

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

privind implementarea proiectului

CREȘTEREA CAPACITĂȚII INSTITUȚIONALE A LABORATORULUI DE MAȘINI INTELIGENTE ȘI VIZUALIZAREA INFORMAȚIEI PENTRU CERCETARE DE EXCELENȚĂ ÎN TEHNOLOGII INTERACTIVE

în perioada ianuarie – decembrie 2022 (etapa nr. 2)

Cod proiect	PN-III-P3-3.6-H2020-2020-0034
Nr. contract	12/2021
Director proiect	Radu-Daniel VATAVU
Contractor	Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava str. Universității nr. 13 Suceava 720229 România
Pagina web	http://www.eed.usv.ro/mintviz/projects/MintVizAwardingParticipationH2020

Cuprins

1. REZUMATUL ETAPEI	3
Obiectivele proiectului	3
Membrii echipei de cercetare	3
Obiectivele și activitățile etapei	3
Rezultate așteptate pentru etapa nr. 2, conform planului de realizare	4
2. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ CU PUNEREA ÎN EVIDENȚĂ A REZULTATELOR.....	4
2.1. Plan de management al datelor științifice colectate în cadrul Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației	4
2.2. Propuneri de proiecte de cercetare	6
2.3. Rezultate ale cercetării științifice.....	7
Sisteme interactive pentru înregistrare și sintetizare vizuală.....	7
Scenarii pentru integrarea senzorilor de achiziție a gesturilor în mediul ambiental	10
Recunoașterea gesturilor de mișcare folosind senzori inerțiali și algebra tensorială	11
Controlul medierii vederii cu dispozitive HMD și interacțiuni la distanță	11
2.4. Alte activități ale etapei	14
3. SUMAR AL PROGRESULUI/DISEMINAREA REZULTATELOR	15
Articole publicate în reviste și lucrări susținute în cadrul conferințelor științifice	15
Articole aflate în evaluare	15
Activități de diseminare a rezultatelor științifice către publicul larg	16
4. REZUMAT EXECUTIV PRIVIND ACTIVITĂȚILE REALIZATE ȘI REZULTATELE OBȚINUTE ÎN CADRUL PROIECTULUI	16
5. REFERINȚE	19



1. REZUMATUL ETAPEI

Obiectivele proiectului

Acest proiect își propune consolidarea capacității instituționale a [Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației \(MintViz\)](#) al Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava prin specializarea continuă a echipei laboratorului în domeniul noilor tehnologii interactive, cum ar fi cele bazate pe interacțiuni tactile, gestuale și interfețe utilizator naturale cu diverse aplicații practice (Ardito *et al.*, 2015; Bergström și Hornbæk, 2019; Cheng *et al.*, 2016; Cirelli și Nakamura, 2014; Magrofuoco *et al.*, 2022; Villarreal-Narvaez *et al.*, 2020). În acest scop, proiectul urmărește trei obiective specifice:

- O1. Consolidarea capacității de a desfășura cercetare științifică în noi tehnologii interactive.
- O2. Creșterea vizibilității internaționale în domeniile de excelență științifică ale laboratorului.
- O3. Stimularea depunerii de propuneri de proiecte împreună cu parteneri internaționali.

Membrii echipei de cercetare

Echipa proiectului este alcătuită din următorii membri ai Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației (MintViz):

1. Radu-Daniel Vatavu (prof. univ. dr. ing., Conducător de doctorat în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației), Director de proiect
2. Ovidiu-Andrei Schipor (conf. univ. dr. ing., domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)
3. Ovidiu-Ionuț Gherman (asistent univ. dr. ing., domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)
4. Adrian Aiordăchioae (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, îndrumător de doctorat Prof. Radu-Daniel Vatavu)
5. Alexandru-Ionuț Șiean (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, îndrumător de doctorat Prof. Radu-Daniel Vatavu)
6. Laura-Bianca Bilius (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, îndrumător de doctorat Prof. Ștefan-Gheorghe Pentiuc)
7. Irina Popovici (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, îndrumător de doctorat Prof. Radu-Daniel Vatavu)
8. Cristian Pamparău (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, îndrumător de doctorat Prof. Radu-Daniel Vatavu)

Obiectivele și activitățile etapei

Activitățile de cercetare-dezvoltare ale proiectului (de tip A2, Cercetare industrială), desfășurate în perioada ianuarie – decembrie 2022 în cadrul [Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației \(MintViz\)](#) al Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava, fac parte din Etapa nr. 2 având drept obiectiv “Creșterea capacității Laboratorului de Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației de a desfășura cercetare științifică în domeniul noilor tehnologii interactive”, astfel: Act. 2.1 –

Cercetare științifică în domeniul noilor tehnologii interactive, Act. 2.2 – Diseminare și participare la manifestări tehnico-științifice, Act. 2.3 – Vizite de lucru.

Rezultate așteptate pentru etapa nr. 2, conform planului de realizare

- **Rezultat așteptat:** Plan de management al datelor științifice colectate în laboratorul de cercetare
Rezultat realizat: Plan de management al datelor științifice colectate în cadrul Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației, descris în secțiunea 2.1 a acestui raport, bazat pe principiile FAIR și criteriile ACM Artifact Review & Badging.
- **Rezultat așteptat:** Propuneri de proiecte în colaborări internaționale
Rezultat realizat: Propunerile de proiecte implicând membrii Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației sunt enumerate în secțiunea 2.2 a acestui raport.
- **Rezultat așteptat:** Raport științific
Rezultat realizat: Raportul tehnic și științific, cuprinzând un număr de 20 de pagini, detaliază progresul realizat și rezultatele obținute în cadrul etapei nr. 2 de implementare a proiectului (acest raport). Rezultatele științifice sunt prezentate în secțiunea 2.3.

Pe lângă aceste rezultate, am realizat diseminarea cunoștințelor științifice obținute în cadrul proiectului sub forma a două lucrări (în cadrul conferinței ACM IMX 2022, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences și revistei Romanian Journal of Information Science and Technology, Academia Română) iar alte două lucrări sunt în evaluare (în cadrul revistelor Interacting with Computers, Oxford, British Computer Society și Pattern Recognition Letters, Elsevier). De asemenea, am realizat diseminarea rezultatelor către publicul larg cu ocazia unor evenimente de popularizare a științei.

2. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ CU PUNEREA ÎN EVIDENȚĂ A REZULTATELOR

În cadrul etapei, am întreprins activități de cercetare științifică în domeniul noilor tehnologii interactive, care s-au concretizat în obținerea a diverse rezultate și publicații științifice. De asemenea, am realizat o analiză și un plan de management al datelor științifice colectate anterior în cadrul laboratorului în vederea creșterii capacității de valorificare a resursele existente pentru noi activități de cercetare.

2.1. Plan de management al datelor științifice colectate în cadrul Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației

Am realizat o analiză a principiilor FAIR (Jacobsen *et al.*, 2020; Scheffler *et al.*, 2022; Wilkinson *et al.*, 2016) privind datele științifice achiziționate anterior și disponibile în cadrul laboratorului MintViz în scopul creșterii gradului de re folosire a acestora pentru noi descoperiri, după cum urmează:

- **Principiul regăsirii datelor – Findable (F).** Conform acestui principiu, datele științifice trebuie să fie disponibile, ușor de descoperit și identificat, atât de utilizatori cât și de aplicații software, prin intermediul folosirii unui identificator unic (F1), prezenței metadatelor (F2), includerii în cadrul metadatelor a identificatorului unic (F3) și indexării în platforme ce permit interogări (F4).



- **Principiul accesibilității datelor – Accessible (A).** Odată identificate, datele științifice pot fi accesate folosind un protocol standard de comunicații (A1) care să fie deschis, liber și universal implementabil (A2) și să permită proceduri de autentificare și autorizare (A3) iar metadatele trebuie să poată fi accesate chiar după ce datele nu mai sunt disponibile (A4).
- **Principiul interoperabilității datelor – Interoperable (I).** Conform acestui principiu, datele disponibile și accesibile pot fi integrate în cadrul aplicațiilor sau proceselor de analiză, procesare, stocare întrucât sunt descrise într-un limbaj formal și accesibil de reprezentare a informației (I1), folosesc vocabulare compatibile FAIR (I2) și includ referințe către alte metadate (I3).
- **Principiul reutilizabilității datelor – Reusable (R).** Datele pot fi refolosite datorită unei descrieri adecvate (R1), licenței sub care sunt făcute disponibile (R1.1), informațiilor privind proveniența acestora (R1.2), respectiv aplicării standardelor relevante pentru o anumită comunitate (R1.3).

De asemenea, am analizat criteriile ACM Artifact Review & Badging¹ privind reproducerea rezultatelor științifice și a artifactelor în cadrul domeniului calculatoarelor și tehnologiei informației, reprezentate de obiecte digitale create de cercetători pentru experimente sau generate de experimente, *e.g.*, aplicații software, date, programe pentru analiza datelor, etc. ACM introduce trei niveluri pentru artifacte:

- **Artifactele evaluate** au parcurs un proces de evaluare independentă, în urma căruia au fost găsite **funcționale** (i.e., cercetarea este documentată, consistentă, completă și include dovezi privind verificarea și validarea) și **reutilizabile** (i.e., calitatea artifactelor depășește nivelul funcțional, acestea fiind documentate și structurate cu grijă în scopul reutilizării).
- **Artifactele disponibile** pot fi regăsite în cadrul platformelor electronice cu acces public și sunt de regulă accesibile folosind un identificator de tip DOI.
- **Rezultatele validate** indică situația în care rezultatele unui cercetător sau ale unei echipe pot fi obținute din nou, astfel: **reproducerea rezultatelor** de către alți cercetători folosind artifacte din cercetarea originală, respectiv **replicarea rezultatelor** fără folosirea acestor artifacte.

Conform principiilor FAIR și ACM Artifact Review & Badging, refolosirea datelor pentru reproducerea și replicarea rezultatelor și noi descoperiri științifice prespune disponibilitatea, accesibilitatea și descrierea corespunzătoare în cadrul unei platforme publice. ACM Artifact Review & Badging specifică în mod clar faptul că paginile web personale nu sunt acceptabile în acest scop. Prin urmare, planul de management al datelor științifice colectate anterior în cadrul laboratorului a fost organizat și implementat conform următoarelor etape: (1) identificarea datelor științifice cu potențial de reutilizare, (2) identificarea unei platforme online compatibilă cu principiile FAIR și ACM Artifact Review & Badging. În prima etapă, am parcurs publicațiile din ultimii 15 ani având drept autori membri ai laboratorului MintViz, reprezentând un număr de 144 de lucrări științifice conform DBLP². Am revăzut datele asociate acestor publicații și am identificat o submulțime de lucrări (Vatavu *et al.*, 2015; Vatavu *et al.*, 2018; Vatavu și Ungurean, 2019; Vatavu și Ungurean, 2022) pentru care datele au potențial ridicat de refolosire în comunitatea științifică.

¹ <https://www.acm.org/publications/policies/artifact-review-and-badging-current>

² <https://dblp.uni-trier.de/pid/13/2640.html>

În a doua etapă, am analizat diverse platforme care oferă acces la datele științifice,³ dintre care am ales OSF (Foster și Deardorff, 2017) pentru multiplele funcționalități în acord cu principiile FAIR, inclusiv referirea la date folosind DOI. Figura 1 arată publicarea cu succes pe platforma OSF a datelor colectate în cadrul (Vatavu *et al.*, 2015), o lucrare care a acumulat peste 180 de citări, conform Google Scholar.

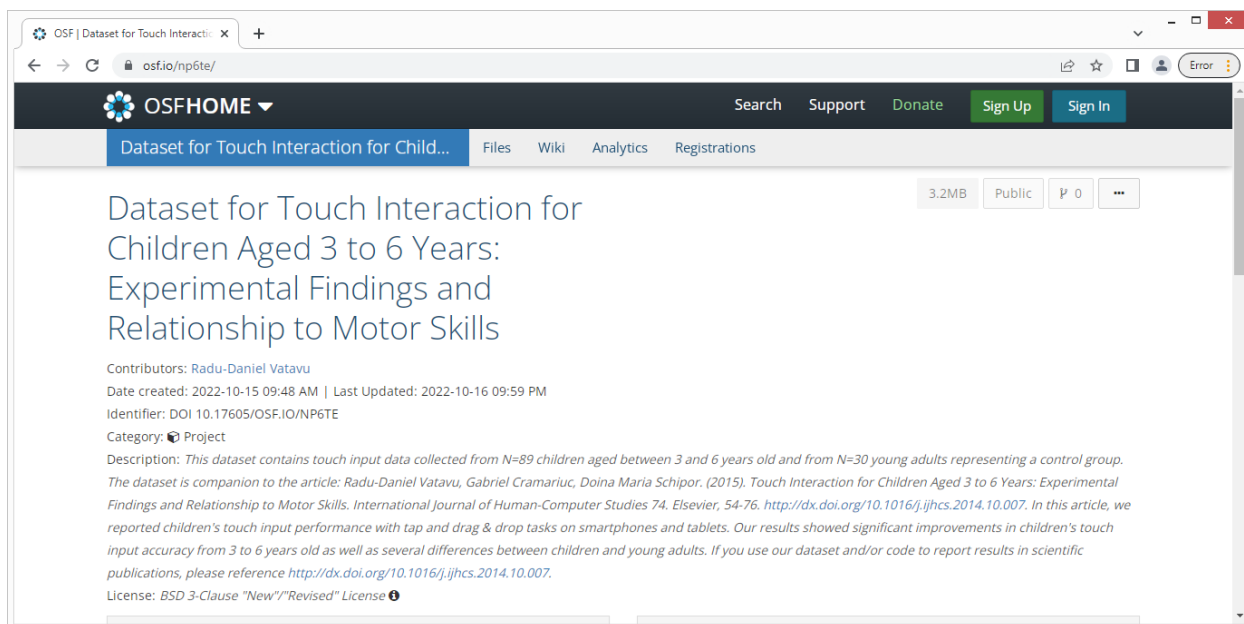


Figura 1. Date științifice disponibile în platforma OSF (<https://dx.doi.org/10.17605/OSF.IO/NP6TE>).

2.2. Propuneri de proiecte de cercetare

Membrii laboratorului MintViz au fost implicați în diverse propuneri de proiecte de cercetare, atât în competiții europene cât și naționale, după cum urmează:

- **“Designing Responsible Human-Centred AI Systems”**, propunere depusă în cadrul apelului OC-2021-1, European Cooperation in Science & Technology (Ref. OC-2021-1-25513), în calitate de partener, coordonatorul fiind Ludwig Maximilian University of Munich, Germania. Propunerea a avut drept scop examinarea în cadrul unei comunități de cercetători europeni a tehnologiei inteligenței artificiale pentru dezvoltarea proceselor și instrumentelor aferente sistemelor centrate pe utilizator.
- **“JewelSkill: Interactive Jewelry for Smart Accessorization of Motor Skills”**, propunere depusă în cadrul apelului PN-III-CERC-CO-PED-3-2021 în calitate de unic partener. Propunerea de proiect a avut drept scop proiectarea, dezvoltarea și evaluarea de noi dispozitive interactive portabile de tipul bijuteriilor inteligente cu diverse aplicații practice.
- **“Menținerea sănătății și îmbătrânire activă prin jocuri serioase și inteligență artificială”**, propunere depusă în cadrul apelului PN-III-P2-2.1-PTE-2021 în calitate de partener. Propunerea de proiect a fost finanțată și este implementată în cadrul laboratorului MintViz și include pe drd. Laura-Bianca Bilius în cadrul echipei de implementare.

³ <https://dataverse.org/blog/comparative-review-various-data-repositories>



- **“Stres și coping în relațiile de familie: Efecte longitudinale asupra dinamicii de cuplu și comportamentelor de parenting”**, propunere depusă în cadrul apelului PN-III-P1-1.1-TE-2021 în calitate de unic partener. Propunerea de proiect a fost finanțată și include pe drd. Alexandru-Ionuț Șiean în cadrul echipei de implementare.
- Laboratorul a primit în luna octombrie 2022 un grant **Oracle for Research Cloud Starter Award** destinat investigațiilor preliminare pentru examinarea infrastructurii Oracle Cloud în vederea depunerii ulterioare a unui proiect de cercetare-dezvoltare de amploare privind aplicațiile de tip lifelogging (Aiordăchioae și Vatavu, 2022) examinate în cadrul acestei etape.
- O propunere de proiect a fost pregătită în cadrul apelului **Horizon Marie Skłodowska-Curie Doctoral Networks 2022 (HORIZON-MSCA-2022-DN-01)** cu Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava în calitate de coordonator (Prof. Radu-Daniel Vatavu) și parteneri Université catholique de Louvain, Belgia, Technischen Universität Wien, Austria și Università degli Studi di Roma Tor Vergata, Italia.

2.3. Rezultate ale cercetării științifice

Sisteme interactive pentru înregistrare și sintetizare vizuală

Am propus, dezvoltat și evaluat sistemul LifeTags++ (Aiordăchioae și Vatavu, 2022) pentru înregistrarea și sintetizarea vizuală folosind date preluate de la dispozitive cu camere video încorporate, cum ar fi ochelarii inteligenți, telefoanele mobile și camerele video din spațiile publice. Față de versiuni anterioare (Aiordăchioae și Vatavu, 2019) limitate la un singur utilizator și o singură perspectivă de înregistrare, LifeTags++ este un sistem multi-utilizator, multi-dispozitiv și multi-perspectivă, permițând integrarea a multiple fluxuri video într-o arhitectură software cu componente corespunzătoare pentru procesarea acestora (detalii în figura 2), după cum urmează:

- Ochelarii cu camere video încorporate furnizează perspectiva egocentrică de la nivelul ochilor.
- Dispozitivele purtabile cu camere video de tip “clip-on” furnizează perspectiva egocentrică de la nivelul corpului utilizatorului, *e.g.*, dispozitivul Narrative Clip 2⁴ poate fi atașat de haine.
- Perspectiva exocentrică furnizată de drone cu camere video încorporate.
- Perspectiva exocentrică furnizată de camere video din spații publice ce pot fi accesate prin IP.
- Perspectiva exocentrică furnizată de dispozitivele mobile sau purtabile ale altor persoane aflate în proximitatea utilizatorului LifeTags++.

Folosind mai multe surse video și nori de concepte (*en.*: cloud of tags, CT), LifeTags++ permite integrarea acestora folosind formalismul reuniunilor de mulțimi:

$$CT_+ = \bigcup_{j=1}^m CT_j = \left\{ c_i = \left(w_i, \sum_{\substack{(w,f,\Omega) \in CT_j \\ w=w_i, j=1..m}} f, \bigcup_{\substack{(w,f,\Omega) \in CT_j \\ w=w_i, j=1..m}} \Omega \right) \mid i = 1.. \left| \bigcup_{j=1}^m CT_j \right| \right\}$$

unde CT_+ este norul de concepte obținut ca urmare a folosirii a m perspective CT_j . Câteva exemple a unor perspective diferite, obținute folosind două camere video purtate (perspective egocentrice) și o cameră ambientală (perspectivă exocentrică) sunt prezentate în figura 3 (sus) împreună cu norii de concepte, inclusiv norul obținut prin combinarea celor trei perspective (figura 3, jos).

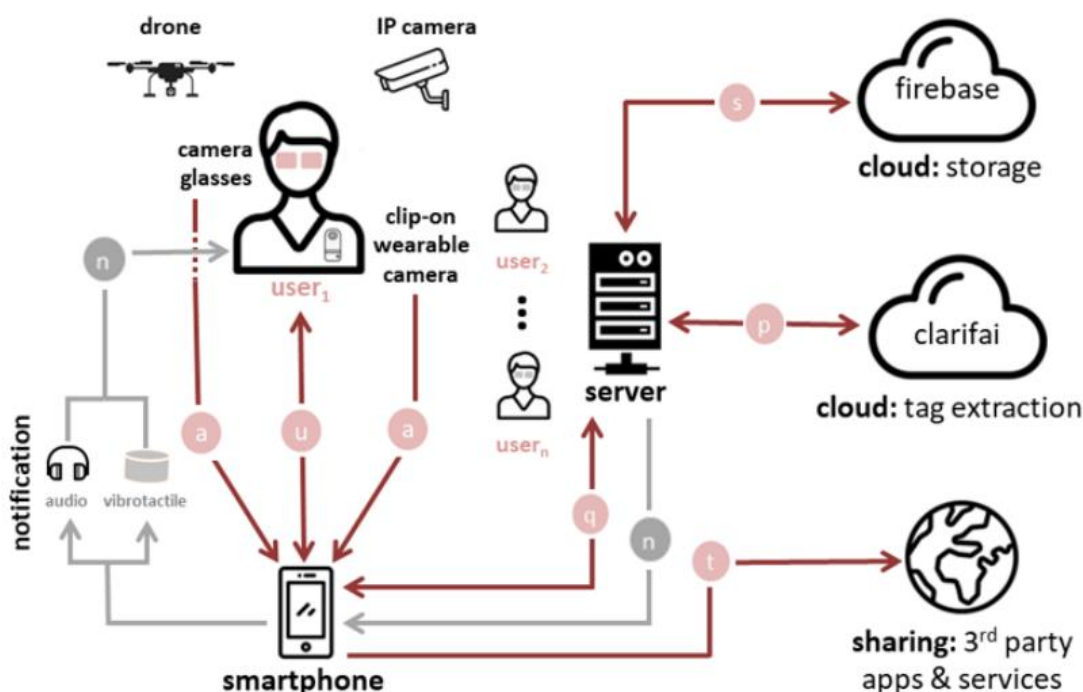


Figura 2. Arhitectura software a sistemului LifeTags++ (Aiordăchioae și Vatavu, 2022) cuprinzând dispozitive cu camere video încorporate, dispozitive personale, fluxuri de date și servicii externe pentru stocarea, procesarea și partajarea datelor achiziționate.

Mai multe detalii se află în lucrarea (Aiordăchioae și Vatavu, 2022), publicată în cadrul revistei Romanian Journal of Information Science and Technology a Academiei Române:



Adrian Aiordăchioae, Radu-Daniel Vatavu. (2022). LifeTags++: A Multi-User, Multi-Device, and Multi-Perspective System for Recording and Abstracting Visual Life with Tag Clouds. *Romanian Journal of Information Science and Technology* 25(1), 80-91. Academia Română. <https://www.romjist.ro/abstract-708.html>

IF: 0.852 | 5-Year IF: 0.581 (JCR 2021)

Implementarea sistemului LifeTags++, sub formă de cod node.js, HTML/JavaScript și Java pentru Android este disponibilă pe pagina web a proiectului de cercetare.⁵

⁵ <http://www.eed.usv.ro/mintviz/projects/MintVizAwardingParticipationH2020>





IP camera

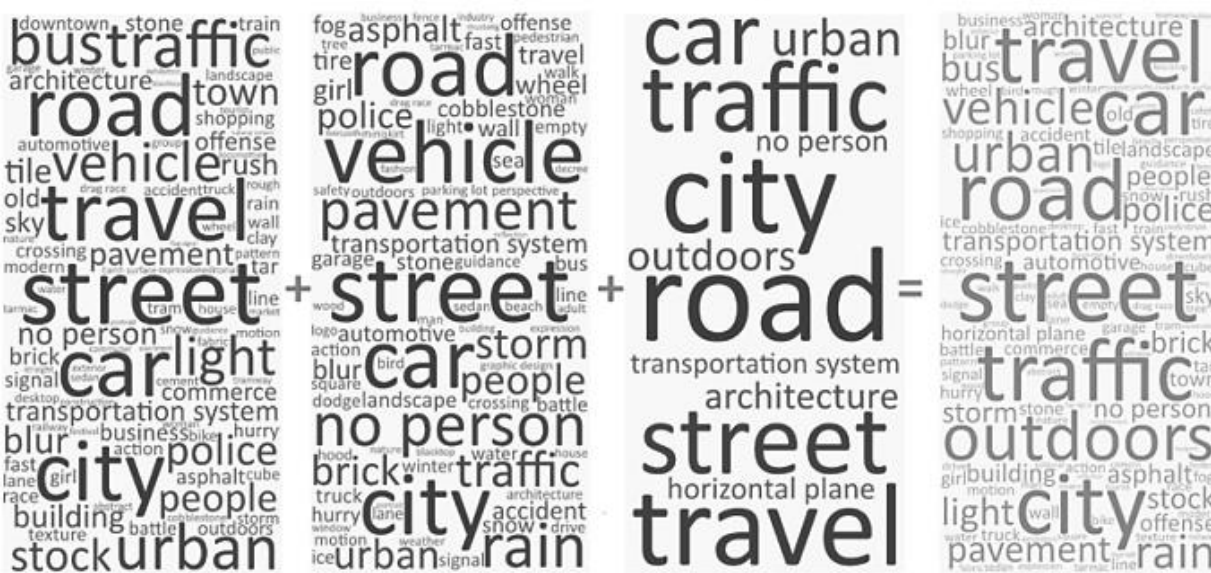


Figura 3. Exemple de imagini achiziționate din diverse surse video (sus), corespunzătoare perspectivelor egocentrice și exocentrice folosite în cadrul evaluării sistemului LifeTags++ (Aiordăchioae și Vatavu, 2022) alături de norii de concepte (jos) obținuți din datele achiziționate în cele trei perspective.

Scenarii pentru integrarea senzorilor de achiziție a gesturilor în mediul ambiant

Am examinat în cadrul etapei oportunități aplicative pentru integrarea senzorilor de achiziție a gesturilor într-un mediu ambiant în scopul controlului televiziunii interactive. Am propus o taxonomie de locații (figura 4) unde senzorii pot fi integrați, disimulați, atașați, instalați sau pur și simplu plasați în vederea achiziționării gesturilor efectuate de către utilizatori, cu patru categorii: (1) relativ la ecranul TV, *e.g.*, integrarea senzorului în TV sau în telecomanda TV, (2) relativ la utilizator, *e.g.*, senzorul este integrat în telefonul mobil, ceasul inteligent, etc., (3) relativ la asistenți robotici, *e.g.*, senzorul este integrat într-un asistent vocal sau o dronă, respectiv (4) relativ la mediul ambiant, *e.g.*, senzorul este integrat în obiecte de mobilier sau în arhitectura camerei. Această taxonomie poate fi particularizată pentru senzori care folosesc diverse tehnologii de achiziție a gesturilor, cum ar fi senzorii radar examinați deja în cadrul laboratorului MintViz pentru diverse aplicații, dar și pentru alți senzori, cum ar fi camerele video sau de adâncime. Mai multe detalii se află în lucrarea Șiean *et al.* (2022) publicată în cadrul ACM IMX 2022:



Alexandru-Ionuț Șiean, Cristian Pamparău, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Scenario-based Exploration of Integrating Radar Sensing into Everyday Objects for Free-Hand Television Control. In *Proceedings of IMX '22, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. ACM, New York, NY, USA.

<https://doi.org/10.1145/3505284.3532982>

ACM DL DIGITAL LIBRARY SIGCHI

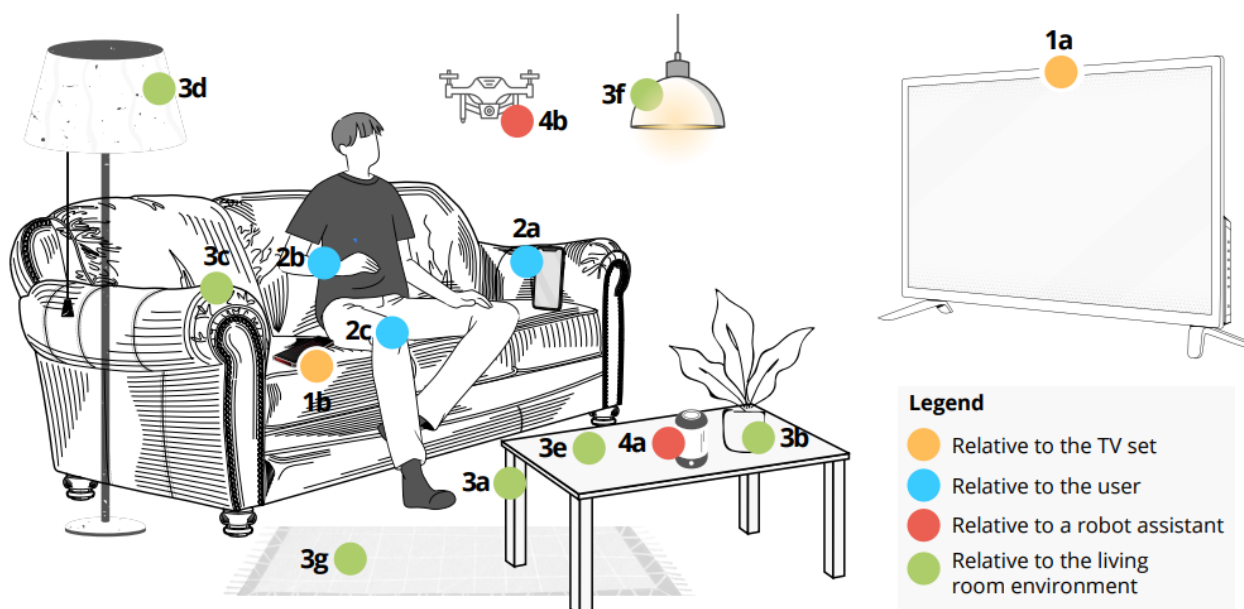


Figura 4. Diverse locații identificate pentru plasarea, disimularea, integrarea și instalarea senzorilor pentru achiziția gesturilor în vederea controlului televiziunii interactive. Locațiile sunt structurate în patru categorii: locații relative la TV, utilizator, asistenți robotici și mediul ambiant (Șiean *et al.*, 2022).



Recunoașterea gesturilor de mișcare folosind senzori inerțiali și algebra tensorială

În cadrul etapei, am propus și validat o nouă metodă de recunoaștere a gesturilor de mișcare liberă (*en.*: mid-air gestures) achiziționate folosind senzori inerțiali reprezentați de accelerometrul și giroscopul din majoritatea dispozitivelor mobile sau purtabile. Metoda TIGER (Tucker-based Instrument for Gesture Recognition) implementează formalismul matematic al algebrei tensoriale și descompunerea Tucker (Kolda și Bader, 2009) pentru a reprezenta gesturile de mișcare liberă:

$$T_G \approx T_g \times_1 A \times_2 B \times_3 C = \sum_{p=1}^P \sum_{q=1}^Q \sum_{r=1}^R g_{pqr} a_p \circ b_q \circ c_r = \llbracket T_g; A, B, C \rrbracket$$

unde T_g reprezintă o versiune comprimată a tensorului T_G iar A , B și C sunt matrice factor corespunzând fiecărei dimensiuni. Într-o evaluare folosind 20 de clasificatori în diverse configurații și o abordare de tip 5-fold cross validation pe un set de date public (Chen *et al.*, 2012) alcătuit din 5615 de înregistrări a 20 de gesturi distincte achiziționate de la 28 de participanți, am obținut o rată de recunoaștere de 90.9% pentru SVM; a se vedea tabelul 1. O lucrare științifică privind aceste rezultate se află în evaluare în cadrul revistei Pattern Recognition Letters, Elsevier (IF: 4.757 | 5-Year IF: 4.253).

Classifier	$\mu^\dagger$	Std [^]
C ₁ SVM [†] (ovr, rbf kernel)	90.90	6.43
C ₂ Extra Trees (50 estimators, 2 split)	90.85	5.82
C ₃ SVM (ovr, linear kernel)	90.01	5.95
C ₄ SVM [†] (ovr, linear kernel)	89.12	6.93
C ₅ Extra Trees (20 estimators, 2 split)	88.98	6.08
C ₆ Label Propagation (rbf kernel)	87.57	8.77
C ₇ Label Spreading (rbf kernel)	87.53	8.75
C ₈ 1NN [†] (Euclidean distance)	86.87	9.17
C ₉ 1NN [†] (correlation distance)	86.24	9.01
C ₁₀ 1NN (correlation distance)	85.76	6.67
C ₁₁ SVM (ovr, rbf kernel)	85.58	5.64
C ₁₂ Bagging Classifier (10 SVM estimators)	85.43	5.28
C ₁₃ 5NN [†] (Euclidean distance)	84.72	8.17
C ₁₄ Logistic Regression [†] (normalized data)	84.12	8.34
C ₁₅ 3NN (Canberra distance)	83.87	6.36
C ₁₆ 5NN (correlation distance)	83.74	6.49
C ₁₇ 1NN (Euclidean distance)	83.73	6.57
C ₁₈ 15NN (Manhattan distance)	82.27	6.37
C ₁₉ 5NN (Euclidean distance)	81.91	6.34
C ₂₀ 15NN (correlation distance)	81.29	6.39

Tabelul 1. Rezultate privind rata de recunoaștere obținută de algoritmul TIGER pentru gesturi de mișcare liberă folosind formalismul matematic al algebrei și descompunerilor tensoriale. *Notă:* modelele de clasificatori folosesc diverse configurații, de exemplu k=1 sau k=5 vecini, respectiv distanța Euclidiană sau distanța Manhattan pentru algoritmul de clasificare NN (Nearest-Neighbor). Cei mai performanți cinci clasificatori, evidențiați cu un stil îngroșat în cadrul tabelului, alcătuiesc ansamblul de învățare al algoritmului TIGER.

Controlul medierii vederii cu dispozitive HMD și interacțiuni la distanță

O altă direcție de cercetare examinată în cadrul etapei a condus la sistemul FlexiSee++ pentru dispozitive de tip HMD (Head-Mounted Display), o variantă extinsă a sistemului FlexiSee (Pamparău și Vatavu, 2021) cu o nouă arhitectură software (figura 5) adaptată pentru control de tip DYCWIS (Do You Control What I See?) și aplicații în telemedicină. În acest sens, am propus cinci principii de proiectare (figura 6):

- P1: Disponibilitatea accesului la câmpul vizual al pacientului de la distanță și în timp interactiv.
- P2: Eficiența accesului la câmpul vizual al pacientului, conform caracteristicilor subliniate de către Martínez-Alcalá *et al.* (2013) pentru aplicații de telemedicină.
- P3: Eficiența administrării datelor personale la integrarea în platformele de telemedicină.
- P4: Flexibilitatea accesului la câmpul vizual al pacientului folosind diverse dispozitive.
- P5: Integrarea ușoară cu sisteme heterogene cuprinzând diverși senzori, dispozitive și platforme proiectate pentru colectarea, stocarea și procesarea datelor de natură medicală.

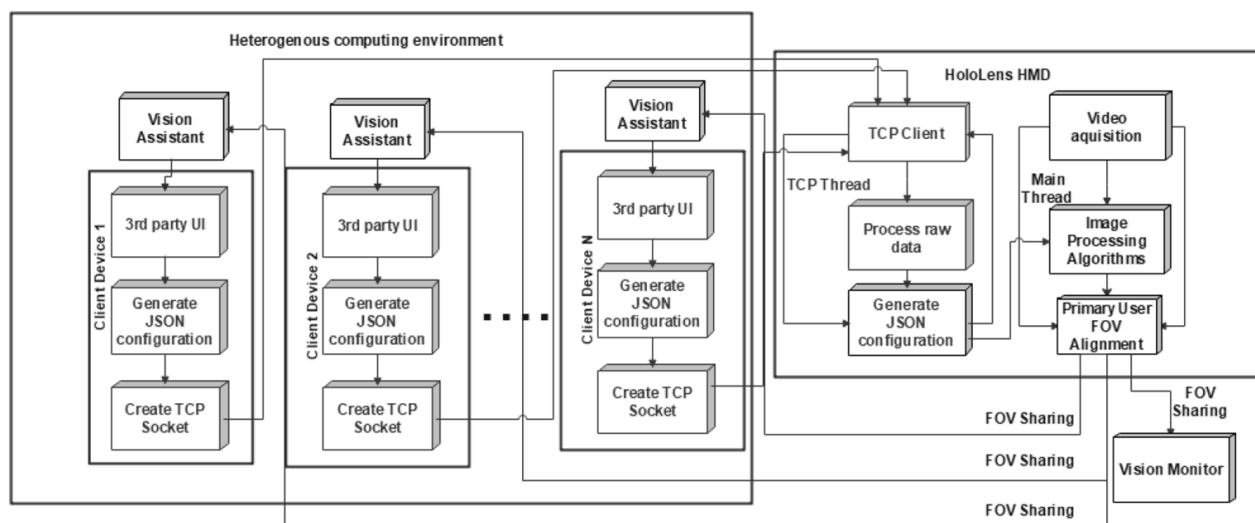


Figura 5. Arhitectura software FlexiSee++ cuprinde componente pentru controlul de la distanță a vederii mediate (DYCWIS) pentru dispozitive HMD și aplicații în telemedicină.

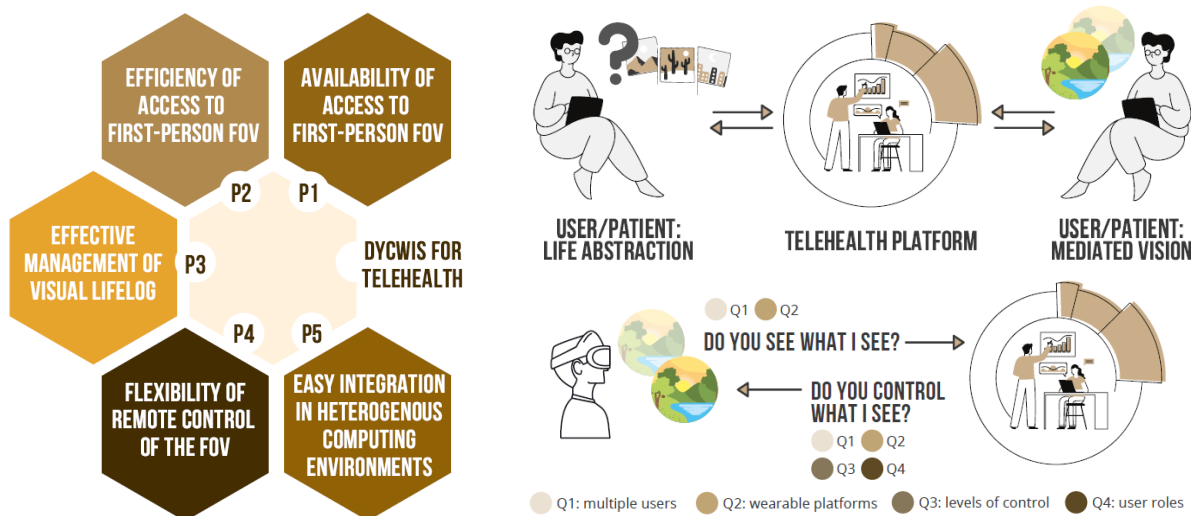


Figura 6. Principii de proiectare (stânga) și proprietăți de calitate (dreapta) pentru sisteme DYCWIS.

În vederea evaluării sistemului FlexiSee++, am realizat un experiment de simulare pentru a măsura timpul de răspuns necesar pentru conectarea la FlexiSee++ de la distanță și din diverse locații. Pentru atingerea acestui deziderat, am folosit platforma ping.pe, un instrument software pentru verificarea accesului la resurse IP. Am testat peste 3.000 de conexiuni către FlexiSee++ din 37 de locații distribuite geografic pe patru continente (America de Nord, Europa, Asia și Australia); a se vedea tabelul 2 pentru rezultatele obținute. De asemenea, pe lângă timpul de răspuns aferent comunicațiilor TCP/IP, am măsurat timpul necesar sistemului FlexiSee++ pentru a aplica diverse filtre vizuale. Rezultatele, raportate ca valori medii a 1.000 de încercări repetate, au indicat 14ms pentru ajustarea contrastului și luminozității, 28ms pentru corecția culorii, respectiv 262ms pentru detecția și evidențierea muchiilor.

Location	Loss	Sent	Last	Avg	Best	Worst	StDev
Canada, BC, Vancouver	0%	86	180.26	180.77	179.66	183	0.62
Canada, BC, Vancouver	0%	85	180.29	180.32	177.49	191.57	2.11
USA, CA, Fremont	0%	84	166.92	167.58	166.48	170.95	0.85
USA, CA, Fremont	3.4%	87	190.26	187.88	185.48	191.17	1.62
USA, CA, San Francisco	0%	87	180.53	181.35	180.07	190.49	1.21
USA, CA, Los Angeles	0%	87	166.25	167.37	165.97	175.16	1.32
USA, CA, Los Angeles	0%	87	172.16	172.33	171.08	198.88	2.91
USA, CA, Seattle	0%	87	168.64	169.1	167.93	171.26	0.6
USA, CO, Denver	0%	85	179.91	179.8	177.83	182.31	0.93
USA, TX, Dallas	0%	86	149.54	149.33	147.96	155.14	1.28
USA, IL, Chicago	0%	85	126.92	128.62	124.75	175.54	6.81
USA, GA, Atlanta	2.3%	86	132.15	129.74	127.24	147.4	2.98
USA, VA, Vint Hill	0%	85	119.1	119.67	118.72	121.09	0.47
USA, NY, New York	0%	85	117.59	117.59	116.49	120.29	0.69
Canada, QC, Montreal	0%	84	124.16	124.24	123.09	127.05	0.67
France, Paris	0%	82	50.89	51.49	50.34	55.24	0.77
Netherlands, Amsterdam	0%	81	37.67	38.42	37.39	40.87	0.62
Netherlands, Nuland	1.2%	82	43.75	44.75	43.25	53.81	1.56
Norway, Sandefjord	0%	82	69.6	69.15	67.96	72.64	0.9
Germany, Nuremberg	0%	82	35.32	35.85	34.72	40.1	0.9
Italy, Milan	0%	81	53.3	53.05	51.89	59.24	1.38
Singapore	0%	81	200.81	201.39	200.22	203.64	0.6
Japan, Tokyo	2.4%	83	251.04	250.79	249.76	259.53	1.11
Australia, Sydney	0%	82	316.89	317.12	315.75	320.71	1.04
Taiwan, Taichung	0%	80	287.86	288.43	287.16	291.31	0.73
China, Chengdu	13%	77	279.86	279.14	277.15	283.94	1.6
China, Shenzhen	2.6%	77	257.87	257.65	255.8	263.07	1.42
China, Beijing	14.5%	76	275.28	275.28	267.04	283.58	3.64
China, Beijing	19.7%	76	204.78	204.95	203.72	211.69	1.16
China, Quanzhou	0%	79	256.79	258.07	255.92	276.8	2.77
China, Jiangsu	15.4%	78	262.92	260.31	244.03	267.44	6.73
China, Jiangsu	13.3%	75	286.51	285.72	277.35	298.71	4.64
China, Jiangsu	5.1%	78	281.14	281.58	279.1	288.85	2.74
China, Hangzhou	14.5%	76	297.49	290.79	280.31	300.4	7.68
China, Qingdao	21.8%	78	405.57	405.11	347.51	427.62	11.78
China, Shanghai	16.5%	79	303.22	296.85	287	307.31	7.67
China, Shanghai	3.9%	77	258.61	256.42	254.38	261.46	1.52

Tabelul 2. Rezultate ale experimentului de simulare pentru evaluarea timpului de răspuns necesar conectării la sistemul FlexiSee++ din diverse locații geografice. *Notă:* Sistemul FlexiSee++ implementează controlul medierii vederii de la distanță, pentru care este necesar un răspuns în timp interactiv. Media timpului de răspuns a fost de 190.76ms (SD=2.38ms).

O lucrare științifică privind aceste rezultate se află în evaluare în cadrul revistei *Interacting with Computers*, Oxford Academic, British Computer Society (IF:1.623 | 5-Year IF: 1.532, JCR 2021).

2.4. Alte activități ale etapei

Alte activități desfășurate în cadrul etapei au vizat creșterea vizibilității rezultatelor și membrilor laboratorului MintViz în comunitatea științifică internațională, respectiv creșterea capacității de a desfășura cercetare științifică în domeniul noilor tehnologii interactive, după cum urmează:

- Susținerea de rapoarte de cercetare de către tineri cercetători și primirea de feedback din partea cercetătorilor cu experiență: drd. Alexandru-Ionuț Șiean a susținut în aprilie 2022 raportul „Tehnici bazate pe interfețe naturale pentru interacțiunea om-dronă” iar drd. Cristian Pamparău a susținut raportul „Tehnici bazate pe realitatea extinsă pentru asistarea abilităților senzoriale”.
- Implicarea cercetătorilor din echipa laboratorului, în special a tinerilor cercetători, în activități de evaluare de tip peer-review în comunitatea științifică internațională, după cum urmează: drd. Laura-Bianca Bilius a participat ca și evaluator pentru revistele *IEEE Access* (IF=3.476), *ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications* (IF=4.094), *Geocarto International* (IF=3.450), *European Journal of Remote Sensing* (IF=3.168) și conferința *IEEE ISMAR 2022* (the *IEEE Symposium on Mixed and Augmented Reality* (rang A*, conform clasificării ARC CORE); drd. Cristian Pamparău a fost evaluator pentru revista *Applied Artificial Intelligence* (IF= 2.777), *IEEE Access* (IF=3.476) și conferințele *ACM MobileHCI 2022* (the *ACM International Conference on Mobile Human-Computer Interaction*), *IEEE ISMAR 2022* (the *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*) și a fost invitat ca membru al *Poster Track Program Committee* pentru *ACM MUM 2022* (the *International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*). Prof. Radu-Daniel Vatavu a activat în calitate de *Associate Chair* în cadrul comitetului științific al *UIST 2022* (the *ACM Symposium on User Interface Software and Technology*), o conferință de rang A* conform clasificării ARC CORE.
- Participarea tinerilor cercetători la activități de formare profesională continuă prin asistarea la prelegeri oferite de către cercetători cu experiență. Majoritatea prelegerilor au fost organizate online în cadrul unui proiect de tip H2020 desfășurat în laboratorul de cercetare MintViz. Prelegerile au abordat diverse teme ale domeniului interacțiunii om-calculator și au fost deschise spre participare tuturor doctoranzilor laboratorului: *Rethinking Inclusivity of Digital Text Entry, Editing, and Error Correction*, Dr. Ahmed Sabbir Arif, University of California, Merced, USA; *Improving Accessibility Through Augmented Computing*, Dr. Uran Oh, Ewha Womans University, Seoul, Coreea de Sud; *Supporting Independent Navigation of Blind People*, Dr. João Guerreiro, Universidade de Lisboa, Portugalia. Dr. Alexandru Dancu (Berlin Institute of Health, Germania) a susținut în luna aprilie 2022 prezentarea *The Wearable Path* în cadrul laboratorului MintViz.
- Am urmărit stimularea participării membrilor laboratorului la diverse manifestări și evenimente științifice. Exemple includ participarea online la *Cognitive robots for more humane interactions* în cadrul *Center for Robotics and Neural Systems* at *Plymouth University*: drd. Alexandru-Ionuț Șiean; *The language of Light and why it comes naturally to us*, Signify: drd. Alexandru-Tudor Andrei;

Machine Learning Skills for ICT Professionals: drd. Laura-Bianca Bilius, drd. Alexandru-Tudor Andrei, drd. Cristian Pamparău; *NVIDIA GTC2022*: drd. Adrian-Vasile Catană. Exemple de participare fizică includ the *International Conference on Interactive Media Experiences*: drd. Cristian Pamparău și *International Conference on Development and Application Systems*: drd. Mihail Terenti, drd. Laura-Bianca Bilius, drd. Cristian Pamparău, drd. Adrian-Vasile Catană.

- Atragerea studenților de nivel licență/masterat în activitățile de cercetare ale laboratorului MintViz: Florinel A. Tănase a susținut în anul 2022 licența cu tema “Dispozitive portabile pentru achiziția mișcării și interacțiuni la nivelul membrelor inferioare” realizată în cadrul laboratorului.
- Susținerea cercetătorilor femeie pentru desfășurarea de activități de cercetare științifică în domeniul calculatoarelor și tehnologiei informației: Dr. Doina-Maria Schipor și Dr. Otilia Clipa (psihologie, științele educației) fac parte din comisiile de îndrumare pentru următorii doctoranzi: drd. Irina Popovici, drd. Cristian Pamparău, drd. Mihail Terenti și drd. Alexandru-Tudor Andrei. De asemenea, Spînu Lavinia și Cazanciuc Adelina, studente ale Universității de Stat din Tiraspol cu sediul la Chișinău, au efectuat un stagiu în cadrul laboratorului în luna mai 2022.
- Alte rezultate remarcabile ale etapei includ: drd. Cristian Pamparău a primit o bursă Student Travel Support din partea ACM SIGMM (Special Interest Group on Multimedia) și drd. Adrian Aiordăchioae a fost listat în cadrul EAI Senior Members Class of 2021.⁶

3. SUMAR AL PROGRESULUI/DISEMINAREA REZULTATELOR

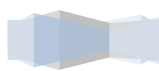
Rezultatele cercetării științifice realizate în cadrul etapei au fost diseminate prin publicarea de articole științifice, respectiv implicarea în activități adresate publicului larg.

Articole publicate în reviste și lucrări susținute în cadrul conferințelor științifice

- [1] Adrian Aiordăchioae, Radu-Daniel Vatavu. (2022). LifeTags++: A Multi-User, Multi-Device, and Multi-Perspective System for Recording and Abstracting Visual Life with Tag Clouds. *Romanian Journal of Information Science and Technology* 25(1). Academia Română
<https://www.romjist.ro/abstract-708.html> | IF: 0.852 | 5-Year IF: 0.581 (JCR 2021)
- [2] Alexandru-Ionuț Șiean, Cristian Pamparău, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Scenario-based Exploration of Integrating Radar Sensing into Everyday Objects for Free-Hand Television Control. In *Proceedings of IMX '22, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. ACM, New York, NY, USA, 357-362. <https://doi.org/10.1145/3505284.3532982>

Articole aflate în evaluare

- [1] Cristian Pamparău, Radu-Daniel Vatavu, Octavian Postolache. (2022). Do You See (and Control) What I See? On Lifelogging, Mediated Vision, and Telehealth for Human-Human Interactions at a Distance. *Interacting with Computers*. Oxford Academic, British Computer Society. IF:1.623 | 5-Year IF: 1.532 (JCR 2021) **ARTICOL AFLAT ÎN EVALUARE**



- [2] Laura-Bianca Bilius, Ștefan-Gheorghe Pentiuc, Radu-Daniel Vatavu. (2022). TIGER: A Tucker-based Instrument for Gesture Recognition with Inertial Sensors. *Pattern Recognition Letters*. Elsevier. IF: 4.757 | 5-Year IF: 4.253 (JCR 2021) **ARTICOL AFLAT ÎN EVALUARE**

Activități de diseminare a rezultatelor științifice către publicul larg

- [1] Radu-Daniel Vatavu. Prelegere cu titlul „Realitatea augmentată” în cadrul Conferinței Naționale a Comunității Educație pentru Știință, Suceava, aprilie 2022.
- [2] Drd. Alexandru-Ionuț Șiean, drd. Alexandru-Tudor Andrei, drd. Laura-Bianca Bilius și drd. Adrian-Vasile Catană au participat în cadrul Emisiunii “Se întâmplă la USV”, Bucovina TV, iunie 2022, pentru a prezenta rezultate ale laboratorului de cercetare MintViz (figura 7).
- [3] Radu-Daniel Vatavu. Prezentare cu titlul “Design of Interactive Technology in the Conjunction between the Physical and the Virtual” în cadrul 10inSTEAD, 10 minutes about Innovation in Science, Technology, Engineering and Design, Suceava, iulie 2022.
- [4] Drd. Alexandru-Ionuț Șiean, drd. Laura-Bianca Bilius, drd. Alexandru-Tudor Andrei și drd. Adrian-Vasile Catană au prezentat rezultate ale Laboratorului de Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației în cadrul “European Researchers’ Night” Suceava, septembrie 2022 (figura 8).

4. REZUMAT EXECUTIV PRIVIND ACTIVITĂȚILE REALIZATE ȘI REZULTATELE OBTINUTE ÎN CADRUL PROIECTULUI

În cadrul etapei nr. 2 (anul 2022) de implementare a proiectului:

- Am desfășurat activități de cercetare-dezvoltare în domeniul noilor tehnologii interactive privind recunoașterea gesturilor, aplicații pentru medierea și controlul vederii la distanță, proiectarea și implementarea de sisteme portabile cu contribuții în domeniul interacțiunii om-calculator.
- Am examinat date colectate anterior în cadrul laboratorului conform unui plan de management al datelor realizat în conformitate cu principiile FAIR și ACM Artifact Review & Badging.
- Am realizat diseminarea rezultatelor cercetării realizate în cadrul laboratorului MintViz sub formă de articole științifice, precum și prin activități adresate publicului larg.
- Activitățile de propunere de proiecte în competițiile europene și naționale au condus la trei noi proiecte care se derulează deja și includ membri ai laboratorului MintViz.
- Am realizat colaborări cu cercetători de la diverse universități europene în vederea obținerii de noi rezultate științifice, respectiv depunerii de propuneri de proiecte de cercetare.
- Am încurajat activitatea membrilor echipei laboratorului de cercetare MintViz, în special a doctoranzilor din domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației, de a participa în comunitatea științifică internațională pentru creșterea vizibilității și formarea continuă.

În conformitate cu activitățile desfășurate, rezultatele tehnice și științifice obținute în perioada ianuarie – decembrie 2022, precum și activitățile specifice de management descrise în prezentul raport, considerăm obiectivele proiectului pentru etapa nr. 2 îndeplinite în procent de 100%. De asemenea, la nivelul întregului proiect (2021–2022), rezultatele obținute pot fi rezumate folosind următorii indicatori:



- (I1) **5 doctoranzi și tineri cercetători** cu rezultate în cadrul proiectului: **C. Pamparău** (susținere referate doctorat, două publicații, evaluator în comunitatea internațională, participare conferință), **A.I. Șiean** (susținere referat doctorat, două publicații, participare conferință), **L.B. Bilius** (o publicație, evaluator), **A. Aiordăchioae** (o publicație, recunoaștere internațională), **I. Popovici** (participare conferință, referate doctorat).
- (I2) **5 studenți de nivel licență/masterat atrași în activitățile laboratorului**: **F.A. Tănase** (licență), **A.V. Catană** (disertație, premiul II ELSTUD '21, în prezent drd.), **G.C. Cioban** (licență, mențiune ELSTUD '21, Diplomă de Excelență II, UTM '21), **L. Spînu** și **A. Cazanciuc** (licență UST, RM).
- (I3) **6 cercetători femeie implicate în activitățile de cercetare ale laboratorului**: **Irina Popovici** (drd.), **Laura-Bianca Bilius** (dr.), **Doina M. Schipor** și **Otilia Clipa** (membre în comisii de îndrumare a doctoranzilor), **Lavinia Spînu** și **Adelina Cazanciuc** (stagii în cadrul MintViz).
- (I4) **3 categorii de echipamente cheie pentru activitatea laboratorului**, identificate prin aplicarea metodologiei 5S: dispozitive pentru achiziția și recunoașterea gesturilor, sisteme purtabile, dispozitive pentru AR/XR, care au fost folosite în noi publicații (8) și propuneri de proiecte (6).
- (I5) **4 seturi de date științifice** identificate în rezultatele anterioare ale laboratorului, conform planului de management al datelor, cu potențial ridicat de impact în comunitatea științifică: *Vatavu et al.* (2015), *Vatavu et al.* (2018), *Vatavu și Ungurean* (2019), *Vatavu și Ungurean* (2022).
- (I6) **6 rezultate cheie** identificate privind expertiza științifică a membrilor laboratorului (AI, interacțiuni pentru categorii specifice de utilizatori, aplicații mobile, sisteme purtabile, AR, XR), care au condus la 6 propuneri de proiecte EU/naționale, dintre care 3 au primit finanțare.
- (I7) **4 colaborări internaționale cu cercetători de la alte instituții**, concretizate în 4 publicații științifice: Șiean, Vatavu și Vanderdonck (2021), Sluÿters, Vanderdonck și Vatavu (2021), Vanderdonck și Vatavu (2021), Pamparău, Vatavu și Postolache (2022, în evaluare).
- (I8) **5 colaborări internaționale în vederea depunerii de propuneri de proiecte** cu *Ludwig Maximilian University of Munich*, *Université catholique de Louvain*, *Technischen Universität Wien*, *Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"* și *Oracle Research*.
- (I9) **22 prezențe, în diverse forme, ale tinerilor cercetători din cadrul laboratorului MintViz în comunitatea științifică internațională**: *Laura-Bianca Bilius* (7 prezențe),⁷ *Cristian Pamparău* (9 prezențe),⁸ *Alexandru-Ionuț Șiean* (3),⁹ *Adrian Aiordăchioae* (2),¹⁰ *Irina Popovici* (1).¹¹



Figura 7. Exemple ale diseminării rezultatelor Laboratorului de Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației către publicul larg prin participarea la emisiuni televizate.

⁷ Evaluator pentru IEEE Access, ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications, Geocarto International, European Journal of Remote Sensing, IEEE ISMAR 2022, INTERACT '21, o publicație în evaluare la PRL 2022.

⁸ Evaluator pentru Applied Artificial Intelligence, IEEE Access, ACM MobileHCI 2022, IEEE ISMAR 2022, Poster Track Program Committee al ACM MUM 2022, participare IMX 2022, câștigare bursă Student Travel Support din partea ACM SIGMM, publicație IMX 2022, o publicație în evaluare.

⁹ Participare ACM IMX 2021, publicații științifice în cadrul IMX 2021 și IMX 2022.

¹⁰ Listat în cadrul EAI Senior Members Class of 2021, publicație științifică ROMJIST 2022.

¹¹ Participare IMX 2021.



Figura 8. Diseminarea rezultatelor cercetării către publicul larg la evenimente de promovare a științei.



5. REFERINȚE

- Aiordăchioae și Vatau, 2019 Adrian Aiordachioae, Radu-Daniel Vatau. 2019. Life-Tags: A Smartglasses-based System for Recording and Abstracting Life with Tag Clouds. *Proc. of the ACM on Human-Computer Interaction* 3, EICS. <https://doi.org/10.1145/3331157>
- Aiordăchioae și Vatau, 2022 Adrian Aiordăchioae, Radu-Daniel Vatau. (2022). LifeTags++: A Multi-User, Multi-Device, and Multi-Perspective System for Recording and Abstracting Visual Life with Tag Clouds. *Romanian Journal of Information Science and Technology* 25(1), 80-91. Academia Română. <https://www.romjist.ro/abstract-708.html>
- Ardito *et al.*, 2015 Carmelo Ardito, Paolo Buono, Maria Francesca Costabile, and Giuseppe Desolda. 2015. Interaction with Large Displays: A Survey. *ACM Comput. Surv.* 47, 3, Article 46, 38 pagini. <https://doi.org/10.1145/2682623>
- Bergström și Hornbæk, 2019 Joanna Bergström and Kasper Hornbæk. 2019. Human-Computer Interaction on the Skin. *ACM Comput. Surv.* 52, 4, Article 77. <https://doi.org/10.1145/3332166>
- Chen *et al.*, 2012 Mingyu Chen, Ghassan AlRegib, and Biing-Hwang Juang. 2012. 6DMG: a new 6D motion gesture database. In *Proc. of the 3rd Multimedia Systems Conference*. ACM, New York, NY, USA, 83–88. <https://doi.org/10.1145/2155555.2155569>
- Cheng *et al.*, 2016 Hong Cheng, Lu Yang, and Zicheng Liu. 2016. Survey on 3D Hand Gesture Recognition. *IEEE Trans. Cir. and Sys. for Video Technol.* 26, 9, 1659–1673. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2015.2469551>
- Cirelli și Nakamura, 2014 Mauricio Cirelli, Ricardo Nakamura. 2014. A Survey on Multi-touch Gesture Recognition and Multi-touch Frameworks. In *Proceedings of the 9th ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS '14)*. ACM, New York, NY, USA, 35–44. <https://doi.org/10.1145/2669485.2669509>
- Foster și Deardorff, 2017 Erin D. Foster, Ariel Deardorff. 2017. Open Science Framework (OSF). *Journal of the Medical Library Association* 105(2), 203–206. <https://doi.org/10.5195/jmla.2017.88>
- Jacobsen *et al.*, 2020 Annika Jacobsen, Ricardo de Miranda Azevedo, N. Juty, D. Batista, S. Coles, R. Cornet, M. Courtot, M. Crosas, *et al.* 2020. FAIR Principles: Interpretations and Implementation Considerations. *Data Intelligence*; 2 (1-2): 10–29. https://doi.org/10.1162/dint_r_00024
- Kolda și Bader, 2009 Tamara G. Kolda, Brett W. Bader. 2009. Tensor Decompositions and Applications. *SIAM Review* 51(3). <https://doi.org/10.1137/07070111X>
- Martínez-Alcalá *et al.*, 2013 Claudia Martínez-Alcalá, Mirna Mata, Josep Monguet-Fierro. 2013. Design and Customization of Telemedicine Systems. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/618025>

- Magrofuoco *et al.*, 2022 Nathan Magrofuoco, Paolo Roselli, and Jean Vanderdonckt. 2021. Two-dimensional Stroke Gesture Recognition: A Survey. *ACM Comput. Surv.* 54, 7, Article 155, 36 pagini. <https://doi.org/10.1145/3465400>
- Pamparău și Vatavu, 2021 Cristian Pamparau, Radu-Daniel Vatavu. (2021). FlexiSee: Flexible Configuration, Customization, and Control of Mediated and Augmented Vision for Users of Smart Eyewear Devices. *Multimedia Tools and Applications* 80. Springer, 30943–30968. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10164-5>
- Scheffler *et al.*, 2022 Matthias Scheffler, M. Aeschlimann, M. Albrecht, B. Tristan. H.J. Bungartz, C. Felser, M. Greiner, Axel Groß, Christoph T. Koch, Kurt Kremer, Wolfgang E. Nagel, Markus Scheidgen, Christof Wöll, Claudia Draxl. 2022. FAIR data enabling new horizons for materials research. *Nature* 604, 635–642. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04501-x>
- Șiean *et al.*, 2022 Alexandru-Ionuț Șiean, Cristian Pamparău, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Scenario-based Exploration of Integrating Radar Sensing into Everyday Objects for Free-Hand Television Control. In *Proceedings of IMX '22, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. ACM, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3505284.3532982>
- Villarreal-Narvaez *et al.*, 2020 Santiago Villarreal-Narvaez, Jean Vanderdonckt, Radu-Daniel Vatavu, and Jacob O. Wobbrock. 2020. A Systematic Review of Gesture Elicitation Studies: What Can We Learn from 216 Studies? In *Proceedings of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference (DIS '20)*. ACM, New York, NY, USA, 855–872. <https://doi.org/10.1145/3357236.3395511>
- Wilkinson *et al.*, 2016 Mark D. Wilkinson, M. Dumontier, I.J. Aalbersberg, Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J. W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., Gonzalez-Beltran, A. *et al.* 2016. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

Director proiect,

Prof. univ. dr. ing. Radu-Daniel VATAVU

