UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREŞTI

Şcoala Doctorală de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

Decizie nr. 867 din 28-06-2022

REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT

Ing. Adrian-Cătălin DINCULESCU

METODE NEINVAZIVE DE EVALUARE ȘI MONITORIZARE A STĂRII DE SĂNĂTATE DESTINATE PERSOANELOR CU PROFESII SOLICITANTE SAU VÂRSTNICE
NON-INVASIVE METHODS OF HEALTH ASSESSMENT AND MONITORING FOR PEOPLE WITH DEMANDING PROFESSIONS OR ELDERS

COMISIA DE DOCTORAT

Prof. Dr. Ing. Mihai CIUC Univ. Politehnica din Bucureşti	Preşedinte
Prof. Dr. Ing. Corneliu-Nicolae FLOREA Univ. Politehnica din Bucureşti	Conducător de doctorat
Prof. Dr. Ing. Sorin-Aurel MORARU Univ. Transilvania din Braşov	Referent
Conf. Dr. Ing. Nicolae CLEJU Univ. Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași	Referent
Prof. Dr. Ing. Constantin VERTAN Univ. Politehnica din Bucureşti	Referent

BUCUREŞTI 2022

Cuprins

1. Introducere 1

1.1. Prezentarea domeniului de doctorat 1

1.2. Scopul tezei de doctorat..... 1

1.3. Conținutul tezei de doctorat..... 2

2. Metode de analiză automată a comportamentului psihofiziologic 3

2.1. Prezentarea domeniului de analiză automată a comportamentului psihofiziologic 3

2.1.1. Analiza automată a emoțiilor din imaginea vizuală 3

2.1.2 Analiza automată a imaginilor termice..... 4

2.1.3 Analiza automată a vorbirii și limbajului..... 4

2.2 Metode de analiză automată a expresiilor faciale utilizând imaginea de spectru vizual 6

2.3 Metode de analiză psihofiziologică utilizând imaginea de spectru vizual și infraroșu..... 9

2.4 Metode de analiză a tulburărilor de vorbire și limbaj din semnalul vocal..... 10

2.5 Facilități terestre de simulare a condițiilor psihologice specifice mediului MIL..... 10

3. Metode de evaluare miotonometrică..... 11

3.1. Metode și aparate de evaluare miotonometrică..... 11

3.2 Descrierea aparatului de evaluare miotonometrică MusTone..... 11

3.3 Facilități analoage condițiilor de microgravitație..... 12

3.4 Analiza datelor miotonometrice colectate într-un experiment de imersiune uscată..... 13

4. Telemedicină și metode de asistare a persoanelor vârstnice..... 15

4.1 Descrierea domeniilor de telemedicină și asistare a persoanelor vârstnice 15

4.2 Realizarea prototipului de telemedicină..... 16

4.3 Definirea și dezvoltarea tehnologiilor de asistență destinate persoanelor vârstnice..... 16

5. Concluzii..... 19

5.1. Rezultate obținute 19

5.2. Contribuții originale 20

5.3. Lista lucrărilor originale 21

5.4. Perspective de dezvoltare ulterioară 22

Bibliografie..... 23

Capitolul 1

Introducere

Cercetările prezentate în cadrul tezei de doctorat compun o perspectivă interdisciplinară care interconectează domenii complementare ale științelor spațiale (i.e., selectarea, evaluarea, antrenarea și protecția personalului aerospațial), sportului de performanță (i.e., performanța umană) cât și domeniului de sănătate și securitate a persoanei (i.e., telemedicină și tehnologii de asistență). Autorul, prezintă o serie de cercetări foarte puțin explorate de domeniul științelor spațiale la care a participat în cadrul unor colective interdisciplinare.

1.1 Prezentarea domeniului tezei de doctorat

Fiind expus unor condiții extreme de existență, corpul uman manifestă probleme severe în procesul de adaptare la condițiile spațiale [1] și suferă adaptări complexe atât din punct de vedere fiziologic, cât și psihologic [2], [3]. Deficiențele fiziologice și psihologice reprezintă atât un pericol pentru sănătatea umană, cât și un risc crescut de eșec pentru misiunile spațiale [4].

Termenul de contramăsuri pentru sănătatea umană este folosit de comunitatea spațială pentru a descrie procedurile, tratamentele medicale, dispozitivele și/sau alte strategii construite pentru a menține astronauții sănătoși și productivi atât pe durata de desfășurare a misiunilor spațiale, cât și în etapa de reabilitare și readaptare a acestora la condițiile de pe Pământ. Înainte de testarea în zbor spațial, potențialele contramăsuri sunt dezvoltate și perfecționate folosind studii realizate la sol.

1.2 Scopul tezei de doctorat

Obiectivul principal al tezei de doctorat îl reprezintă proiectarea și dezvoltarea unor metode, algoritmi și aparate necesare evaluării stării de sănătate din punct de vedere fiziologic și mental destinate persoanelor fragile și/sau implicate în meserii solicitante privite într-o manieră interdisciplinară ce acoperă trei domenii de cercetare de nișă și anume explorarea spațială, sportul de performanță și respectiv sănătatea și securitatea persoanei. Pe parcursul tezei de doctorat sunt prezentate rezultatele obținute în ceea de privește:

I. Dezvoltarea de metode, algoritmi și aparate necesare evaluării stării psihofiziologice prin:
   a. analiza expresiilor faciale din imaginea de spectru vizual,
   b. analiza trăsăturilor psihofiziologice din imaginea de spectru infraroșu,
   c. analiza tulburărilor de vorbire și limbaj analizând discursul și semnalul vocal;
II. Dezvoltarea de metode, algoritmi și aparate necesare evaluării musculaturii striate prin metode de miotonometrie prin:
   a. evaluarea proprietăților musculare utilizând aparatul de miotonometrie dezvoltat,
   b. Studiului comportamentului muscular în condiții simulate de microgravitație,
   c. Evaluarea aparatului dezvoltat în comparație cu dispozitivele de miotonemetrie omoloage;
III. Dezvoltarea de metode, algoritmi și aparate necesare evaluării stării de sănătate fiziologică și/sau mentală prin metode de tip telemedicină dezvoltate în beneficiul:
   a. persoanelor aflate în situații grave în zone izolate și/ sau greu accesibile,
   b. persoanelor vârstnice pentru facilitarea unui climat de viață independent.

1.3 Conținutul tezei de doctorat

Teza de doctorat se concentrează asupra definirii și dezvoltării de dispozitive și algoritmi necesari evaluării stării de sănătate a individului cu privire la caracteristicile psihofiziologice, musculare și cognitive, destinate persoanelor încadrate în categorii profesionale cu grad sporit de risc (e.g., astronauți, sportivi de performanță, etc.) cât și persoanelor vârstnice, fragile sau aflate în situații de urgență.

Capitolul 2 prezintă abordările autorului în ceea ce privește dezvoltarea de algoritmi și metode destinate evaluării non-contact, non-invazive și non-intruzive a stării psihofiziologice a individului.

Capitolul 3 prezintă un experiment de imersiune uscată cu o durată de 21 de zile în cadrul Institutului de Probleme Biomedicale al Academiei de Științe Ruse cu scopul de a prezenta rezultatele extrase de dispozitivul MusTone, în paralel cu dispozitivul MyotonPro.

Capitolul 4 se referă la dispozitivele și aplicațiile de telemedicină și asistare a persoanelor vârstnice la dezvoltarea cărora autorul a participat. Capitolul pornește de la prezentarea prototipului de telemedicină care permite portabilitate în zone greu accesibile, dezvoltat în cadrul Institutului de Științe Spațiale și cerințele funcționale pe baza cărora stația de telemedicină a fost construită. Din punct de vedere tehnic al dezvoltării soluției eHealth, sunt prezentate cronologic progresele realizate în implementarea hardware și software a arhitecturii ținând cont de definirea unui sistem de interes conform metodologia de inginerie a sistemelor și utilizând platforme comerciale integrate pentru monitorizarea informațiilor biometrice prelevate de la persoanele vârstnice pentru facilitarea unei vieți independente**.**

Capitolul 2

Metode de analiză automată a comportamentului psihofiziologic

Emoțiile joacă un rol important în procesul de adaptare la mediu, proces care asigură supraviețuirea individului. În mediu pot exista agenți externi (fizici, chimici, biologici) care acționează ca factori de stres care agresează corpul, inducând în mod adaptiv modificări morfofuncționale, cel mai adesea endocrine. Gradul de stres depinde de intensitatea și agresivitatea stresorului, dar mai ales de reactivitatea individuală, fiind implicați factori biologici dar și psihologici, culturali și educaționali. În multe profesii, angajații sunt expuși voluntar și informat la factorii de stres ai mediului, dar prin cunoștințele pe care le dobândesc și prin profesionalism, contracarează și reduc riscurile unei stări emoționale instabile.

2.1 Prezentarea domeniului de analiză automată a comportamentului psihofiziologic

2.1.1 Analiza automată a emoțiilor din imaginea vizuală

Analiza expresiei faciale și implicit evaluarea emoțiilor reprezintă subiecte de cercetare pentru descrierea comunicării nonverbale printr-o multitudine de aplicații în medicină, securitate, știință și, de asemenea, cu o aplicabilitate importantă în evaluarea sănătății comportamentale a astronauților angrenați în misiuni care implică zborurilor spațiale prelungite. Pornind de la observația că „expresia la nivelul de analiză reprezintă activitatea neuromusculară a feței” [5]: 188, în ultimele decenii, cercetările cu privire la detecția expresiilor faciale a câștigat recunoaștere către domeniile de securitate a persoanei cât și pentru domenii care implică diagnostic clinic și terapii, o educație eficientă, marketing, etc. Domeniul de cercetare este puternic influențat de anumite teorii și concepte, așa cum sunt ilustrate in literatura de specialitate de Ekman și Friesen. Manual FACS reprezintă pana în prezent una dintre cele mai utilizate codificări ale expresiilor faciale care indexează manifestarea mișcărilor musculare la nivel facial și unul dintre cele mai comune instrumente de cercetare care constituie elementele de

bază pentru software-urile de analiză emoțională existente pe piață, oferind o măsură sigură de evaluare a comportamentului facial.

Unitățile de acțiune (UA) reprezintă expresii elementare universale care formează întreaga manifestare facială a unei expresii fiind acțiuni fundamentale faciale determinate de relaxarea sau contracția unui mușchi sau a unui grup de mușchi. Unitățile de acțiune au fost indexate, rezultând un număr de aproximativ 60-70 de unități împărțite în unități de acțiune de bază, unități de acțiune ce descriu mișcările capului, unități de acțiune ce descriu mișcările ochilor. Punctele caracteristice faciale (PCF) reprezintă puncte cheie cu o poziție bine definită care pot fi detectate automat în imaginea facială digitală și reprezintă puncte ușor de recunoscut și localizat la nivelul elementelor faciale (i.e., buzele, sprâncenele, nasul, ochii, etc.) însă pot fi de asemenea și puncte suplimentare cu ajutorul cărora se pot modela alte mișcări specifice ale mușchilor feței. Paul Ekman definește cele șapte emoții universale [6]: fericire, surpriză, tristețe, dezgust, frică, dispreț și furie ca fiind emoțiile recunoscute de persoane ce provin din majoritatea culturilor lumii și cu diverse niveluri de școlarizare. Alternativ sistemului de expresii faciale, Barret [7] introduce conceptul de valență și intensitate emoțională. Astfel, experiența emoțională poate fi pozitivă sau negativă. Bazele de date compuse din imagini selectate și evaluate de experți atât pentru selectarea imaginilor cât și pentru adnotarea bazelor de date cu informații precum puncte faciale, unități de acțiune, emoții, etc. Dintre acestea, una dintre cele mai renumite baze de date dezvoltată pentru evaluarea automată a emoțiilor este Cohn Kanade (CK) [8]. OpenFace este un software open-source care integrează algoritmii existenți destinați pentru detectarea emoțiilor prin clasificarea și regresia anumitor unități de acțiune, localizarea reperelor faciale, poziția geometrică a capului și estimarea direcției privirii. FaceReader, este un software dezvoltat de compania Noldus pentru identificarea emoțiile FaceReader se adresează în principal sectorului de cercetare. Evaluare a stării emoționale se bazează pe evaluarea unei rețele de puncte faciale, textura feței și FACS utilizând modele antrenate cu imagini adnotate manual ale unor seturi de largi de imagini.

2.1.2 Analiza automată a imaginilor termice

Literatura de specialitate relevă mai multe metode pentru măsurarea pulsului arterial prin evaluarea schimbărilor de temperatură în regiunea de interes (RI) carotidă sau determinarea pulsului arterial care poate fi analizată dintr-o poziție frontală sau laterală corespunzătoare RI a arterelor temporale superficiale[9]. Mai mult, un studiu relevant vizează o metodă de monitorizare a respirației, pe baza temperaturii determinate la RI din nas printr-o analiză particulară a formei RI.

2.1.3 Analiza automată a vorbirii și limbajului

Chiar dacă actul vorbirii cuprinde aspecte fiziologice semnificative, atât vorbirea, cât și limbajul se referă la stările psihofiziologice ale omului și, mai mult, vorbirea ar putea

fi rezultatul unor procese emoționale și intelectuale, în timp ce limbajul reflectă profund modul în care este percepută realitatea. Ca instrumente esențiale ale psihologiei comportamentale, determinarea automată a problemelor psihologice interpersonale sau intrapersonale care pot apărea la astronauți în timpul misiunilor spațiale reprezintă un subiect de interes.

Conform studiului exprimat în [2], potențialele tulburări ale SL care ar putea apărea la astronauți în timpul unei misiuni spațiale de lungă durată ar putea fi prezentate neexhaustiv astfel:

A. ***Tulburări de ritm și fluență*** pot fi împărțite în:

- *balbismul* – manifestat prin repetări de sunete / silabe, fragmentări ale discursului, și/sau blocarea temporară a vorbirii ar putea fi asociată cu un context emoțional provocator dat de nesiguranță personală, amplificarea stării de anxietate, etc;
- *tahilalia* – manifestată printr-o dezordine caracterizată de o rată de vorbire rapidă asociată cu iritabilitate, instabilitate nervoasă, hiperexcitabilitate, etc.;
- *bradilalia* – manifestată printr-o rată de vorbire lentă din punct de vedere patologic dată de activitatea cerebrală lentă, efectele sindromului de astenie etc.

B. ***Tulburări de articulare***:

- *dislalia* - pot fi caracterizate de sunete deformate, omise, șterse, substituite sau adăugate care pot fi cauzate de capacitatea de articulație limitată. Purtarea echipamentelor, atrofia musculară și modificări morfologice, postură vicioasă datorată microgravitației etc.
- *rinolalia* – cauzată de blocarea trecerii fluxului de aer pe calea nazală.

C. ***Tulburări de structurare a limbajului intern*** produc efecte negative în înțelegerea comunicării prin structurarea și articularea ideilor personale cu aspectele care rezidă în fonologie, morfologie, sintaxă, semantică și sunt cauzate în special de microgravitate și de factorii de stres ai mediului izolat și limitat (MIL), vertij, multiculturalitate etc.;

D. ***Tulburări de voce***[2], așa cum sunt definite în, acestea ar putea fi cauzate de mediul fizic (e.g., compoziția chimică a aerului, radiații, etc.), precum și de factori psihogeni care pot provoca spasme faringo-laringiene defavorizând fonația naturală. Aceste tulburări pot sunt:

- *disfonia* – manifestată prin alterare și/sau pierdere parțială a vocii și/sau scăderea sau creșterea anormală a intensității semnalului vocal;
- *afonia* – cauzată de factori psihologici și manifestată prin blocarea mobilității și/sau a elasticității corzilor vocale pentru perioade scurte de timp.

Prelucrarea Limbajului Natural (PLN) este un subdomeniu al Inteligenței Artificiale care își propune să folosească resursele unei unități de calcul cu scopul de a înțelege și de a procesa limbajul natural uman. În acest context, descriptorul unui cuvânt este o mapare a acestuia sub forma unui vector de numere reale. Descriptorul încearcă să cuprindă sensul unui cuvânt din punct de vedere morfologic, contextual și statistic, legat de întregul corpus de text [10].

2.2 Metode de analiză facială automată a expresiilor faciale utilizând imaginea de spectru vizual

În domeniul analizei expresiilor faciale, autorul a participat la elaborarea unor metode de determinare a stării emoționale, aducând contribuții prin implementarea software a unor sisteme bazate pe detecția punctelor faciale conform unor principii antropometrice, având ca rezultat modele noi de detecție a valenței emoționale și a emoțiilor universale, evaluarea unor arhitecturi de calcul paralel utilizabile pentru a rula sisteme software de detecție a emoțiilor în misiuni spațiale, dezvoltarea de scenarii de evaluare comportamentală în condiții analoage spațiale.

Analizând măștile faciale existente, apare o confuzie cauzată de numărul foarte mare de puncte de reper și mai ales cauzată de poziționarea lor simetrică. Majoritatea acestor algoritmi identifică punctele cheie care sunt mai ușor de localizat, decât să marcheze reperele conform unor principii antropometrice și să urmărească motilitatea musculară la nivel facial care este implicită în exprimarea emoțiilor. Pornind de la aceste nevoi, un alt tip de mască facială (prezentat în Figura 2.3) a fost construit având la bază morfologia funcțională a feței, care permite o evaluare mai sensibilă și mai rapidă a expresiilor faciale legate de fondul emoțional.

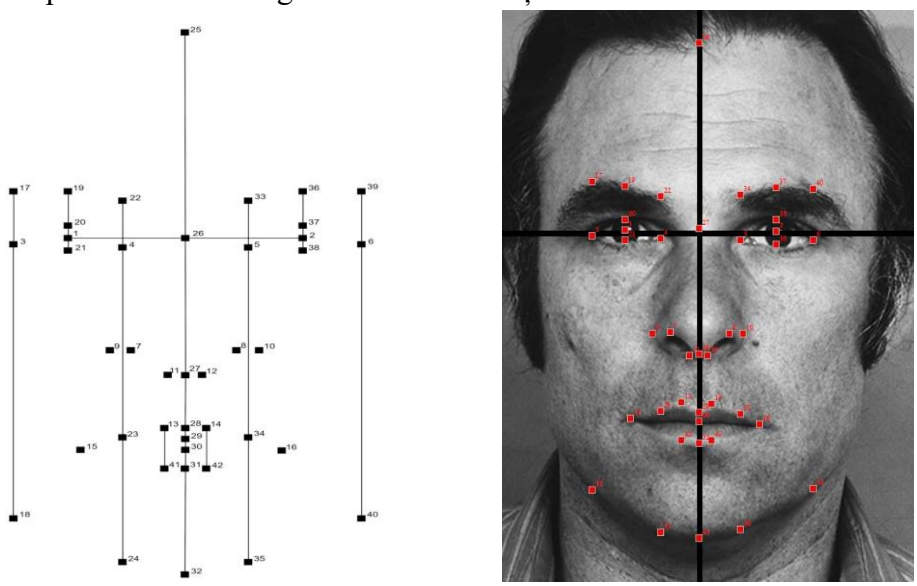


Figura 2.3 *Masca facială conform principii antropometrice*

De asemenea a fost implementată o metodă de localizare a punctelor faciale și detectează mai multe reperele faciale cu scopul de a estima beneficiul potențial al utilizării măștilor faciale în sens antropometric propuse. În procesul de antrenare-testare-validare prezentat în Figura 2.4 și respectiv Figura 2.5, colecțiile de imagini adnotate cu informațiile despre statusul emoțional vor fi folosite ca input pentru diferitele arhitecturi de rețele neuronale stabilite ca fiind relevante.

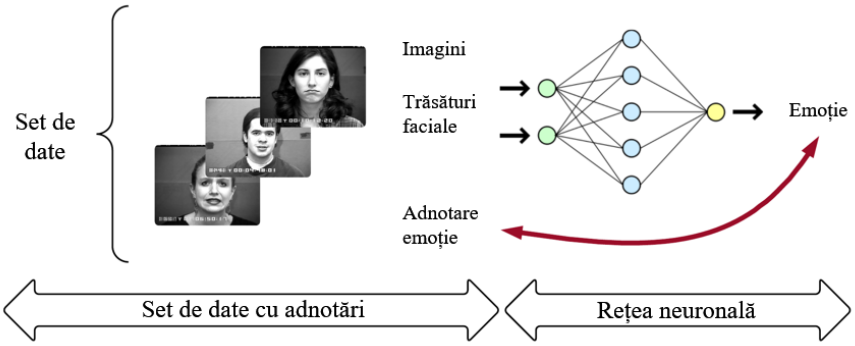


Figura 2.4 *Procedura de antrenare/testare a rețelei neuronale*

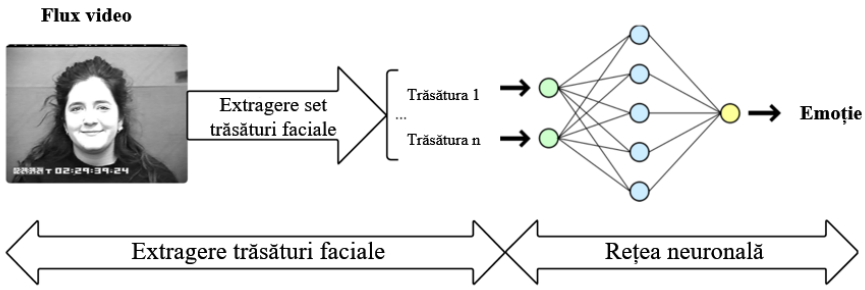


Figura 2.5 *Mecanismul de funcționare al aplicației (©Jeffrey Cohn)*

Din baza de date CK + au fost extrase imaginile care surprind intensitatea maximă a fiecărei emoții. Conform măștii faciale descrise anterior, cele 35 de puncte faciale au fost extrase și a fost calculată matricea de distanță, normată la distanță interpupilară. Spațiul trăsăturilor a fost 595 dimensional. Pentru a îmbunătăți performanța modelului anterior (MVS_AFL), a fost antrenată o rețea neuronală cu un singur strat ascuns (RN_AFL) folosind mediul de dezvoltare MATLAB cu scopul de a detecta, pentru început valența emoțională. Stratul de intrare al rețelei neuronale a fost proiectat pentru un descriptor 741 parametri care conține toate distanțele dintre cele 39 puncte faciale antropometrice. Astfel, performanța RN_MFA în comparație cu modelele anterioare este prezentată în Tabelul 2.3, unde: MVS_MFA – clasificator bazat pe metoda mașinilor cu vectori suport utilizând masca punctelor faciale antropologice; MVS_UA - clasificator bazat pe metoda mașinilor cu vectori suport utilizând unități de acțiune; RN_MFA_valență – rețea neuronală pentru detecția valenței emoționale utilizând puncte faciale antropologice; RN_MFA_emoție - rețea neuronală pentru detecția valenței emoționale utilizând puncte faciale antropologice.

Tabelul 2.3 *Performanța modelelor evaluată utilizând setul de date CK +.*

MVS_MFA	MVS_UA_valență	**RN_MFA_valență**	**RN_MFA_emotie**
87%	93%	**98.1%**	**89.4%**

Matricea de confuzie a modelelor propuse de detecție sunt referite în Figura 2.7 ca RN_MFA (versiunea a.) și în Figura 2.8 ca RN_MFA (versiunea b.).



Figura 2.7 *Matricea de confuzie a modelului RN_MFA versiunea a, unde 1 – valență negativă și 2 – valență pozitivă.*

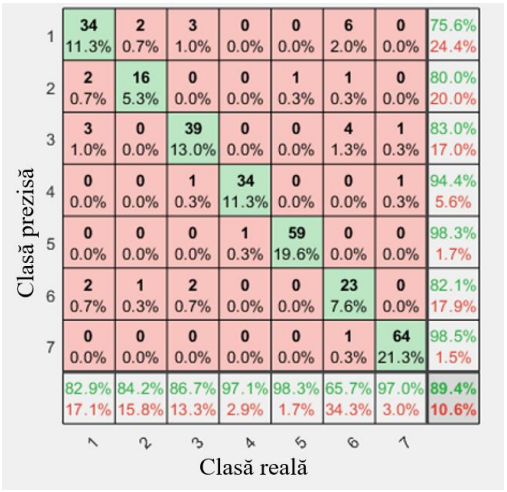


Figura 2.8 *Matricea de confuzie a modelului RN_MFAs versiunea b, unde 1 - furie, 2 - dispreț, 3 - dezgust, 4 - frică, 5 - fericire, 6 - tristețe, 7 - surpriză.*

Având în vedere faptul că la momentul actual, majoritatea sistemelor utilizează identificarea unităților de acțiune și respectiv a intensităților unităților de acțiune, în combinație cu modele de inteligență artificială parcurgând baze de date largi de imagini sau secvențe video etichetate cu informații precum emoție, unități de acțiune, puncte caracteristice faciale, etc., este propusă o partiționare flexibilă a unui sistem practic de evaluare a emoțiilor într-un sistem “pipeline” de componente de procesare.

Procesarea se efectuează în patru etape consecutive grupate sub forma mai multor niveluri de procesare. În primul nivel, imaginile sunt achiziționate utilizând surse video (i.e., cameră web, un flux video de rețea, un set de fotografii sau un fișier video).

Al doilea nivel este responsabil de detectarea feței și opțional recunoașterea feței din imaginile digitale achiziționate. În acest stadiu, fiecare imagine este segmentată pentru a putea fi obținute secțiuni de imagine, fiecare conținând o singură față. Pe nivelul următor, extracția UA este efectuată pe baza acestor imagini faciale astfel încât la nivelul final de procesare, o componentă a rețelei neuronale să proceseze valorile UA corespunzătoare fiecărei imagine cu scopul de a determina emoția.

Componente de vizualizare și de analiză statistică sunt opționale și pot fi adăugate pentru a prezenta informații în timp real (i.e., evoluția emoțiilor echipajului aerospațial la centrul de controlul al misiunii, etc.). Etapele de procesare constau în una

sau mai multe componente identice, care comunică prin conexiuni de rețea, astfel încât imaginile sunt transferate prin protocol Network File Storage (NFS). Această arhitectură permite fiecărei etape să se execute pe un sistem de procesare diferit, facilitând eficiența maximă în calcul. Evaluarea sistemului a fost realizată pe un sistem de calcul cu procesor x86 (i.e., computer de tip laptop cu procesor cu 4 nuclee Intel i5-2410M și 8 GB RAM)și comparată cu noul sistem compus din kitul de dezvoltare Jetson TK1, echipată cu un procesor SoC Tegra K1, format dintr-un procesor ARM cu 4 nuclee cuplat la un procesor grafic NVIDIA. Rețeaua neuronală dezvoltată constă într-un strat de intrare de 18 intrări, corespunzător celor 18 Unități de Acțiune identificate de OpenFace, 36 de unități ascunse și un strat de 7 ieșiri, reprezentând cele 7 emoții universale etichetate: furie, dezgust, frică, fericit, tristețe, surpriză , dispreț. Funcția de activare utilizată în setarea curentă este un sigmoid simetric.

2.3 Metode de analiză psihofiziologică utilizând imaginea de spectru vizual și infraroșu

Metodologia de analiză propusă are în vedere construirea unei aplicații de evaluare psihofiziologică în ceea ce privește ritmul respirației, ritmul cardiac, determinarea temperaturii la nivelul pielii, pattern-uri de perspirație și/sau informații subcutanate. A fost conceput un scenariu experimental pentru a colecta date în format video. Configurația experimentală, prezentată în Figura 2.12 presupune ca subiectul să fie așezat pe un scaun la o distanță de aproximativ 1-2 metri față de cameră.



Figura 2.12 *Configurația experimentală*

Semnalul procesat și valorile maxime detectate sunt ilustrate în Figura 2.14. Valorile maxime și minime corespund proceselor de expirație respectiv inspirație, având în vedere că eliminarea din plămâni a aerului inspirat are o temperatură semnificativ mai mare decât cea a aerului ambiental inhalat. De asemenea, zona de interes (RI) poate include și zona nazală superioară care se comportă similar influențând valoarea într-un mod direct proporțional cu temperatura aerului inhalat și respectiv eliminat din plămâni.

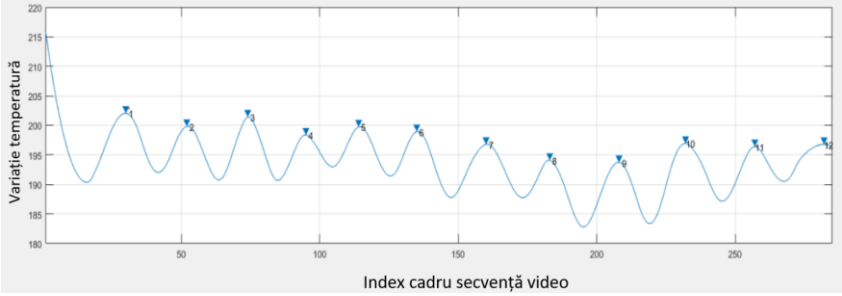


Figura 2.14 *Detecție a ratei respirației*

2.4 Metode de analiză a tulburărilor de vorbire și limbaj din semnalul vocal

În încercarea de a determina o modalitate de măsurare a coerenței, următoarea presupunere a fost formulată: cu cât o propoziție conține cuvinte semantic mai apropiate de semnificația propoziției, cu atât este mai coerent discursul. Astfel, având o reprezentare vectorială a cuvintelor, o reprezentare vectorială a sintagmei este necesară, pentru a putea aplica similaritatea cosinusului și a detecta cât de corelate sunt cele două. Pentru a obține descriptorul propoziției, a fost calculată media vectorilor cuvintelor care alcătuiesc propoziția. În acest scop, s-au folosit tehnici word2vec pre-antrenate. Cuvintele absente din vocabularul modelului au fost ignorate. Astfel, vectorul mediu rezultat a fost considerat în continuare ca reprezentare în spațiul vectorial al contextului propoziției. Apoi, s-a calculat asemănarea semantică dintre vectorul mediu și descriptorul fiecărui cuvânt în propoziție cu similitudine cosinus.

2.5 Facilități terestre de simulare a condițiilor psihologice specifice mediului MIL

Stația Concordia [11] este o facilitate de cercetare construită în Antarctica drept una dintre cele mai izolate locații caracterizate de condiții extreme de existență pentru omenire. Astfel, stația Concordia este utilă pentru cercetări în domeniul medicinei spațiale.

Facilitatea NEK [12], localizată în Moscova este o stație formată din mai multe module, destinată studiului condițiilor de viață și activitate a echipajului în contextul unor misiuni spațiale simulate în cadrul proiectului SIRIUS.

Capitolul 3

Metode de evaluare miotonometrică

Literatura de specialitate relevă o nevoie sporită pentru dezvoltarea unor metode de caracterizare și evaluare obiectiva a țesutului muscular. Există în acest moment mai multe echipamente care pot măsura caracteristicile musculare utilizând anumite tehnici și proceduri de măsurare precum dinamometrul - capabil sa măsoare forța maximală menținută într-o contracție izometrică pentru un interval de timp prestabilit, miograful - capabil să evalueze afecțiunile neuro-musculare prin proceduri de electromiografie, elastografia - realizată prin rezonanță magnetică (RMN), cât și biopsia țesutului muscular, care este cea mai invazivă metodă dintre cele enumerate.

3.1 Metode și aparate de evaluare miotonometrică

MyotonPro este un dispozitiv de miotonometrie construit pentru evaluarea neinvazivă a proprietăților țesuturilor moi. După cum poate fi observat in Figura 3.1, dispozitivul este unitar și utilizează un piston subțire cu diametrul secțiunii transversale de 3 mm. Pistonul trebuie presat cu o forță prestabilită (i.e., 0,18 N), perpendicular pe suprafața de contact a mușchiului de evaluat. După atingerea forței prestabilite, pistonul furnizează 5 impulsuri mecanice cu o forță de 0,4 N la un interval de 1 secundă. Datele obținute sunt mai apoi mediate în scopul obținerii unui rezultat unic. Proprietățile vâscoelastice ale mușchilor și anume: tonusul muscular, rigiditatea musculară și decrementul logaritmic, timpul de relaxare, rație - ca raport între timpul de relaxare și momentul de deformare sunt evaluate pe baza rezistenței țesuturilor la acțiunea pistonului.

3.2 Descrierea funcționalității aparatului de evaluare miotonometrică MusTone

MusTone este un dispozitiv dezvoltat la nivel de prototip în cadrul Institutului de Științe Spațiale și așa cum poate fi observat în Figura 3.2, este format dintr-o unitate de achiziție a datelor, un piston cu funcție de percuție și palpare, accelerometre cu aplicare pe piele și accesorii (i.e., sursa de alimentare DC, alimentator AC-DC, etc.). Progresele și

dezvoltările tehnologice ale dispozitivului MusTone au fost raportate în literatura de specialitate incluzând abordările preliminare, studii de caz și teste de reproductibilitate.



Figura 3.2. *Dispozitiv MusTone*

Parametrii analizați utilizând datele culese de dispozitivul MusTone exclusiv în punctul de impact sunt identificați și în literatura de specialitate după cum urmează:

- Frecvența de oscilație, un indicator al tensiunii intrinseci a unui mușchi în stare pasivă, fără contracție voluntară. O creștere a tensiunii intrinseci duce la o scădere a fluxului sanguin muscular care este asociată cu o recuperare mai dificilă.
- Decrement logaritmic, parametru care indică capacitățile de elasticitate musculară și disiparea energiei mecanice după deformare. Cu cât această valoare este mai mare, cu atât elasticitatea este mai mică și disipabilitatea este mai mare.
- Timpul de relaxare după stres mecanic reprezintă timpul necesar pentru ca țesutul muscular să revină la forma înainte de deformare. Cu cât această valoare este mai mare, cu atât este mai mare timpul necesar pentru recuperare.
- Rație - raportul dintre timpul de deformare musculara si timpul de relaxare - cu cat acest parametru este mai mic, cu atât mușchiul este mai sănătos.

Pentru analiza datelor este folosită o aplicație MATLAB care permite preprocesarea datelor, oferind posibilități de selectare a accelerometrelor de analizat, medierea semnalelor ale repetițiilor consecutive, netezirea semnalului și extragerea setului de parametri de interes definiți anterior (i.e., F - frecvență, R – timp de relaxare, C - rație, D – decrement logaritmic, times – indici temporali ai minimelor și maximelor globale, etc.).

3.3 Facilități analoage condițiilor de microgravitație

Facilitățile de imersiune uscată (IU) utilizează o procedură de simularea a condițiilor de microgravitație și implică scufundarea corpului uman în apă, acoperit cu o pânză impermeabilă pentru a menține pielea uscată [13]. Acest tip de experiment este util în conceperea de contramăsuri fiziologice la efectele adverse fiziologice ale microgravitatiei asupra corpului uman. Facilitățile de imersiune uscată sunt localizate în cadrul Institutul de Probleme Biomedicale al Academiei Ruse de Științe (IMBP-RAS), Institutul de Medicină Spațială și Fiziologie (MEDES), Franța, etc.

3.4 Analiza datelor miotonometrice colectate într-un experiment de imersiune uscată

Utilizând aparatul MusTone în cadrul unui studiu de imersiune uscată cu o durată de 21 de zile, efectuat asupra a 6 subiecți, evoluția mușchiului solear a fost evaluată pentru a confirma modificările parametrilor de interes (i.e., tonus muscular, timp de relaxare, decrement logaritmic, rație) și de a identifica un comportament general al mușchiului analizat în condiții de microgravitație. În continuare, având la dispoziție cele rezultatele înregistrarate cu cele două dispozitive: MyotonPro și MusTone, unul dintre principalii parametri ai proprietăților vâscoelastice ale complexului miofascial, denumit tonus muscular a fost evaluat [14], [15].

Caracteristicile tonusului muscular al mușchilor spatelui și picioarelor sunt investigate pe parcursul studiului IU de 21 de zile folosind cele doua dispozitive miotonometrice amintite mai sus asupra a 6 subiecți. Măsurarea rigidității transversale a mușchiului Longissimus (m. Longissimus dorsi) a fost efectuată în proiecția coloanei vertebrale la nivelul T12-L1. Analiza statistică a fost efectuată în programul GraphPad Prism. Diferența dintre sesiuni a fost verificată folosind analiza variației unui singur factor și criteriul exact Fisher (ca un criteriu posterior). Nivelul de semnificație a fost stabilit <0,05. Datele sunt prezentate ca medie ± SD – deviație standard.

- Rigiditatea transversală a ***mușchiului coapsei*** (m. Rectus femoris) a fost de 14,7 ± 1,5 Hz utilizând dispozitivul MyotonPro, iar utilizând dispozitivul MusTone, 22,2 ± 5,1 Hz. În timpul IU a fost înregistrată o scădere a rigidității transversale a aceluiași mușchi, atingând un minim absolut în ziua IU21 și anume 13,4 ± 0,6 Hz (-8,5%; p = 0,01) utilizând dispozitivul Myoton și în ziua a 13a (-15%) utilizând dispozitivul MusTone
- Rigiditatea transversală a ***mușchiului gastrocnemian*** (m. Gastrocnemius med.) a fost de 14,6 ± 1,1 Hz utilizând dispozitivul Myoton și 20,9 ± 2,9 Hz utilizând dispozitivul MusTone. În timpul IU, la înregistrarea datelor folosind dispozitivul Myoton, a fost constatată o creștere semnificativă a acestui indicator față de valoarea din perioada de recuperare mai ales în ziua IU5. La măsurarea rigidității transversale folosind dispozitivul MusTone în ziua IU10, a fost înregistrată cea mai mare creștere.
- Rigiditatea transversală a ***mușchiului tibial anterior*** (m. Tibialis ant.) a fost cea mai mare dintre toți mușchii examinați. Valorile sale inițiale au fost 21,0 ± 2,2 Hz și 24,1 ± 2,2 Hz. Utilizând MyotonPro a fost înregistrată o scădere semnificativă a rigidității transversale pe toată perioada de imersiune, atingând un minim în ziua IU21 (-19,3%; p < 0,001)iar utilizând dispozitivul MusTone, a fost observată o tendință de reducere a acesteia, dar nu au fost găsite diferențe semnificative.
    - Rigiditatea transversală a ***muschiului Longissimus*** înainte de începerea SI a fost de 16,9 ± 2,0 Hz utilizând MyotonPro și respectiv 22,2 ± 2,3 Hz utilizând MusTone. În timpul SI de 21 de zile, nu au existat diferențe evidente față de valorile inițiale utilizând dispozitivul Myoton. Trebuie specificat că pe durata IU, o parte a grupului a înregistrat o scădere, iar cealaltă o creștere a rigidității musculare. Utilizând

instrumentului MusTone a fost înregistrată o creștere progresivă a rigidității transversale, atingând nivelul maxim în ziua IU17.

Studiul a arătat că analiza rigidității transversale este foarte sensibilă la metoda și/sau aparatele de măsurare și poate fi caracterizată printr-o stabilitate scăzută. De asemenea, la mușchii la care au existat modificări evidente ale rigidității transversale până în ziua IU21, a fost înregistrată o scădere progresivă a acestui indicator fără a ajunge la platou. În timpul studiului a fost înregistrată o scădere semnificativă a rigidității transversale a mușchiului gastrocnemian (m. Rectus femoris), și a mușchiului tibial anterior (m. Tibialis ant.).

Capitolul 4

Telemedicină și metode de asistare a persoanelor vârstnice

Aplicațiile de telemedicină reprezintă facilități și dispozitive suport utilizate în situații critice din zone îndepărtate, greu accesibile, izolate, bine-cunoscute pe scară largă și reprezentate în literatura de specialitate la nivel mondial dar și în România. În România, în cadrul Institutului de Științe Spațiale au fost dezvoltate, în mod independent, mai multe versiuni de stații de lucru portabile de telemedicină [16], una dintre ele realizându-se în cadrul programului ESA-PECS al Agenției Spațiale Europene (ESA). Având în vedere contextul creșterii cu 20% a numărului de persoane de peste 60 de ani până în 2030, apare o nevoie reală de a sprijini persoanele în vârstă să trăiască independent utilizând soluții tehnologice eHealth care s-au dovedit a fi tot mai promițătoare pentru ușurarea activităților din viața de zi cu zi. La nivel global, creșterea speranței de viață duce la o creștere a proporției de adulți în vârstă [17] care necesită un anumit grad de asistență medicală ca urmare a deteriorării sănătății. Statisticile arată că numărul persoanelor cu vârsta peste 60 de ani va crește cu 20% până în 2030 și demonstrează clar necesitatea dezvoltării sistemelor de telemedicină și eHealth. Pentru a menține adulții în vârstă independenți pentru o perioadă mai lungă de timp, una dintre cele mai importante componente ale unui sistem de sănătate electronică este monitorizarea sănătății prin parametri fiziologici.

4.1 Descrierea domeniilor de telemedicină și asistare a persoanelor vârstnice

O atenție specială în perspectiva asistenței medicale la nivel mondial este orientată către bolile cronice, cunoscute și sub numele de Boli Netransmisibile (BNT), cauzate de numeroși factori de risc, în special în ceea ce privește veniturile slabe, factorii de stres de mediu și metabolici, inactivitatea fizică și modelele de comportament negative, care duc la 71% din toate decesele la nivel global, în timp ce peste 85% dintre aceste decese, considerate ca fiind premature, apar în țările cu venituri mici și medii din țările subdezvoltate.

4.2 Realizarea prototipului de telemedicină

Un prototip de sistem portabil în condiții dificile de acces, finalizat sub denumirea de PTW - Portable Telemedicine Workstation a fost dezvoltat conform procedurilor de Inginierie a Sistemelor (IS) personalizate special pentru telemedicină și sectorul spațial[18]. În acest context, cerințele sistemului PTW au fost stabilite ca rezultat al unui proces complex bazat pe IS în care problemele și nevoile părților interesate au fost determinate în mod cuprinzător, iar cerințele utilizatorilor finali au fost elaborate pentru specificarea ulterioară a sistemului.

Pentru a pregăti transferul tehnologic, a fost dezvoltat un prototip complet funcțional, înglobând soluții mecanice, electronice și software, o parte dintre acestea fiind raportate în [19], [20]. Prototipul este complet funcțional și a fost realizat de Institutului de Științe Spațiale, în cooperare cu Agenția Spațială Europeană într-un demers care sprijină dezvoltarea de aplicații tehnologice spațiale ca spin-off terestru pentru industrie și implicit pentru beneficiul societății.



Figura 4.6 *Prototip funcțional PTW*

4.3 Definirea și dezvoltarea tehnologiilor de asistență destinate persoanelor vârstnice

Autorul a participat la activitățile de definire și dezvoltare a unui prototip eHealth urmărind un procedeu de co-proiectare desfășurat împreună cu grupuri de bătrâni din România, Italia și Ungaria. Demersurile au fost conduse în cadrul Programului Internațional Active and Assisted Living (AAL) care susține dezvoltarea de „soluții inteligente pentru o îmbătrânirea corectă”.

Identificarea și clasificarea utilizatorilor finali au fost aspecte importante în interacțiunea pentru modelarea conceptului tehnologic de eHealth. Astfel, în cadrul sesiunii de co-design au fost identificate trei grupuri țintă de utilizatori finali:

- grup țintă primar – utilizatori finali vârstnici (și anume vârstnici care suferă de boli cronice legate de vârstă și/sau probleme cognitive ușoare);
- grup țintă secundar - îngrijitorii (la nivel de familie și de voluntari);
- grup țintă terțiar – manageri din sectorul public și privat ai unităților de îngrijire a persoanelor vârstnice.

Cerințele preliminare pentru serviciul eHealth la finalul sesiunii de co-design au fost determinate. Astfel, în conformitate cu cerințele preliminare ale utilizatorului final obținute în timpul sesiunii de co-design din România, conceptul de eHealth a fost conceput, bazat pe trei componente principale și anume: sistem fizic eHealth; aplicație și facilitate Cloud; dispozitiv inteligent al îngrijitorului (capabil să ruleze un browser web. Având în vedere criteriile de interoperabilitate AAL, sistemul de eHealth propus este conceput pe baza dispozitivelor comerciale, implicit pe hardware open-source și platforme de dezvoltare pentru aplicații de eHealth.

Principalele obiective avute în vedere pentru dezvoltarea unui prototipului eHealth conform Cerințele preliminare identificate în cadrul sesiunii de co-design [21]au fost:

1) Definirea, implementarea și integrarea unei arhitecturi eHealth și a unui sistem de interes (SI) respectând metodologia de inginerie a sistemelor și bazat pe platforme comerciale (i.e., MySignals, Arduino) integrate pentru monitorizarea informațiilor biometrice prelevate de la persoanele vârstnice cu boli netransmisibile (BNT) și/sau Tulburări Cognitive Ușoare (TCU) pentru facilitarea unei vieți independente.
2) Definirea și proiectarea prototipul mecanic eHealth în concordanță cu nevoile identificate în sesiunile de co-design.
3) Definirea și implementa de la zero a unui senzor de evaluare cognitivă în ceea ce privește timpul de reacție ales ca instrument de evaluare cognitivă și dezvoltarea unei metodologii corespunzătoare.
4) Optimizarea datelor relevante ale senzorilor biometrici comerciali prin utilizarea algoritmilor de filtrare.
5) Analiza și optimizarea consumului de energie al prototipului eHealth.
6) Optimizarea latenței de comunicare pe distanțe scurte și lungi pentru transmiterea datelor biometrice la nivel local și la distanță.

Prototipul eHealth prezentat în continuare se bazează pe platforma eHealth low-cost produsă de compania Libelium MySignals Hardware. Platforma de dezvoltare permite integrarea de soluții medicale de tip IoT-ului utilizând plăci Arduino și senzori biometrici care pot fi conectați cu sau fără fir. Compania Libelium comercializează în paralel produsul MySignals Software [22], pregătit pentru utilizare în conexiune cu serviciul Cloud dezvoltat aferent.

Prototipul eHealth a fost definit utilizând o arhitectura a sistemului conform metodologiei obiect-proces, unde sunt modelate punctele structurale, funcționale și comportamentale ale sistemului într-o arhitectură unitară coerentă. După cum poate fi observat în Figura 4.13, reies elementele structurale ale prototipului eHealth.

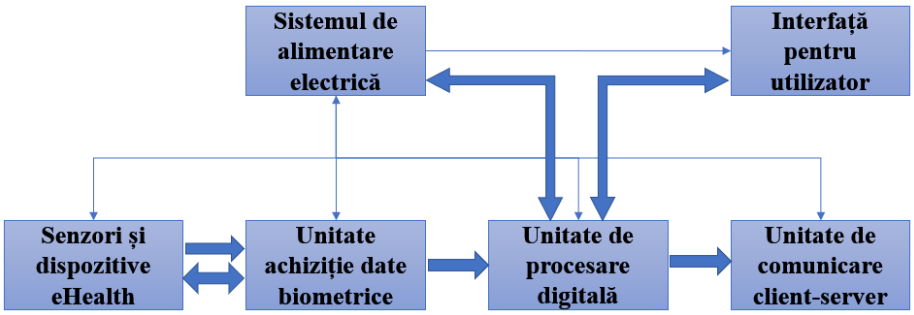


Figura 4.13. Elementele structurale ale dispozitivului eHealth

Metodologia de măsurare a timpului de reacție la alegere (TRA) a permis crearea dispozitivului TRA. Pornind de la premisa prezentată de literatura de specialitate cu privire la creșterea odată cu vârsta a timpul de reacție la stimuli vizuali, în special în ceea ce privește discriminarea stimulilor cromatici, metodologia Timpului de Reacție la Alegere (TRA) se bazează pe mai mulți stimuli vizuali și mai multe butoane de răspuns. Principiul metodologic din acest studiu se aseamănă cu cel din [23], unde a fost concepută o țintă la care să se răspundă apăsând un buton, în timp ce literelor cu rol distractor să li se răspundă prin apăsarea celui de-al doilea buton. Astfel, prezenta metodologie se bazează pe stimuli emiși de un LED tricromatic (roșu, verde și albastru) și respectarea următoarei proceduri.

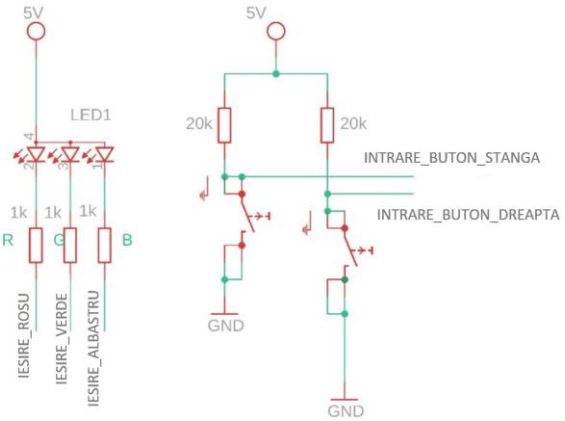


Figura 4.21. *Schema electrică a senzorului TRA.*

Concluzii

Teza de doctorat prezintă evoluția cercetărilor din domeniul analizei automate a comportamentului psihofiziologic și abordează analiza expresiilor faciale din imaginea de spectru vizual, analiza trăsăturilor psihofiziologice din imaginea de spectru infraroșu și analiza tulburărilor de vorbire și limbaj analizând discursul și semnalul vocal. Este prezentată realizarea funcțională, hardware și software a dispozitivului MusTone realizat în cadrul Institutului de Științe Spațiale și posibilitățile de extindere a evaluărilor de calitate musculară prin analiza caracteristicilor de propagare a undei în jurul punctului de impact, cu precădere în lungul fibrei musculare. De asemenea sunt prezentate rezultatele extrase utilizând înregistrările realizate cu aparatul MusTone, în paralel cu un alt dispozitiv de evaluare miotonometrică MyotonPro, cu scopul de a urmari modificările proprietăților mușchilor scheletici pe durata experimentului IU de 21 de zile ce a avut loc în Moscova. Sunt prezentate de asemenea soluțiile de telemedicină și de asistare abordate de autor, fiind prezentate rezultatele ce privesc implementarea fizică a unui prototip funcțional de telemedicină cât și definirea și dezvoltarea unui prototip eHealth în beneficiul independenței persoanelor vârstnice.

5.1 Rezultate obținute

Pe parcursul **Capitolului 2**, sunt prezentate rezultatele obținute de modelele software dezvoltate pentru evaluarea stării emoționale a echipajului spațial utilizând un număr restrâns de puncte faciale concretizat mai apoi prin determinarea unui sistem antropometric de puncte faciale. Este validată o metodologie de evaluare a comportamentului psihofiziologic bazat pe tehnici de analiza a imaginii de spectru vizual cât și infraroșu. Analiza tulburărilor de vorbire și limbaj analizând discursul și semnalul vocal pornește de la un studiu de caz care analizează variațiile anumitor caracteristici ale vorbirii și limbajului continuat apoi prin analizarea unor transcrieri publice ale misiunilor NASA pentru a analiza aspecte precum coerența vorbirii și analiza sentimentelor utilizând tehnicile de prelucrare ale limbajului natural.

Pe parcursul **Capitolului 3**, este descrisă realizarea funcțională și software a dispozitivului MusTone realizat în cadrul Institutului de Științe Spațiale și posibilitățile de extindere a evaluărilor de calitate musculară prin analiza caracteristicilor de propagare a undei în jurul punctului de impact și cu precădere în lungul fibrei musculare și sunt prezentate rezultatele extrase utilizând înregistrările realizate cu aparatul MusTone în experimentului IU de 21 de zile ce a avut loc în Moscova.

In ceea ce privește soluțiile de telemedicină și de asistare abordate pe parcursul **Capitolului 4**, sunt prezentate rezultatele ce privesc implementarea unui prototip funcțional de telemedicină cât și definirea și dezvoltarea unui prototip eHealth în beneficiul asigurării unei vieți independente persoanelor vârstnice sub forma unui sistem integrat extensibil conectabil la Internet, care permite măsurarea de parametri biometrici.

5.2 Contribuţii originale

1. Definirea unui sistem de detecție a valenței și intensității emoționale utilizând un număr restrâns de puncte faciale conform specificațiilor din domeniului științelor spațiale, implicit misiunilor spațiale de lungă durată cu echipaj uman [4];
2. Participare la definirea și dezvoltarea unui sistem automat de localizare a reperelor faciale conform principiilor antropometrice destinat analizei emoțiilor. Evaluarea sistemului de localizare a punctelor faciale propus prin sarcini de detecție automată a valenței emoționale și a emoțiilor realizate prin metode de învățare automată și comparare cu metodele existente prezentate de literatura de specialitate [9, 14];
3. Participare la definirea arhitecturii sistemului de calcul paralel pentru evaluarea emoțiilor conform specificațiilor din domeniului științelor spațiale [6];
4. Definirea unei metodologii originale ce constă în analiza combinată a imagisticii termice și de spectru vizual pentru evaluarea psihofiziologică a astronauților, realizarea unui banc experimental și verificarea funcționalității sistemului [7];
5. Realizarea unui studiu de caz vizând analiza acustică a semnalului vocal extras din interviurile unui astronaut în vederea identificării potențialelor tulburări de vorbire și limbaj existente și proiectarea metodelor automate de evaluare a acestora[8];
6. Participare la proiectarea și testarea unui sistem capabil să detecteze coerența discursului în timpul misiunilor spațiale folosind tehnici de procesare a limbajului natural asupra transcripturilor publice din misiunile NASA [12];
7. Descrierea aparatului de analiză a calităților musculare MusTone, dezvoltat de echipa din care autorul face parte, din punct de vedere al soluțiilor mecanice, electronice și software pe care le înglobează [2]
8. Evaluarea statistică a comportamentului mușchiului solear analizând datele prelevate folosind dispozitivul MusTone în evaluarea celor 6 subiecți participanți la studiul de imersiune uscată de 21 de zile al IMBP-RAS, Moscova [11];
9. Evaluarea efectelor musculare ce apar în urma expunerii la medii simulate caracterizate de microgravitație în studiul de imersiune uscată de 21 de zile. Extragerea datelor și realizarea analizelor statistice asupra caracteristicilor rigidității transversale și participare la evaluarea eficienței actualelor aparate miotonometrice [3];
10. Integrarea metodelor de microgravitație simulată (e.g., clinostat 3D) pentru studiul compartamentului sistemului osos si/sau muscular și dezvoltarea de metode curative [17];
11. Participare la proiectarea și implementarea mecanică și electronică a prototipului complet funcțional PTW dezvoltat de echipa din care autorul face parte [5];
12. Participare în procesul de proiectare și implementare a dispozitivului eHealth, prin metode de co-proiectare și co-creare desfășurate împreună cu grupuri de persoane vârstnice din România pentru a facilita acestora un cadru de viață independent [13];
13. Participare în procesul de proiectare și implementare a dispozitivului eHealth ca sistem de monitorizare biometrică a sănătății utilizând mijloace IoT pentru a facilita persoanelor vârstnice accesul la o viață independentă. Descrierea exhaustivă a

arhitecturii sistemului și implementarea mecanică, hardware și software a prototipului eHealth [1];

14. Participare în cadrul unui studiu de literatură asupra exploatării timpului de reacție la alegere ca metodă complementară în identificarea precoce a durerilor orofaciale idiopatice și evaluarea stimulării magnetice transcraniene neinvazive ca potențial terapeutic în tratarea și/sau ameliorarea algiei bucale nespecifice [15, 16]

15. Participare la realizarea unui studiu de caz pentru evaluarea remanenței în cadrul antrenamentelor de control neuro-muscular asistate de calculator [10].

5.3 Lista lucrărilor originale

Reviste ISI

[1] Vizitiu C, Bîră C, **Dinculescu A**, Nistorescu A, Marin M.(2021) Exhaustive Description of the System Architecture and Prototype Implementation of an IoT-Based eHealth Biometric Monitoring System for Elders in Independent Living. Sensors (Basel). 2021 Mar 6;21(5):1837.

Reviste neindexate ISI

[2] Nistorescu A., **Dinculescu A.**, de Hillerin P. (2018). MusTone muscle analysis device. Applicability and data, 2018 Journal of Physical Education and Sport ® (JPES), 18 Supplement issue 5, Art 312, pp. 2084 - 2087, 2018 online ISSN: 2247 - 806X.

[3] Amirova L.E., Saveko A.A., Rukavishnikov I.V., Nistorescu A., **Dinculescu A.**, Valeanu V., Kozlovskaya I.B., Vizitiu C., Tomilovskaya E.S., Orlov O.I. (2020). Effects of 21-day support unloading on characteristics of transverse stiffness of human muscles. Estimation of efficiency of new myotonometric approaches. Aerospace and environmental medicine 54(4):15-22.

Conferinte indexate ISI

[4] **Dinculescu, A.**, Vizitiu, C., Nistorescu, A., Marin, M., Vizitiu, A. (2015). Novel approach to face expression analysis in determining emotional valence and intensity with benefit for human space flight studies. 2015 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 1-4.

[5] Văleanu, V., Vasiliu, V., Vizitiu, C., Marin, M., Nistorescu, A., **Dinculescu, A.**, Vizitiu, A., Ion, T. (2015). Portable telemedicine workstation full prototype for technological transfer in critical interventions services. 2015 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 1-4.

[6] Baltoiu, A., Petrica, L., **Dinculescu, A.**, Vizitiu, C. (2017). Framework for an embedded emotion assessment system for space science applications. 2017 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 69-72.

[7] **Dinculescu, A.**, Vizitiu, C., Văleanu, V. (2017). Combined thermal infrared and visual spectrum imaging novel methodology for astronauts' psychophysiological assessment. Verification for respiration rate determination. 2017 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 73-76.

[8] Vizitiu, C., **Dinculescu, A.**, Vizitiu, R., Văleanu, V., Nistorescu, A. (2017). Potential astronauts' Speech and Language disorders. Case study: Astronaut's interviews analysis before and after space mission. EHB 2017,pp. 394-397.

[9] **Dinculescu, A.**, Baltoiu, A., Strungaru, C., Petrescu, L., Vizitiu, C., Mandu, A., Talpeş, N., Văleanu, V. (2019). Automatic Identification of Anthropological Face Landmarks for Emotion Detection. 2019 9th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST), 585-590.
[10] Marin, M., Vizitiu, C., Mandu, A., Nistorescu, A., **Dinculescu, A.**, Văleanu, V. (2019). The Cognitive Role in Human Performance Computer-Assisted Control Training and Training Remanence Related Case-Study. 2019 9th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST), 949-954.
[11] A. Nistorescu, A. Dinculescu, C. Vizitiu, M. Marin, M. Mandu, "Soleus Muscle Assessment during 21 Day Dry Immersion Study using MusTone Device," 2019 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2019, pp. 1-4.
[12] Trofin, R.S., Chiru, C., Vizitiu, C., Dinculescu, A., Vizitiu, R., & Nistorescu, A. (2019). Detection of Astronauts' Speech and Language Disorder Signs during Space Missions using Natural Language Processing Techniques. EHB 2019, 1-4.
[13] Vizitiu, C. Bîră, **A. Dinculescu**, M. Mandu, A. Nistorescu, M. Marin, "eHealth Perspective Co-designed and Implemented with Romanian Elders for Independent Living," 2020 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB), 2020/
[14] **A. Dinculescu**, L. Petrescu, C. Vizitiu and A. M. Mandu, "Emotion Detection System Oriented on Anthropological Face Landmarks Complying with Isolated and Confined Environmental Conditions," EHB 2020, pp. 1-4.
[15] **Dinculescu, A.**, Dugan, C., Vizitiu, C, Parlatescu, I. Study on Choice Reaction Time as a Complementary Method in Idiopathic Orofacial Pain. Accepted for publication in IEEE E-Health and Bioengineering Conference - EHB 2021.
[16] Dugan, C., Parlatescu, I., **Dinculescu, A.**, Vizitiu, C. Therapeutic potential of noninvasive transcranial magnetic stimulation in burning mouth syndrome. Accepted for publication in IEEE E-Health and Bioengineering Conference - EHB 2021.

Rapoarte de cercetare din programul de doctorat

1. Localizarea punctelor faciale cu sisteme cascadate de module de tip clepsidră
2. Evaluarea psiho-fiziologică prin metode imagistice în medii de izolare
3. Experiment de microgravitatie simulată prin metoda de imersie uscată
4. Descriere exhaustivă a unui sistem e-Health

5.4 Perspective de dezvoltare ulterioară

Autorul intenționează să continue dezvoltarea de algoritmi și de dispozitive, continuând demersul pornit și prezentat pe parcursul prezentei teze de doctorat, cu precădere în scopul dezvoltării de contramăsuri la efectele spațiale induse factorii stresori specifici misiunilor spațiale de lungă durată. În privința metodele de evaluare miotoniometrică, autorul dorește să continue cercetările utilizând aparatul MusTone pentru a analiza parametrii din punct de vedere a propagării undei în lungul fibrei musculare (e.g., timpul și viteza de propagare a undei, factorului de amortizare, etc.) utilizând astfel informația extrasă de la toți senzorii aparatului pe parcursul experimentelor Dry Immersion. Referitor la domeniul de telemedicină și asistare a persoanelor vârstnice, autorul este motivat să utilizeze cunoștințele dobândite pentru a dezvolta noi sisteme în beneficiul domeniului de sănătate și securitate a persoanei.

Bibliografie

[1] G. R. J. Hockey, A. W. K. Gaillard, și D. Manzey, „HUMAN PERFORMANCE IN EXTENDED SPACE OPERATIONS”, p. 78.

[2] C. Vizitiu și R. Vizitiu, „Importanţa cunoaşterii problemelor psihologice correlate cu limbajul în condiţii extreme de existenţă umană în spaţiul cosmic”, *Tehnici şi Practici Psihologice*, pp. 125–138, 2015, doi: 10.5682/9786062802462.

[3] M. Morphew, „Psychological and Human Factors in Long Duration Spaceflight”, *McGill Journal of Medicine*, vol. 6, ian. 2001, doi: 10.26443/mjm.v6i1.555.

[4] C. Vizitiu, A. Dinculescu, R. Vizitiu, V. Văleanu, și A. Nistorescu, „Potential astronauts’ Speech and Language disorders. Case study: Astronaut’s interviews analysis before and after space mission”, în *2017 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*, iun. 2017, pp. 394–397. doi: 10.1109/EHB.2017.7995444.

[5] C. E. Izard, *The face of emotion.* New York, 1971.

[6] P. Ekman și W. V. Friesen, „Constants across cultures in the face and emotion”, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 17, nr. 2, pp. 124–129, 1971, doi: 10.1037/h0030377.

[7] L. Barrett, „Valence is a basic building block of emotional life”, *Journal of Research in Personality*, vol. 40, pp. 35–55, feb. 2006, doi: 10.1016/j.jrp.2005.08.006.

[8] P. Lucey, J. Cohn, T. Kanade, J. M. Saragih, Z. Ambadar, și I. Matthews, „The Extended Cohn-Kanade Dataset (CK+): A complete dataset for action unit and emotion-specified expression”, *2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition - Workshops*, 2010, doi: 10.1109/CVPRW.2010.5543262.

[9] S. Y. Chekmenev, A. A. Farag, și E. A. Essock, „Thermal Imaging of the Superficial Temporal Artery: An Arterial Pulse Recovery Model”, în *2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Minneapolis, MN, USA, iun. 2007, pp. 1–6. doi: 10.1109/CVPR.2007.383443.

[10] H. Oliinyk, „Word embeddings: exploration, explanation, and exploitation (with code in Python)”, *Medium*, 6 martie 2018. https://towardsdatascience.com/word-embeddings-exploration-explanation-and-exploitation-with-code-in-python-5dac99d5d795 (data accesării 12 octombrie 2021).

[11] „Concordia station”, *Institut Polaire*. https://institut-polaire.fr/en/antarctica/concordia-station/ (data accesării 25 noiembrie 2021).

[12] B. Ю.A, „IMBP RAS (Russia) & HRP NASA (USA)”, *SIRIUS PROJECT*. http://sirius.imbp.info/sirius.imbp.info (data accesării 25 noiembrie 2021).

[13] L. Treffel *et al.*, „Pain and Vertebral Dysfunction in Dry Immersion: A Model of Microgravity Simulation Different from Bed Rest Studies”, *Pain Research and Management*, vol. 2017, pp. 1–10, 2017, doi: 10.1155/2017/9602131.

[14] B. Schoenrock *et al.*, „Bed Rest, Exercise Countermeasure and Reconditioning Effects on the Human Resting Muscle Tone System”, *Front. Physiol.*, vol. 9, p. 810, iul. 2018, doi: 10.3389/fphys.2018.00810.
[15] R. Demangel *et al.*, „Early structural and functional signature of 3-day human skeletal muscle disuse using the dry immersion model: Short-term muscle deconditioning”, *J Physiol*, vol. 595, nr. 13, pp. 4301–4315, iul. 2017, doi: 10.1113/JP273895.
[16] V. Valeanu, A. Vizitiu, și M. Chiru, „Primary health-care system for human security in hazardous situations”, în *2007 3rd International Conference on Recent Advances in Space Technologies*, Istanbul, iun. 2007, pp. 5–8. doi: 10.1109/RAST.2007.4284042.
[17] S. H. Fischer, D. David, B. H. Crotty, M. Dierks, și C. Safran, „Acceptance and use of health information technology by community-dwelling elders”, *International Journal of Medical Informatics*, vol. 83, nr. 9, pp. 624–635, sep. 2014, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2014.06.005.
[18] C. Vizitiu, V. Valeanu, și A. D. Tantau, „Space based mobile telemedicine assisted by specific Systems Engineering approach”, în *2013 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST)*, Istanbul, Turkey, iun. 2013, pp. 789–793. doi: 10.1109/RAST.2013.6581318.
[19] V. Valeanu, V. Vasiliu, M. Marin, C. Vizitiu, și A. Nistorescu, „A novel solution for tasks management of critical telemedicine mobile equipment”, în *2013 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*, IASI, Romania, nov. 2013, pp. 1–4. doi: 10.1109/EHB.2013.6707377.
[20] V. Valeanu *et al.*, „Portable telemedicine workstation full prototype for technological transfer in critical interventions services”, în *2015 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*, Iasi, Romania, nov. 2015, pp. 1–4. doi: 10.1109/EHB.2015.7391379.
[21] C. Vizitiu, C. Bira, A. Dinculescu, M. Mandu, A. Nistorescu, și M. Marin, „eHealth Perspective Co-designed and Implemented with Romanian Elders for Independent Living”, în *2020 International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB)*, Iasi, Romania, oct. 2020, pp. 1–4. doi: 10.1109/EHB50910.2020.9279884.
[22] „MySignals - eHealth and Medical IoT Development Platform”. http://www.my-signals.com/ (data accesării 16 noiembrie 2021).
[23] D. L. Woods, J. M. Wyma, E. W. Yund, T. J. Herron, și B. Reed, „Age-related slowing of response selection and production in a visual choice reaction time task”, *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 9, apr. 2015, doi: 10.3389/fnhum.2015.00193.