

Universitatea
Transilvania
din Brașov

FACULTATEA DE MATEMATICĂ
ȘI INFORMATICĂ

Lucrare Disertație

Autor: Hanganu Bogdan

Coordonator: Lect. Univ. Băicoianu Alexandra

Brașov
Iulie 2022



**Universitatea
Transilvania
din Brașov**

**FACULTATEA DE MATEMATICĂ
ȘI INFORMATICĂ**

Lucrare Disertație

Detectarea emoțiilor prin canale multiple

Autor: Hanganu Bogdan

Coordonator: Lect. Univ. Băicoianu Alexandra

Brașov
Iulie 2022

Cuprins

1	Abstract	1
2	Introducere	2
3	Recunoașterea emoțiilor	3
4	Noțiuni teoretice	7
4.1	Inteligența artificială	7

1 Abstract

Această lucrare de disertație este elaborată în jurul problematicii identificării emoțiilor unei persoane. Utilizând metode de învățare automată, datele sunt înregistrate prin intermediul unor canale multiple (audio, video și text). Expresiile faciale, obținute prin intermediul canalului video, reflectă în mod intuitiv starea mentală a unei persoane, fiind una dintre cele mai bogate și importante forme de comunicare inter-umană. Tonalitatea vocii care se adresează în timpul comunicării ne poate oferi informații valoroase referitoare la starea de spirit. Mesajul care este transmis prin intermediul vocii, ne oferă informații referitoare la personalitatea individului, fiind de ajutor mai departe în procesul de analiză. Datele stocate sunt mai apoi prelucrate folosind tehnici de procesare specifice fiecărui canal. Pentru input-ul audio este folosită procesarea digitală de semnal, cu următoarele tehnici reprezentative: Transformata Fourier, Transformata Fourier pe termen scurt, Coeficienți Mels. Procesare de imagini pentru canalul video vine în adăugare cu: scalare de date, transformare imaginii în greyscale, iar pentru text este de menționat: tokenizare, lematizare. Fiecare bloc de date preprocesat în mod corespunzător canalului părinte, va trece mai departe prin pasul de recunoaștere cu ajutorul metodelor de învățare automată. În această lucrare au fost realizate o serie de experimente pentru: procesarea datelor, antrenarea modelelor de machine learning. Finalizarea acestor teste a avut ca urmare dezvoltarea aplicației "Multimodal Emotion Detection" care să vină în sprijinul procesului de interviuare.

2 Introducere

Aplicația "Multimodal Emotion Detection" are ca audiență persoanele care doresc să facă o analiză a candidatului care a trecut printr-un proces de intervieware. Fiind scrisă în limbajul de programare Python, permite o manevrare concisă a datelor înregistrate, care pot fi mai apoi vizualizate de către utilizator prin intermediul framework-ului GUI (Graphical User Interface) QT (pronunțat "cute").

În cadrul lucrării, se propune recunoașterea emoțiilor utilizatorului într-un mod inteligent, utilizând tehnici și metode de Machine Learning și Deep Learning. Aceste două procedee sunt subcategoriile ale domeniului numit inteligență artificială, domeniu care a început să se modeleze în funcție de nevoile oamenilor.

Dezvoltarea rapidă a inteligenței artificiale, "Big data science" și a tehnologiei "Block chain" a provocat multiple schimbări în structura socială umană. În majoritatea proceselor unde este nevoie de interacțiune umană, se implementează automatizări care să sporească eficiența, să folosească resursele umane, software și hardware în mod cât mai eficace. La nivel industrial, sistemele automatizate inteligente sunt deja folosite în uzine, fabrici, având rolul de a asigura în permanență buna funcționare a întregului ansamblu. Atât eficiența cât și performanțele acestor sisteme sunt motivate de către costul redus de mentenanță. La un nivel mai aproape de către utilizatori, putem realiza că inteligența artificială a început tot mai des să facă parte din viața de zi cu zi, ajungând în stadiul să devină indispensabil oamenilor.

În zilele noastre, interacțiunea dintre oameni și I.A. este în continuă creștere, ajungând să intre treptat în viața noastră de zi cu zi. De la asistenți virtuali (care au rolul de a sprijini utilizatorul prin intermediul interpretării comenzilor vocale), până la reclame personalizate, aceste sisteme inteligente interacționează din ce în ce mai mult cu ființe umane. Deoarece este un subiect în care interesul este unul foarte crescut, relația între om și mașină inteligentă poate să ajungă la un nivel mai înalt, prin integrarea cu emoțiile utilizatorului. Acesta este un domeniu crucial de cercetare, oferind diverse oportunități și aplicații pentru oameni.

Astfel, în următorul capitol va fi explicat despre fiecare din cele trei tipuri de recunoaștere a emoției utilizate, precum și modul în care acestea interacționează cu utilizatorul. Vor fi prezentate exemple de alte categorii a recunoașterii de emoții, care nu au fost încadrate în această lucrare, precum și aplicațiile care sunt deja în domeniul comercial și sunt utilizate.

3 Recunoașterea emoțiilor

Un aspect cheie în această sferă care să sporească parteneriatul între om și mașină este dat de înțelegerea emoțiilor umane. Emoția este un factor important atât în comunicarea verbală, cât și în comunicarea nonverbală (gesticulare, expresiile corpului). Identificarea stărilor unei persoane poate ajuta o mașină să înțeleagă intențiile utilizatorului, în scopul de a-i oferi o interacțiune mai potrivită. Printe primele studii care au fost făcute pentru integrarea sistemelor inteligente cu emoțiile umane, acestea s-au reflectat în identificarea emoțiilor prin voce, deoarece comunicarea verbală este una dintre cele mai rapide forme de socializare, cu cel mai mare impact în istorie.

Fiind una dintre cele mai consacrate aptitudini prin care o ființă inteligentă s-a putut diferenția și avansa în lanțul trofic, comunicarea verbală reprezintă un semnal complex, în care sunt transmise informații referitoare la mesaj, legate de emițător precum și de emoțiile transmise de acesta. Fiind o serie complexă, capacitatea sistemului care face identificarea emoțiilor trebuie să fie pe măsură, pentru a analiza cu acuratețe starea subiectului, oferindu-i astfel o experiență cât se poate de autentică. Nu numai atât, utilizând o astfel de recunoaștere, poate ajuta la crearea unor interfețe ușor navigabile ("Recunoașterea emoțiilor prin vorbire este deosebit de utilă pentru aplicațiile din domeniul interacțiunii om-mașină deoarece ajută la crearea unor interfețe ușor de utilizat"[1]).

Deoarece semnalul audio conține și alte informații precum emoția transmisă de către emițător, algoritmul de recunoaștere a emoțiilor umane prin extragerea trăsăturilor acustice capturate în vorbire, devine "baza pentru realizarea unei interacțiuni om-calculator mai armonioasă și mai eficientă, având o mare importanță în cercetare, precum și aplicativă"[2].

În cadrul aplicației, vocea utilizatorului (semnalul audio) este folosită în două contexte. Primul este dat de către identificarea emoțiilor candidatului pe baza a diferite trăsături acustice depistate din voce iar al doilea de către identificarea cuvintelor rostite, pentru a putea fi transformate în text. Deoarece în aplicație identificarea textului (speech-to-text) este utilizat prin intermediul unor apeluri de tip API Rest la funcționalitățile oferite de către Google, accentul se va pune pe prima utilizare în lucrare. Emoțiile care pot fi identificate în cadrul acestei recunoașteri sunt următoarele: furie, dezgustare, frică, fericire, tristețe, surprindere, neutral.

Seviciului oferit de către Google pentru recunoașterea textului [3] este folosit cu scopul de a facilita identificarea personalității și a emoției transmise în urma interviului de către utilizator. Recunoașterea emoțiilor din text este în mod fundamental o problemă de clasificare pe baza conținutului, care include noțiuni de procesare de text (NLP, acronim de la "natural language processing"), precum și din domeniul deep learning. Modelul utilizat pentru acest tip de predicție este "The Big Five personality traits"[4].



Figura 1: Cele cinci mari trăsături de personalitate
<https://blog.adioma.com/5-personality-traits-infographic/>

În zilele noastre, se consideră că există 5 categorii de personalități (Figura 1), având acronimul OCEAN. Mai jos, vom prezenta aceste personalități de bază:

- **Openness (Deschidere):** această trăsătură prezintă caracteristici precum imaginația și perspicacitatea. Oamenii care au punctat mai mult în această trăsătură tind să aibă o arie mai mare de interese. Sunt curioși de fire, dornici să dobândească aptitudini noi și să se bucure de orice experiență acumulată.
- **Conscientiousness (Conștiinciozitate):** printre caracteristicile de bază ale acestei trăsături, putem include un nivel ridicat de atenție, control bun al impulsurilor și comportamente care conduc spre îndeplinirea obiectivelor. Oamenii care se încadrează acestei categorii tind să fie mai organizați și atenți la detalii. Ei planifică din timp, se gândesc la modul în care comportamentul lor îi afectează pe alții și sunt atenți la termenele limită.
- **Extraversion (Extraversie):** se caracterizează prin excitabilitate, sociabilitate și cantități mari de expresivitate emoțională. Oamenii care au un nivel ridicat

de extraversie tind să capete energie în situații sociale. A fi în preajma altor persoane îi ajută să se simtă plini de energie și entuziasm. Oamenii care au un nivel scăzut de extraversie (sau introvertiți) tind să fie mai rezervați și au mai puțină energie în mediile sociale. În urma evenimentelor sociale se pot simți extenuați, iar introvertiții necesită adesea o perioadă de singurătate și tăcere pentru a își putea "reîncărca bateriile".

- Agreeableness (Agreeabilitate): pentru această personalitate, sunt incluse atribute precum încrederea, altruismul, bunătatea, afecțiunea și alte comportamente pro-sociale. Oamenii cu grad ridicat de agreeabilitate tind să fie mai cooperativi, în timp ce aceia care au punctat mai slab pentru acest atribut, tind să fie competitivi și uneori chiar manipulativi.
- Neuroticism (Nevrotism): este un atribut caracterizat prin tristețe, melancolie și incoerență emoțională. Persoanele care au această trăsătură au tendința de a experimenta schimbări de dispoziție, anxietate, iritabilitate și tristețe. Aceia care au punctat scăzut în acest caz, tind să fie mai stabili și rezistenți emoțional.

Nu în cele din urmă, după procesul de recunoaștere a trăsăturilor și emoțiilor transmise din voce, mai apoi interpretate în mod contextual prin procesare de text, urmează recunoașterea emoțiilor din cadrul expresiilor faciale. Pentru a putea fi în stare să facem o astfel de analiză, este nevoie identificarea unui chip uman (în engleză "face detection"). Pentru a facilita acest proces, prin intermediul camerei web care ne oferă flux de date video, biblioteca OpenCv[5] ne oferă suport pentru mijloace de identificare a fețelor candidaților. Având acest rezultat intermediar, este posibilă recunoașterea emoțiilor pe baza expresiilor faciale. Principalele stări emoțive din cadrul fluxului video sunt aceleași ca cele din audio.

Făcând un ansamblu al componentelor descrise mai sus, acestea se unifică în ceea ce vom numi "Modulul de interviu". În cadrul acestui modul, predicțiile pentru componentele audio și video sunt făcute live, iar în cazul textului, este realizat la final pentru a avea o cantitate mai ridicată de date, obținând astfel o predicție cât mai aproape de adevăr.

Tipurile de identificare a emoțiilor utilizate și descrise mai sus sunt doar câteva modele existente prin care o aplicație/mașină inteligentă poate interacționa în mod personalizat cu utilizatorul. Printre alte tipuri care merită menționate se enumeră gesturile corpului (limbajul corpului), fiind un subiect mai puțin explorat. Chiar dacă este un aspect important al psihologiei umane, primule studii moderne au devenit populare debia în 1960. Probabil cea mai importantă lucrare publicată înainte de secolul al XX-lea a fost "Expresia emoțiilor la om și la animale", scrisă de Charles Darwin [6].

În acest domeniu, după o cercetare a pieței care construiesc software-uri în jurul predicției emoțiilor, putem considera aplicațiile menționate mai jos ca fiind similare

cu cea prezentată în această lucrare:

- Noldus Solutions Emotion Analysis cu "FaceReader™" [7]: este un software specializat pe analizarea datelor de tip imagine (atât din video cât și statice). Este un sistem robust, capabil să recunoască un număr de proprietăți specifice în imaginile faciale, inclusiv cele șase expresii de bază sau universale: fericit, trist, furios, surprins, speriat și dezgustat.
- iMotions cu "Facial Expression Analysis" [8]: este un software specializat atât în analiza imaginilor cât și a datelor biosenzoristice. Modulul oferă 20 de măsuri de expresie facială (unități de acțiune), 7 emoții de bază, repere faciale, indici comportamentali, cum ar fi orientarea capului și atenția.

Diferența pe care o aduce aplicația prezentată în lucrare ("Multimodal Emotion Detection") este reprezentată de capacitate recunoașterii în timp real a emoțiilor prin intermediul altor input-uri, precum și a feedback-ului constant. Un alt aspect important prin care se diferențiază aplicația în cauză este dat de "Modulul de vizualizare a raportului", prin care se poate vedea la fiecare segment de date, textul care a fost spus, emoțiile prezise din input-ul audio, video, cât și o spectogramă pentru intervalul selectat de date în care s-a efectuat predicția.

Gama de public cărui este adresată această aplicație este reprezentată în general de persoanele care trec prin procesul de interviu. Dar asta nu înseamnă că recunoaștere emoțiilor se limitează la această aplicativitate. Mai jos sunt listate o serie de utilizări:

- Marketing personalizat: un studiu realizat de OneSpot Research a arătat că în proporție de 88% dintre consumatorii chestionați au declarat că un conținut mai personalizat îi face să se simtă mai bine cu privire la un anumit brand.
- Diagnostic medical: o aplicativitate în care poate sprijini medicii cu diagnosticarea afecțiunilor nevrotice precum depresia sau demența, utilizând analiza vocală
- Educație: diferite software-uri didactice în variantă prototip au fost elaborate pentru a se acomoda la emoția copiilor. Când copilul exprimă frustrare pentru că o sarcină este prea simplă sau dificilă, programul se adaptează astfel încât sarcina să se schimbe într-o formă mai adecvată.

În următoarele capitole, vom trece printr-o inițiere în inteligența artificială, procesare digitală de semnal, procesare de imagini și text. Având aceste cunoștințe asimilate, următoarele subiecte propuse care vor fi comentate se vor afla în sfera tehnologiilor utilizate, fără de care nu s-ar fi putut crea aceste teste, precum și aplicația "Multimodal Emotion Detection".

4 Noțiuni teoretice

4.1 Inteligența artificială

David Fogel a definit inteligența ca fiind "abilitatea unui sistem de a se adapta astfel încât să își poată îndeplini scopurile cu succes". Astfel, o masinarie programată dotată cu inteligența artificială este un sistem complex capabil să facă decizii, fără nevoia intervenției unei persoane, simulând inteligența umană. Perturbarea funcționării unui astfel de sistem poate altera fluxul evenimentelor în luarea deciziilor, ajungând astfel la rezultate nejustificabile. Principalele subcategorii ale I.A. sunt: machine learning (învățare automată) și deep learning (învățare profundă).

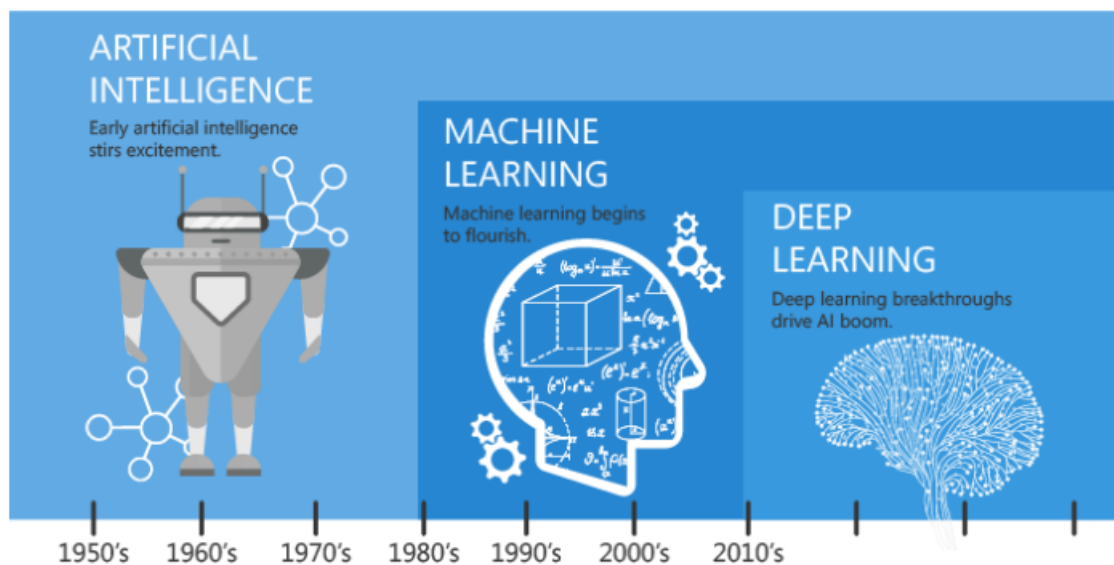


Figura 2: Dezvoltarea inteligenței artificiale
<https://towardsdatascience.com/artificial-intelligence-vs-machine-learning-vs-deep-learning-2210ba8cc4ac/>

În Figura 2 se observă că ...

Bibliography

- [1] K. Vimaladevi C. Vinola. A Survey on Human Emotion Recognition Approaches, Databases and Applications. Accessed: 16.05.2022 (cit. on p. 3).
- [2] Giannoukos I. Anagnostopoulos C N Iliou T. Features and classifiers for emotion recognition from speech: a survey from 2000 to 2011. Artificial Intelligence Review, 2015, 43(2):155-177. (in NETHERLANDS). Accessed: 16.05.2022 (cit. on p. 3).
- [3] Google Speech to Text. <https://cloud.google.com/speech-to-text/>. Accessed: 17.05.2022 (cit. on p. 3).
- [4] Big Five personality traits. https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Five_personality_traits/. Accessed: 17.05.2022 (cit. on p. 3).
- [5] OpenCv. <https://opencv.org/>. Accessed: 17.05.2022 (cit. on p. 5).
- [6] C. Darwin and P. Prodger. The expression of the emotions in man and animals. Oxford University Press, USA, 1998. Accessed: 17.05.2022 (cit. on p. 5).
- [7] Noldus FaceReader. <https://www.noldus.com/facereader/>. Accessed: 17.05.2022 (cit. on p. 6).
- [8] IMotions Fea - Facial Expression Analysis. <https://imotions.com/biosensor/fea-facial-expression-analysis/>. Accessed: 17.05.2022 (cit. on p. 6).

	Titlu trimitere	ID lucrare Turnitin	Trimis	Similaritate	
Vizualizare confirmare digitală	Utilizarea tehnicilor de procesare de semnal în domeniul învățării automate	1258270301	18/06/2020 22:44	2% 	Trimitre lucrare   --

Figura 3: Licență similaritate