotul va interactiona cu persoana cu un comportament personalizat in functie de nevoile sale. In caz contrar, se va intra pe ramura "Default", robotul va "saluta" asteptand noi indicatii de la cel care il controleaza.

Prin modulul independent de invatare a fetei, se vor introduce noi pacienti in baza de date a acestuia. Avem si un modul de tracking, ce urmareste miscarea persoanei facand mai usoara interactiunea nefiind necesar a sta intr-un punct fix pentru a executa taskurile.

### IV. RESULTS

Recunoasterea a 2 persoane si implementarea actiunilor specifice pentru fiecare dintre acestea.

Detectarea emotiilor: fericit, suparat, surprins, neutru si nervos. Pentru fiecare dintre acestea s-a implementat o euristică care transmite robotului diferite actiuni. ( a se vedea diagrama si demo )

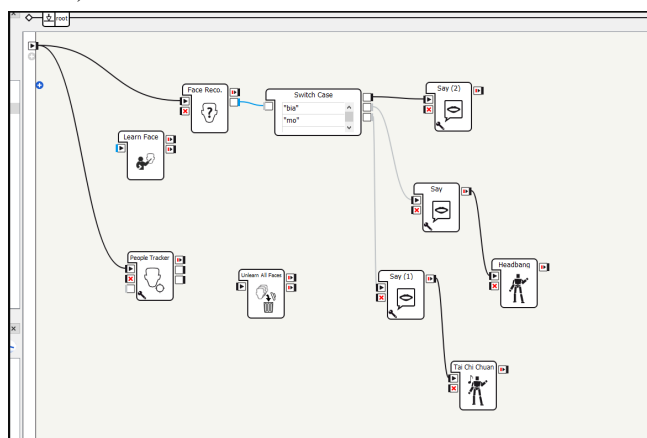


Fig. 2. Implementarea modulelor de detectie si recunoastere a fetei utilizand aplicatia Choregraphe.

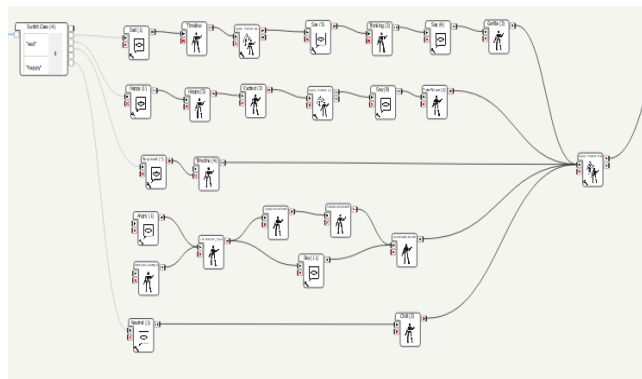


Fig. 3. Implementarea modulelor de recunoastere a emotiilor, dar si actiunile specifice pentru fiecare utilizand aplicatia Choregraphe.

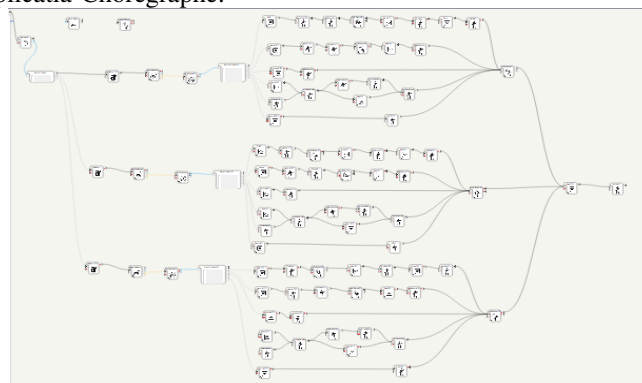


Fig. 4. Schema generala utilizand aplicatia Choregraphe.

"Modulul de Recunoastere a Fetei" primește un stream video de la camera de deasupra ochilor robotului, focalizeaza fata persoanei si o cauta in baza de date. Cautarea se produce in modulul de "Switch Case" care realizeaza asocierea fetei cu unul din cazuri, personalizat in parte pentru fiecare pacient (daca fata acestuia a fost deja memorata) sau va merge pe cazul de "Default" si va realiza o actiune generala. Daca persoana se doreste a fi adaugata in baza de date acest lucru se realizeaza prim modulul de "Learn Face". Robotul va focaliza persoana, ochii acestuia isi vor schimba culoarea in albastru si mai apoi in verde pentru confirmarea terminarii actiunii fara erori( sau rosu in caz de eroare) si va cere un string "nickname" pentru a-l asocia cu fata tocmai adaugata in baza de date. Pentru fiecare pacient in parte acesta realizeaza activitati precum a vorbi cu acesta( modulul "Say"), a dansa("modulul Headbang") s.a.m.d.

"Modulul de Recunoastere a emotiilor" implementeaza "Modulul de recunoastere a fetei ". Daca persoana este recunoscuta atunci pentru fiecare dintre acestea robotul va executa o anumita actiune in functie de emotia recunoscuta. Acesta are o precizie inalta pentru detectia sentimentelor de tristete si fericire si o precizie mai mica pentru celelalte emotii implementate.

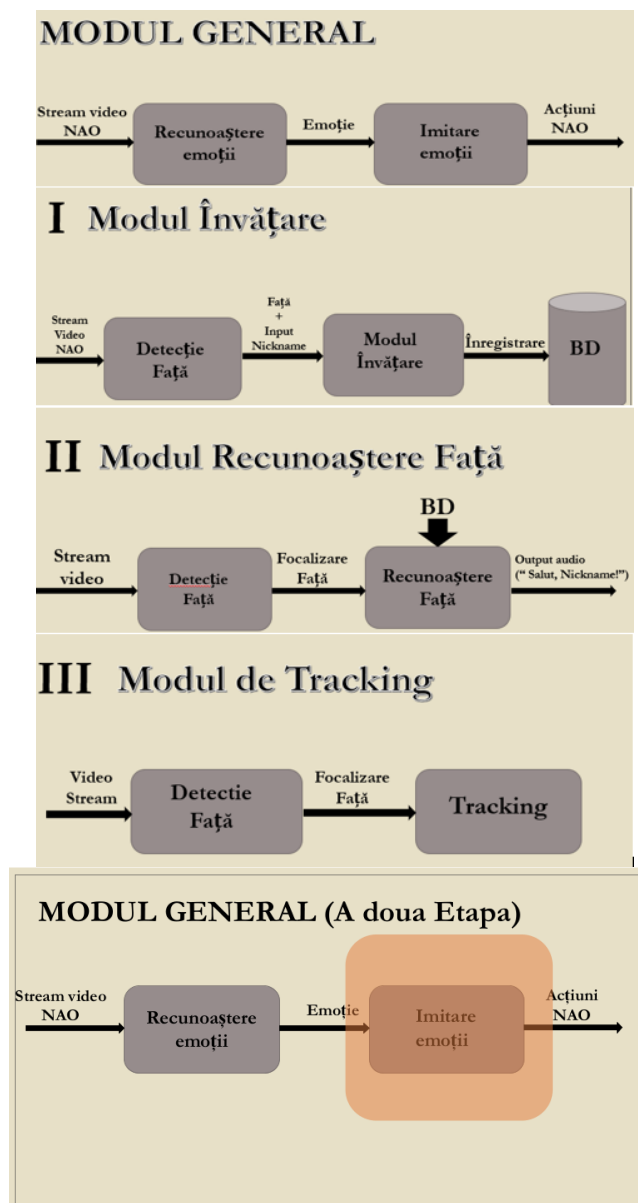
Precizia robotului pentru 20 de teste efectuate pentru fiecare emotie:

- In cazul in care persoana prezinta emotia de fericire robotul reuseste in proportie de 80% (16 cazuri) sa duca la bun sfarsit secventa de instructiuni.

-In cazul in care persoana prezinta emotia de tristete robotul reuseste in proportie de 70% (14 cazuri) sa duca la bun sfarsit secventa de instructiuni.

-Pentru celelalte tipuri de emotii robotul reuseste in proportie mai mic egala cu 50% (10 cazuri sau mai putin) sa recunoasca si sa duca la bun sfarsit secventa de instructiuni.

Schema mai prezinta si un modul "People Tracker" care urmareste miscarea corporala si roteste capul robotului dupa omul din fata sa, facand mai usoara interactiunea cu acesta, dar si un modul de "Unlearn All Faces" care goleste baza de date.



## II Modul Imitare Emoție (Tip 1 Imitare)

Imitarea Emoției se va realiza printr-un modul "Timeline". Acesta este creat prin captarea de frame-uri ce semnifică separarea în secvențe mai mici a acțiunii (nu foarte bruste) și poziționarea robotului cu ajutorul controlorilor din aplicație. Fiecare frame se salvează și se unesc între ele pentru a crea acțiunea de ansamblu.

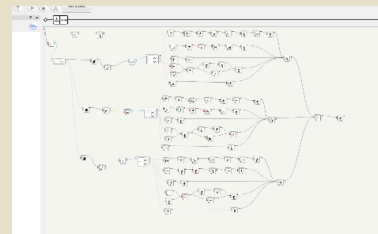


## IV Modul Imitare Emoție (Tip 2 Imitare)

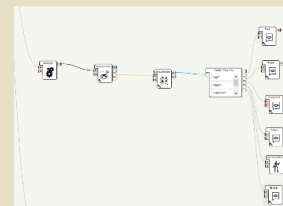
Imitarea Emoției se va realiza printr-un modul deja existent.



## COD INTEGRAL



## Secvență Cod Recunoaștere Emoție



## Secvență Cod Imitare Emoție

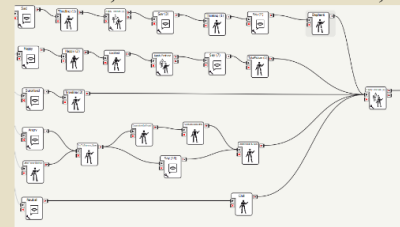


Fig. 5. Pipeline implementare module de detectie si recunoastere a fetei + cele de recunoastere si imitare a emotiilor

## V. CONCLUSIONS

În concluzie, am reușit să implementăm algoritmi de detectie și recunoaștere a feței, dar și de recunoaștere și imitare a emoțiilor, cu ajutorul unor euristici, acuratarea fiind testată de-a lungul mai multor experimente.

## REFERENCES

- [1] Alexander, J.A. & Mozer, M.C. (1995) Template-based algorithms for connectionist rule extraction. In G. Tesauro, D.S. Touretzky and T.K. Leen (eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems 7*, pp. 609–616. Cambridge, MA: MIT Press.
- [2] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2020.532279/full>
- [3] [https://www.researchgate.net/publication/341277700\\_A\\_Survey\\_on\\_Emotion\\_Recognition](https://www.researchgate.net/publication/341277700_A_Survey_on_Emotion_Recognition)
- [4] <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/19/5552/htm>
- [5] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812027464>
- [6] [https://luxai.com/robot-for-teaching-children-with-autism-at-home/?gclid=EAIaIQobChMIxbr20PqewIVA49oCR0xGgAXEAAAYASAAEgLpbPD\\_BwE](https://luxai.com/robot-for-teaching-children-with-autism-at-home/?gclid=EAIaIQobChMIxbr20PqewIVA49oCR0xGgAXEAAAYASAAEgLpbPD_BwE)
- [7] [http://doc.aldebaran.com/2-5/getting\\_started/index.html](http://doc.aldebaran.com/2-5/getting_started/index.html)
- [8] <https://www.mediafax.ro/social/robotul-nao-care-canta-si-danseaza-este-folosit-in-opt-centre-pentru-terapia-copiiilor-cu-autism-foto-video-17860246>