

RAPORT ȘTIINȚIFIC

privind implementarea proiectului **REALITĂȚI SENZORIMOTORII** în
perioada ianuarie – decembrie 2022 (etapa nr. 2)

Cod proiect	PN-III-P4-ID-PCE-2020-0434
Nr. contract	PCE29/2021
Acronim	SensorimotorReality
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/SensorimotorRealities

Cuprins

1. REZUMATUL ETAPEI	2
Obiectivele proiectului	2
Membrii echipei de cercetare	2
Obiectivele și activitățile etapei	3
Rezultate așteptate pentru etapa nr. 2, conform planului de realizare	3
2. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ	3
2.1. Consolidarea spațiului conceptual al Realităților Sensorimotorii folosind dispozitive portabile și ambientale și proiectarea pentru medierea abilităților	3
2.2. Dispozitive portabile și medii inteligente pentru Realități Sensorimotorii.....	8
3. SUMAR AL PROGRESULUI (PUBLICAȚII ȘTIINȚIFICE ALE ETAPEI)	17
4. REZUMAT EXECUTIV AL ACTIVITĂȚILOR ETAPEI (max 1 pag.).....	19
REFERINȚE	19

1. REZUMATUL ETAPEI

Obiectivele proiectului

Acest proiect își propune conceptualizarea, proiectarea și evaluarea de noi dispozitive portabile și medii inteligente în scopul susținerii abilităților sensorimotorii existente precum și furnizării de noi abilități persoanelor cu și fără deficiențe motorii. Conceptul principal explorat în cadrul proiectului este acela al *Realităților Sensorimotorii (SRs)* reprezentând un nou tip de realitate hibridă cu fundamente teoretice în mediile de realitate mixtă și mediată și proiectarea de sisteme interactive centrate pe abilitățile utilizatorilor. Obiectivul principal constă în conceptualizarea Realităților Sensorimotorii prin folosirea conjugată a dispozitivelor portabile (*en.*: Wearable Computing) și a mediilor de inteligență ambientală (*en.*: Ambient Intelligence) la intersecția cu realitatea mixtă și mediată (*en.*: Mixed/Mediated Reality). Alte rezultate estimate includ: proiectarea unui spațiu conceptual pentru Realitățile Sensorimotorii, propunerea unei taxonomii privind abilitățile motorii augmentate, realizarea de prototipuri de dispozitive portabile, medii inteligente și metafore de interacțiune pentru Realitățile Sensorimotorii, colectarea de date experimentale, publicații științifice în reviste și participări la conferințe de prestigiu. În acest scop, proiectul își fixează următoarele obiective concrete:

- O1. Conceptualizarea Realităților Sensorimotorii, un nou tip de realitate hibridă pentru augmentarea abilităților sensorimotorii ale utilizatorilor prin folosirea conjugată a dispozitivelor portabile și mediilor de inteligență ambientală la intersecția cu realitatea mixtă și mediată.
- O2. Explorarea posibilităților oferite de Realitățile Sensorimotorii prin proiectarea și implementarea de noi dispozitive portabile și medii de inteligență ambientală.
- O3. Explorarea de metafore de interacțiune pentru Realitățile Sensorimotorii.

Membrii echipei de cercetare

Echipa proiectului de cercetare implicată în activitățile acestei etape este alcătuită din:

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., membru cercetător în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)
3. Ovidiu-Ciprian Ungurean (dr. ing., membru cercetător în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)
4. Alexandru Dancu (dr., membru cercetător în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)
5. Otilia Clipa (conf. univ. dr., membru cercetător în domeniul Pedagogie)
6. Maria-Doina Schipor (conf. univ. dr., membru al Colegiului Psihologilor din România, membru cercetător în domeniul Psihologie în cadrul proiectului)
7. Bogdan Popoveniuc (prof. univ. dr., conducător de doctorat în domeniul Filosofie, membru cercetător în Filosofie în cadrul proiectului)
8. Adrian-Vasile Catană (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)
9. Alexandru-Tudor Andrei (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)
10. Cristian Pamparău (doctorand în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației)



Obiectivele și activitățile etapei

Activitățile de cercetare ale proiectului (de tip A1, Cercetare fundamentală), precum și activitățile suport 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 de implementare a proiectului de cercetare având drept obiectiv “Dispozitive portabile și medii inteligente pentru implementarea Realităților Sensorimotorii”, după cum urmează:

- Act. 2.1 – Dispozitive portabile pentru Realități Sensorimotorii
- Act. 2.2 – Medii inteligente pentru Realități Sensorimotorii
- Act. 2.3 – Integrarea dispozitivelor portabile și mediilor inteligente
- Act. 2.4 – Evaluare tehnică și studii utilizator

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

- **Rezultat așteptat:** Raportul științific al etapei
Rezultat realizat: Raport tehnic și științific cuprinzând un număr de 20 de pagini (număr maxim de pagini, conform specificațiilor UEFISCDI privind raportarea) detaliind progresul realizat și rezultatele științifice obținute în cadrul etapei nr. 2 de implementare a proiectului (acest raport).
- **Rezultat așteptat:** Prototipuri de dispozitive portabile și medii inteligente pentru SRs
Rezultat realizat: Prototipurile de dispozitive portabile și medii inteligente concepute, realizate, și evaluate în cadrul etapei sunt descrise în secțiunea 2 a acestui raport.
- **Rezultat așteptat:** Articole științifice în reviste și/sau participări la conferințe de prestigiu
Rezultat realizat: Au fost publicate **13 lucrări științifice** în cadrul conferințelor și revistelor reprezentative ale domeniilor interacțiunii om-calculator, realității augmentate și mixte, mediei interactive, respectiv inteligenței ambientale. Dintre acestea, **4 lucrări au fost publicate la conferințe clasificate cu rang A*** conform ARC CORE (UIST 2022, ISMAR 2022 și CHI 2022) iar o lucrare în revista ACM Trans. on Computer-Human Interaction (IF: 4.106, 5-Year IF: 4.075).

2. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ

În cadrul acestei etape, am întreprins activități de cercetare fundamentală în vederea proiectării de noi dispozitive portabile și aplicații ale mediilor de inteligență ambientală pentru a implementa conceptul Realităților Sensorimotorii (SRs) formalizat în cadrul etapei anterioare. Conform planului de realizare, aceste rezultate vor fi folosite în cadrul Etapei nr. 3 de implementare a proiectului, prevăzută pentru anul 2023, în vederea propunerii și evaluării de metafore și tehnici de interacțiune pentru operarea conjugată a dispozitivelor portabile și mediilor inteligente în cadrul Realităților Sensorimotorii.

2.1. Consolidarea spațiului conceptual al Realităților Sensorimotorii folosind dispozitive portabile și ambientale și proiectarea pentru medierea abilităților

În cadrul etapei anterioare, am introdus și descris în scopul formalizării Realităților Sensorimotorii un spațiu conceptual alcătuit din șase dimensiuni: (D_1) medierea senzorială, (D_2) medierea motorie (D_3),

virtualitatea, (D_4) imaginaritatea, (D_5) augmentarea corpului uman și (D_6) augmentarea mediului ambiental, împreună cu o taxonomie a abilităților sensorimotorii augmentate și mediate folosind categoriile din (Fleishman, 1972). În vederea atingerii obiectivelor etapei curente de implementare a proiectului, am realizat o consolidare a acestui spațiu conceptual cu: (1) introducerea conceptului de proiectare pentru medierea abilităților (*en.*: ability-mediating design) pentru a completa proiectarea bazată pe abilități (*en.*: ability-based design) propusă de Wobbrock *et al.* (2011, 2018); (2) extinderea metodei de solicitare și analiză a preferințelor utilizatorilor pentru comenzi intuitive pentru sistemele interactive (Wobbrock *et al.*, 2009; Vatavu și Wobbrock, 2015); (3) identificarea similarităților existente la nivel conceptual, filosofic și al viziunii domeniilor realității augmentate și inteligenței ambientale; (4) propunerea unei noi perspective de interpretare a realității augmentate, mediate, extinse, aflate între realitatea fizică și virtuală, în contextul transumanismului situat între umanism și postumanism.

Întrucât Realitățile Sensorimotorii sunt centrate pe abilitățile utilizatorilor și medierea acestora folosind tehnologiile dispozitivelor purtabile și ale inteligenței ambientale, am propus și formalizat noțiunea de proiectare a sistemelor interactive pentru medierea abilităților, cu trei principii:

- AM1. **Principiul medierii** constă în aplicarea Realităților Sensorimotorii pentru a media percepția senzorială și acțiunea motorie în vederea accesului la noi abilități și experiențe interactive, în conformitate cu dimensiunile D_1 și D_2 ale spațiului conceptual SRs. Principiul medierii conectează SRs cu realitatea mediată cu observația că SRs includ și alte tipuri de realități (principiul AM2).
- AM2. **Principiul diversității lumilor** constă în aplicarea conceptului Realităților Sensorimotorii pentru a explora diverse lumi (fizică, virtuală, augmentată, mixtă, mediată, multimediată, imaginară) în proiectarea sistemelor interactive, în conformitate cu dimensiunile D_3 și D_4 ale spațiului SRs.
- AM3. **Principiul instrumentării** specifică augmentarea cu tehnologie a corpului uman și/sau a mediului ambiental, în conformitate cu dimensiunile D_5 și D_6 ale spațiului SRs. Dispozitivele purtabile, aflate în contact cu corpul utilizatorului, implementează o mediere a abilităților din interior (e.g., un exoskelet care asistă utilizatorul în manipularea mai precisă a unui obiect) iar mediul ambiental oferă posibilitatea medierii abilităților din exterior (e.g., un sistem inteligent de iluminat, adaptat preferințelor și abilităților utilizatorilor, poate oferi o percepție vizuală îmbunătățită).

Aceste principii specifică cadrul conceptual al proiectării pentru medierea abilităților (*en.*: ability-mediating design) ca o abordare distinctă și complementară proiectării bazate pe abilități (Wobbrock *et al.*, 2011, 2018), în cadrul căreia sistemele interactive se adaptează pentru o potrivire cât mai bună cu abilitățile individuale ale utilizatorului. Aceste rezultate au fost publicate în cadrul conferinței **ISMAR 2022 (ARC A*)**, evenimentul științific de top al domeniului realității augmentate și mixte:



Radu-Daniel Vatavu. (2022). Sensorimotor Realities: Formalizing Ability-Mediating Design for Computer-Mediated Reality Environments.

Proceedings of ISMAR '22, the 21st IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality. IEEE, USA, 685-694.

<https://dx.doi.org/10.1109/ISMAR55827.2022.00086>

ARC A* | Rată de acceptare: 21.1% (93/441)

De asemenea, am extins în cadrul etapei o metodă (Wobbrock *et al.*, 2019; Vatavu și Wobbrock, 2015) populară în domeniul interacțiunii om-calculator pentru colectarea și analiza preferințelor utilizatorilor privind comenzi intuitive pentru interacțiunea cu sistemele informatice, des aplicată pentru interfețe gestuale. În acest sens, am propus un model din șase etape (figura 1), care formalizează metoda pentru diverse aplicări posibile pentru sistemele interactive în afara interacțiunii bazate pe gesturi, inclusiv pentru sistemele centrate pe abilitățile utilizatorilor și medierea acestora. De asemenea, am propus noi formule (ecuația 1) pentru calculul și analiza consensului preferințelor utilizatorilor pentru comenzi interactive, am realizat legături conceptuale cu algoritmi de clasificare nesupravegheată din domeniul învățării automate, am descris problema consensului ca o relație matematică de toleranță în contrast cu o relație de echivalență, am propus trei modele pentru analiza consensului (expert, codebook și computer) și am prezentat rezultate experimentale pentru a valida aceste contribuții.

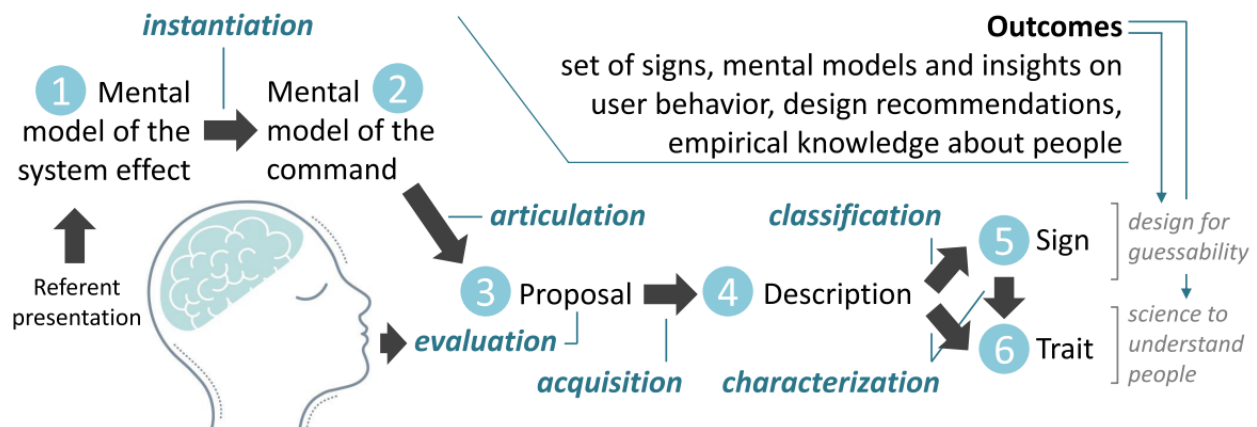


Figura 1. Un model pentru studii generice de solicitare a preferințelor utilizatorilor cu aplicare în proiectarea interfețelor sistemelor interactive: (1) stimulii prezentați utilizatorului conduc la reprezentări ale comenzii (2), care este realizată într-o formă specifică (3), achiziționată de un dispozitiv (4), grupată și clasificată (5), respectiv folosită pentru a caracteriza interacțiunea (6).

$$AR_{\epsilon}(r) = \frac{\sum_i \sum_{j \neq i} [\delta(p_i, p_j) \leq \epsilon]}{N(N-1)} \times 100\% \quad (1)$$

Aceste rezultate au fost publicate în cadrul revistei **ACM Transactions on Computer-Human Interaction** (IF: 4.106, 5-Year IF: 4.075), cea mai importantă revistă a domeniului interacțiunii om-calculator:



Radu-Daniel Vatavu, Jacob O. Wobbrock. (2022). Clarifying Agreement Calculations and Analysis for End-User Elicitation Studies.

ACM Transactions on Computer-Human Interaction 29(1), Article No. 5, pp 1-70.

<https://doi.org/10.1145/3476101>

IF: 4.106, 5-Year IF: 4.075

Realitățile Sensorimotorii sunt fundamentate pe augmentarea, medierea și extinderea realității fizice (dimensiunile D_3 și D_4 ale spațiului conceptual) și folosirea dispozitivelor portabile și mediilor inteligente (D_5 și D_6) pentru implementare. Prin urmare, am examinat în cadrul etapei similarități existente la nivel conceptual, filosofic și al viziunii domeniilor realității augmentate (AR) și inteligenței ambientale (Aml), pentru care am propus și adus argumente pentru trei postulate (a se vedea figura 2):

- **Postulatul nr. 1.** Conceptul de mediu reprezintă fundamentul necesar pentru ca orice augmentare să poată avea loc și, în consecință, este esențial existenței sistemelor AR și Aml.
- **Postulatul nr. 2.** Integrarea reprezintă procesul necesar pentru existența sistemelor AR și Aml iar, în cadrul acestui proces, mediul fizic este augmentat cu elemente care nu îi sunt native.
- **Postulatul nr. 3.** Procesul de integrare care conduce la augmentarea mediului fizic determină, atât pentru sistemele AR cât și Aml, apariția unei forme specifice de media care reflectă caracteristicile mediului în care conținutul media este creat, transmis și consumat.

Ambient Intelligence

Frequent descriptors:**

adaptive, anticipatory, conscious, context aware, distributed, embedded, emphatic, integrated, intelligent, personalized, responsive, sensitive, socialized, transparent, ubiquitous, unobtrusive



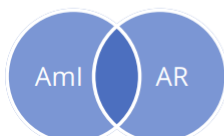
Augmented Reality

Frequent descriptors:**

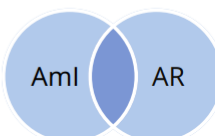
aligning and combining real and virtual objects, extent of presence metaphor, extent of world knowledge, immersion, interactive in real time, interface and gateway between the real and digital world, 3D registered, reproduction fidelity, specific form of media

*Epstein (1998); Ducatel *et al.* (2001); Aarts & Encarnação (2006); Aarts & de Ruter (2009); Cook *et al.* (2009); Augusto *et al.* (2013); Acampora *et al.* (2013)

**Wellner *et al.* (1993); Milgram & Kishino (1994); Azuma (1997); Azuma *et al.* (2001); Azuma (2006); Azuma (2009); Billinghurst *et al.* (2015)



concept of an environment



process of an integration



media and medium are congruent

Figura 2. Privire de ansamblu asupra domeniilor inteligenței ambientale și realității augmentate prin prisma cuvintelor cheie folosite frecvent în literatura științifică pentru descrierea contribuțiilor în aceste domenii. Aparent diferite, cele două domenii se suprapun conceptual (diagrame Venn în partea de jos a figurii) la nivelul mediului, procesului de integrare, respectiv caracteristicilor conținutului media.

Aceste rezultate au fost publicate în cadrul conferinței **CHI 2022 (ARC A*)**, evenimentul științific de top al domeniului interacțiunii om-calculator:



Radu-Daniel Vatavu. (2022). Are Ambient Intelligence and Augmented Reality Two Sides of the Same Coin? Implications for Human-Computer Interaction. *Proceedings of CHI '22 EA, the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts*. ACM, New York, NY, USA, Article no. 362, 1-8.

<https://doi.org/10.1145/3491101.3519710>

ARC A* | Rată de acceptare: 35.7% (258/722)

De asemenea, pentru a poziționa Realitățile Sensorimotorii într-un context filosofic corespunzător, am explorat paradigma mișcării transumaniste pentru a realiza o paralelă între realitatea mixtă (aflată între realitatea fizică și cea virtuală) și transumanism (situat între umanism și postumanism). În acest sens, am identificat patru niveluri de aplicare a Realităților Sensorimotorii (figura 3): (1) la nivelul **instrumentării**, augmentarea umană poate fi implementată progresiv plecând de la dispozitive portabile obișnuite, cum ar fi ceasurile inteligente, până la dispozitive invazive, cum ar fi căștile de realitate mixtă sau virtuală; (2) la nivelul **integrării**, Realitățile Sensorimotorii pot necesita sau nu prezența efectivă a utilizatorului în cadrul unui anumit spațiu; (3) la nivelul **controlului**, acesta poate fi centralizat la utilizator sau distribuit, atât în ceea ce privește dispozitivele de control cât și alți utilizatori; (4) la nivelul **senzațiilor**, diverse modalități de feedback pot fi folosite pentru a implementa augmentarea percepției umane.

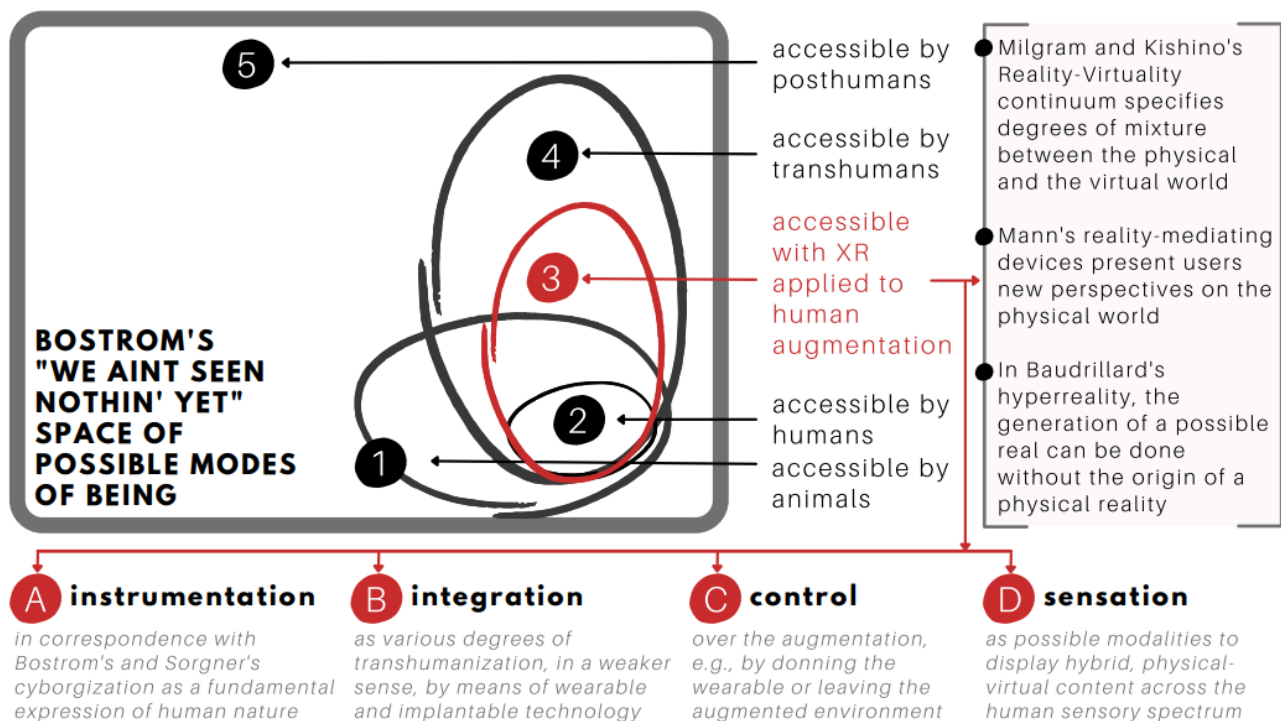


Figura 3. Adaptare a reprezentării modurilor posibile de a exista (Bostrom, 2005) cu evidențierea augmentării umane folosind tehnologiile realității extinse și nivelurile de aplicare ale SRs.

Rezultate au fost publicate în cadrul conferinței **AH 2022** dedicată augmentării umane:



Bogdan Popoveniuc, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Transhumanism as a Philosophical and Cultural Framework for Extended Reality Applied to Human Augmentation. *Proceedings of AH '22, the 13th Augmented Human International Conference*. ACM, New York, NY, USA, 6:1-6:8.

<https://doi.org/10.1145/3532525.3532528>

2.2. Dispozitive portabile și medii inteligente pentru Realități Sensorimotorii

Am explorat în cadrul etapei diverse oportunități pentru proiectarea de dispozitive portabile și medii inteligente informate de spațiul conceptual și caracteristicile Realităților Sensorimotorii, după cum urmează: (1) aplicație ARTV pentru casca de realitate mixtă HoloLens cu un studiu centrat pe medierea abilităților unui utilizator cu o condiție motorie rară; (2) ecrane ambientale accesibile utilizatorilor cu dizabilități motorii și de mobilitate; (3) interfață gestuală pentru un dispozitiv portabil și controlul iluminatului ambiental inteligent; (4) prototipul Posi(a)bilities pentru augmentarea corpului uman cu o mână virtuală proiectată în mediul fizic; (5) analiză bazată pe abilități privind accesibilitatea interacțiunii cu televizorul pentru utilizatori cu diverse tipuri de dizabilități motorii; (6) prototip al unei aplicații HoloLens pentru implementarea de tranziții între diverse tipuri de augmentări a realității fizice.

Figura 4 prezintă secvențe din derularea unui studiu cu un participant cu o condiție motorie rară (focomelia) și o aplicație de tip ARTV (Vatavu *et al.*, 2020) implementată pentru HoloLens¹, care afișează un ecran TV virtual și permite repoziționarea acestuia în spațiul fizic. Pentru repoziționarea ecranului, am implementat modelul de interacțiune “gaze-and-commit”² al HoloLens ce folosește gestul “air tap” (atingerea degetului arătător și mare) pentru a fixa ecranul TV într-o nouă poziție. Această interacțiune necesită abilități motorii staționare, stabilitate a corpului, dexteritate manuală și un control precis, conform (Fleishman, 1967, 1972; Gentile, 2000). Folosind dimensiunile D_4 , D_5 și D_6 ale spațiului conceptual SRs, am propus o telecomandă imaginară (figurile 4h, 4i), augmentarea degetului (figurile 4j, 4k) și mediului fizic (figura 4l) pentru a contracara diverse probleme de accesibilitate (figurile 4a-4f).



Figura 4. Studiu cu un participant cu dizabilități motorii efectuat pentru evaluarea proiectării bazate pe medierea abilităților în cadrul SRs: (a-c) probleme de accesibilitate în folosirea telefonului, mouse-ului și telecomenzii TV; (d-f) încercări eșuate de a realiza gestul “air-tap” implicit în HoloLens; (g) folosirea cu succes a HoloLens Clicker; (h) postură a mâinii demonstrând folosirea unei telecomenzi imaginare; (i) telecomandă TV imaginară folosită cu două mâini; (j) augmentarea degetului cu un accelerometru integrat într-o formă de inel tipărit 3D; (k) diverse modalități de feedback (aer, vibrații, termic) pentru a susține modelul mintal al telecomenzii imaginare; (l) plasarea precisă a unui marker Vicon pe un perete.

¹ <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>

² <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/design/gaze-and-commit>



Figura 5 ilustrează aplicarea spațiului conceptual SRs în contextul ecranelor ambientale, pentru care am examinat accesibilitatea interacțiunii pentru utilizatorii cu dizabilități motorii și de mobilitate. În acest sens, am plecat de la o serie de probleme cunoscute de accesibilitate (figura 6) și am continuat cu o analiză sistematică a literaturii științifice (figura 7), care a scos în evidență o atenție redusă în comunitatea științifică privind tehnici interactive pentru accesibilitatea ecranelor publice și utilizatori cu dizabilități motorii. Plecând de la aceste rezultate, am realizat un studiu cu 11 participanți cu dizabilități motorii (28-59 ani, $M=42.9$, $SD=9.4$ ani, scoruri WHODAS 2.0 privind starea de sănătate/dizabilitate între 16.7 și 70.8, $M=41.1$, $SD=19.5$, cei mai mulți participanți cu leziuni traumatice ale coloanei vertebrale) pentru a înțelege percepții privind interacțiunea cu ecranele ambientale și colecta preferințe privind dispozitive și tehnici accesibile pentru interacțiunea cu acestea; figurile 8 și 9 prezintă rezultatele.

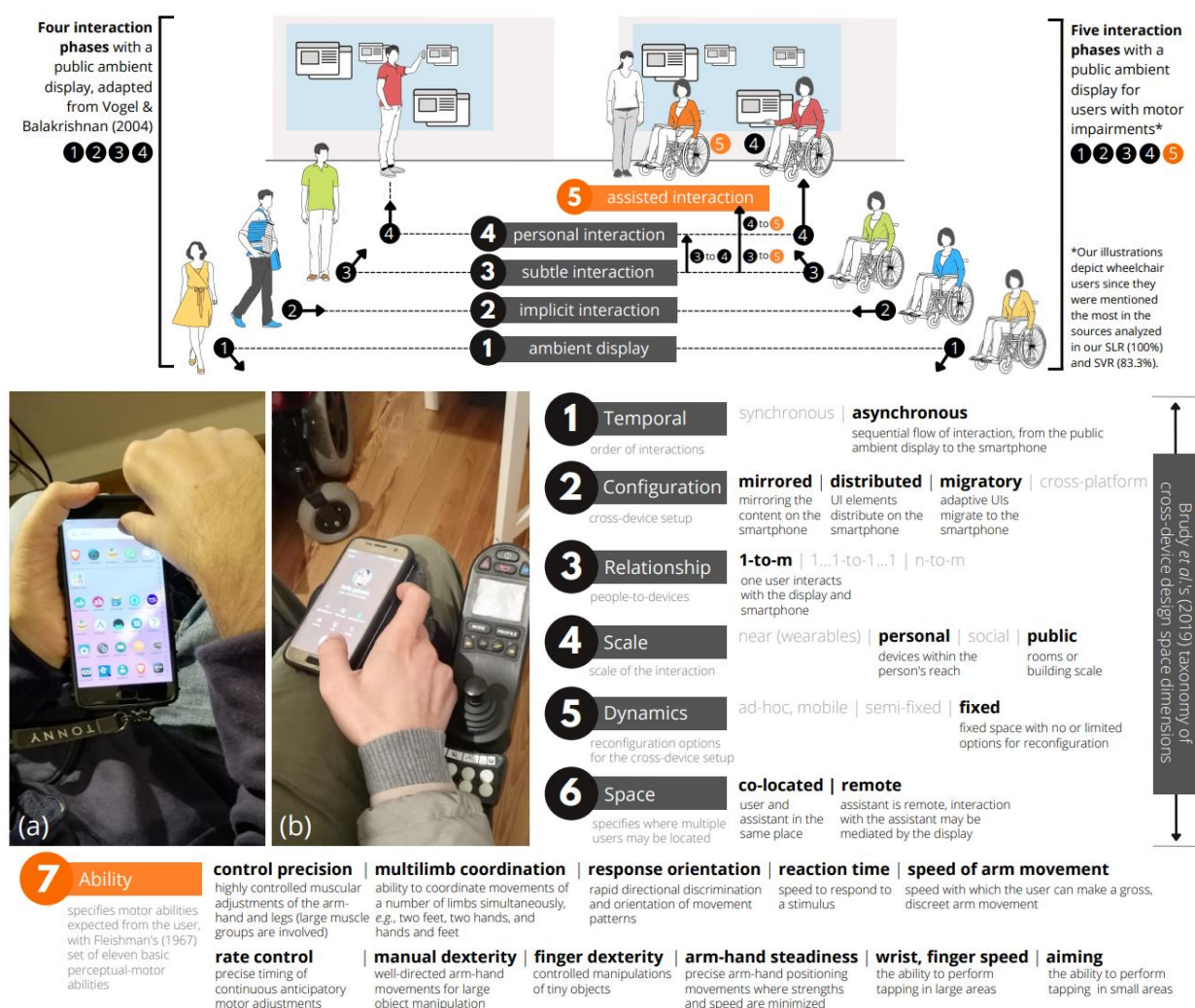


Figura 5. Extinderea modelului (Vogel și Balakrishnan, 2004) privind etapele de interacțiune cu ecrane publice ambientale pentru a include interacțiunea asistată (sus) și extinderea taxonomiei interacțiunilor inter-dispozitiv (Brady *et al.*, 2019) cu dimensiunea abilităților utilizatorului (jos).

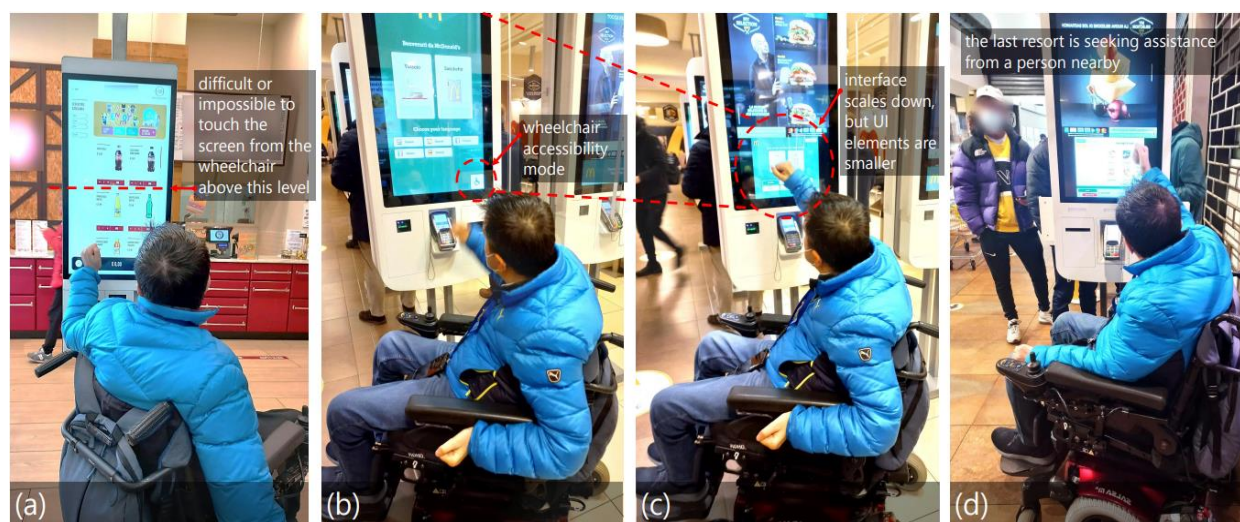
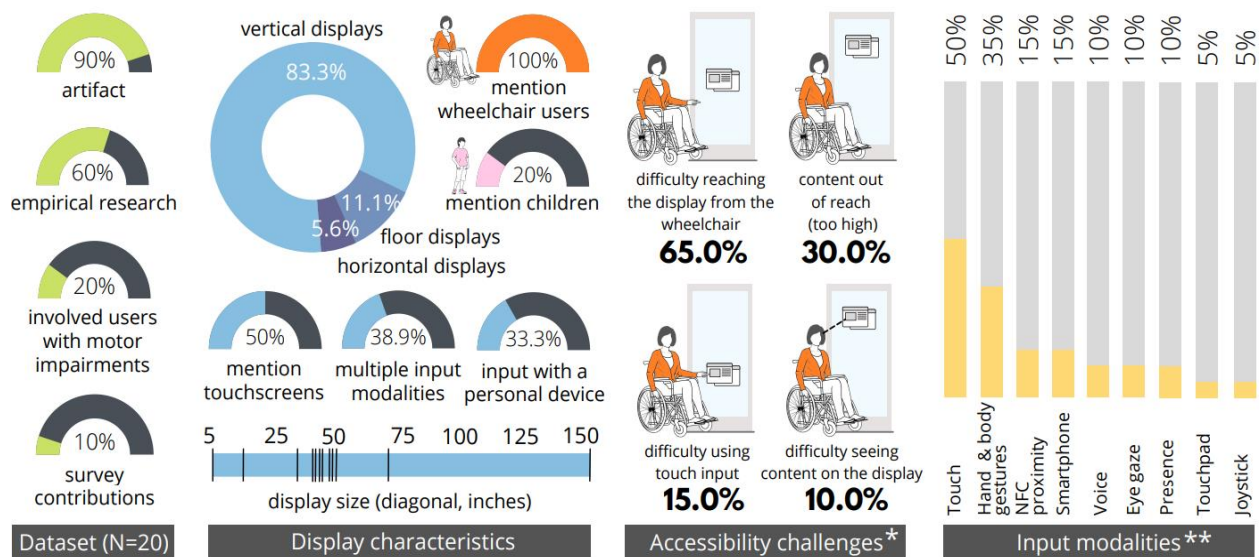
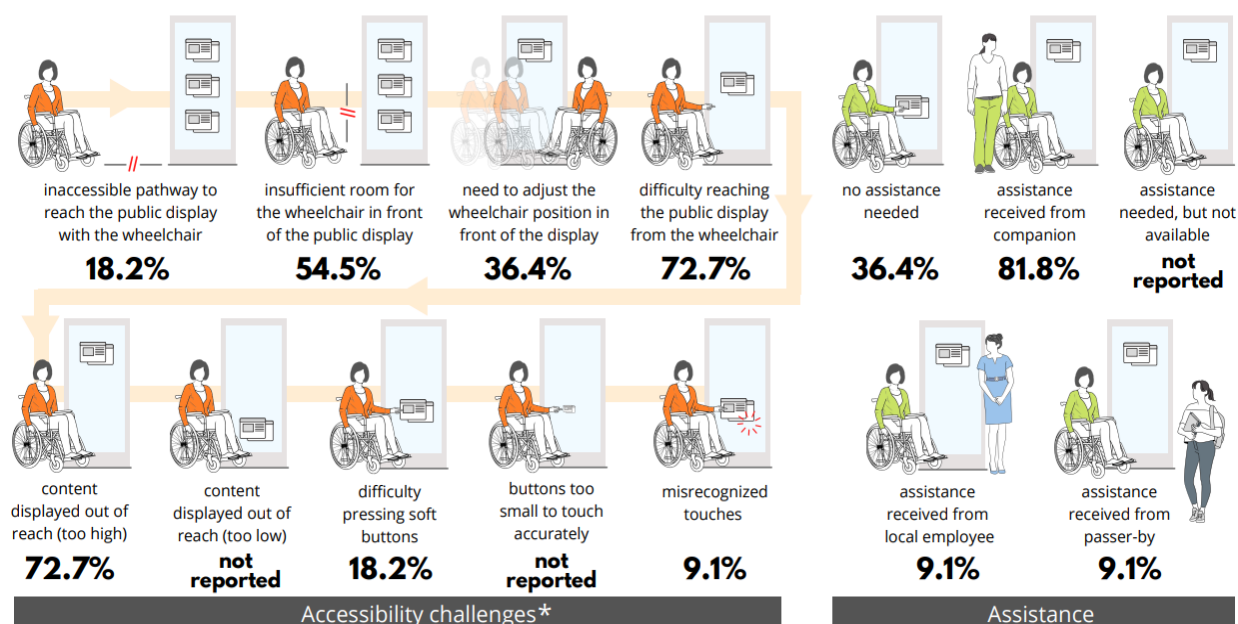


Figura 6. Ilustrare a două probleme de accesibilitate a ecranelor publice interactive pentru utilizatori ai scaunelor cu roțile: partea superioară a ecranului (a) nu poate fi atinsă confortabil din scaunul cu roțile; chiar dacă unele ecrane publice implementează funcții de accesibilitate (b), acestea generează noi probleme cauzate de dimensiunea redusă a componentelor interfeței utilizator (c) ceea ce determină, în ultimă instanță, solicitarea asistenței (d), o etapă a interacțiunii prezentată în figura 5, sus.



Notes: percentages are computed with respect to the total number of papers (N=20) except for Display Characteristics, where we used only the papers with artifacts (N=18).
*Our illustrations depict wheelchair users since they were mentioned by all of the papers from our dataset. **Some of the papers presented multiple input modalities.

Figura 7. Rezultatele studiului realizat privind analiza sistematică a literaturii științifice adresând accesibilitatea ecranelor publice interactive pentru utilizatorii cu dizabilități motorii și de mobilitate. De la stânga la dreapta: caracteristici ale lucrărilor examinate, ale ecranelor ambientale interactive prezentate în lucrările științifice, probleme de accesibilitate care au fost semnalate sau adresate, respectiv modalități de interacțiune menționate, discutate sau evaluate în cadrul comunității științifice.



*Our illustrations depict wheelchair users since they were mentioned the most in the sources analyzed in our SLR (100%) and SVR (83.3%) studies.

Figura 8. Categoriile de probleme de accesibilitate a ecranelor publice ambientale (stânga) și nevoi de asistență în timpul interacțiunii cu ecrane publice ambientale (dreapta) identificate în urma unui studiu efectuat cu N=11 participanți cu dizabilități motorii și de mobilitate.

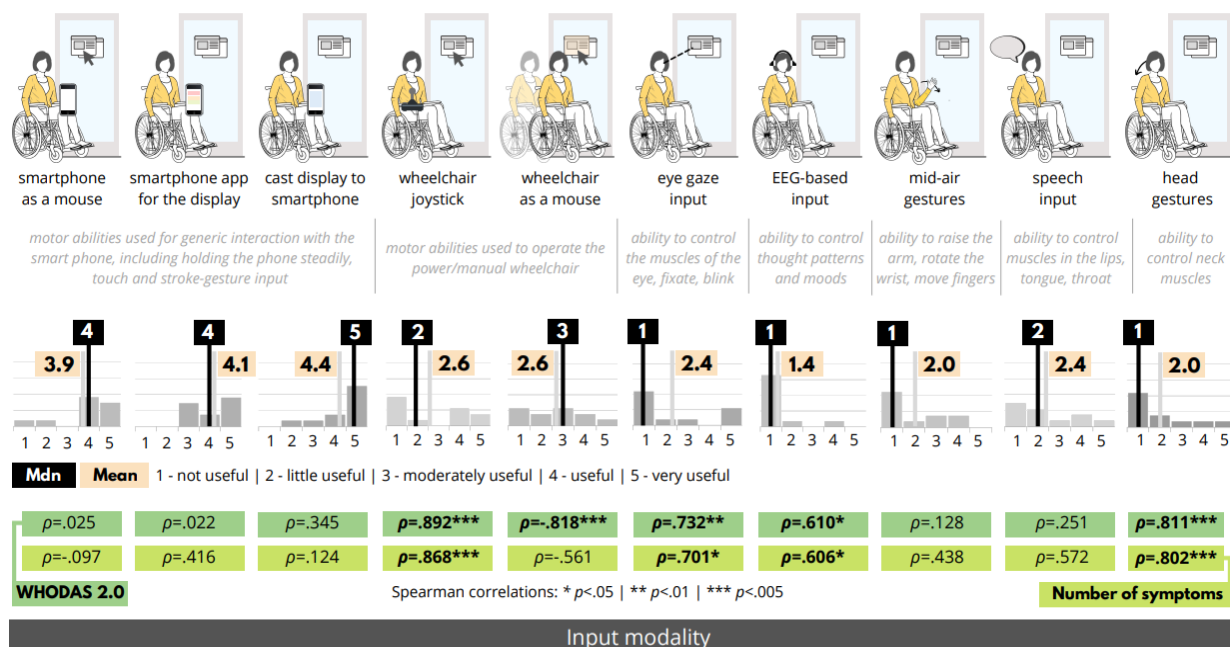


Figura 9. Preferințe pentru dispozitive și tehnici de interacțiune accesibile pentru ecrane publice ambientale identificate în urma unui studiu cu N=11 participanți cu dizabilități motorii și de mobilitate. **Notă:** Partea de jos a figurii prezintă corelații între preferințele participanților și gradul de dizabilitate.

Aceste rezultate au fost publicate în cadrul unui articol la conferința **UIST 2022 (ARC A*)**:



Radu-Daniel Vatavu, Ovidiu-Ciprian Ungurean, Laura-Bianca Bilius. (2022). Interactive Public Displays and Wheelchair Users: Between Direct, Personal and Indirect, Assisted Interaction. *Proc. of UIST '22, the 35th ACM Symposium on User Interface Software and Technology* ACM, New York, NY, USA, 45:1-45:17.
<https://doi.org/10.1145/3526113.3545662> | **ARC A*** | **Rată acc.: 26.3% (98/372)**

Tap4Light reprezintă o tehnică de interacțiune, implementată sub forma unei aplicații software, care permite recunoașterea gesturilor de mișcare a degetelor (de tip atingere/tap în aer sau pe o suprafață) în scopul controlului unui sistem ambiental de iluminat inteligent. Pentru implementare, am folosit dispozitivul portabil TapStrap2 și șase lămpi Philips Hue Go controlate de o aplicație Android prin comunicații Bluetooth și un set de gesturi proiectat pentru diverse operații specifice (figura 10). Aplicația Tap4Light a fost diseminată în cadrul conferinței **AH 2022** dedicată augmentării umane:



Alexandru-Tudor Andrei, Alexandru-Ionuț Siean, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Tap4Light: Smart Lighting Interactions by Tapping with a Five-Finger Augmentation Device. *Proceedings of AH '22, the 13th Augmented Human International Conference*. ACM, New York, NY, USA, 4:1-4:2.
<https://doi.org/10.1145/3532525.3532535>

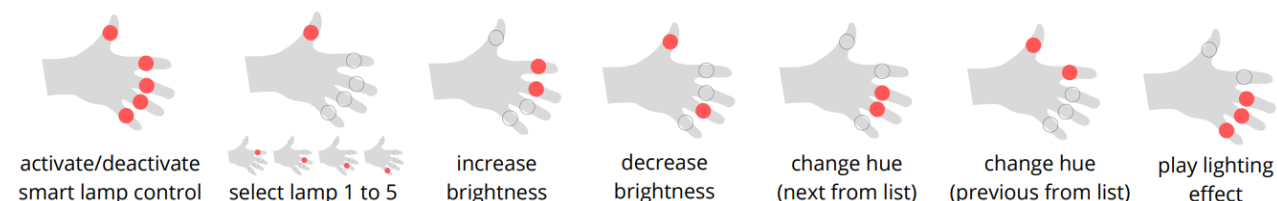


Figura 10. Tap4Light demonstrează folosirea conjugată a dispozitivelor portabile și ambientale în SRs.

Possi(A)bilities reprezintă un prototip SRs care folosește proiecții video (figura 11, sus) pentru a afișa o mână virtuală care este aliniată cu corpul utilizatorului (figura 11, jos) și redă înregistrări ale unor diverse acțiuni, cum ar fi mișcarea degetelor, rotația mâinii, manipularea obiectelor. Pe lângă realizarea tehnică, Possi(A)bilities invită la reflecții privind autonomia controlului asupra propriului corp în cadrul sistemelor hibride care combină realitatea fizică cu cea virtuală, conform dimensiunii D_3 a spațiului conceptual SRs. Prototipul Possi(A)bilities a fost diseminat în cadrul conferinței **ISEA 2022** dedicată artei electronice:



Radu-Daniel Vatavu. (2022). Possi(A)bilities: Augmented Reality Experiences of Possible Motor Abilities Enabled by a Video-Projected Virtual Hand.

Proceedings of ISEA '22, the 27th International Symposium on Electronic Art. ISEA International, 4 pagini.

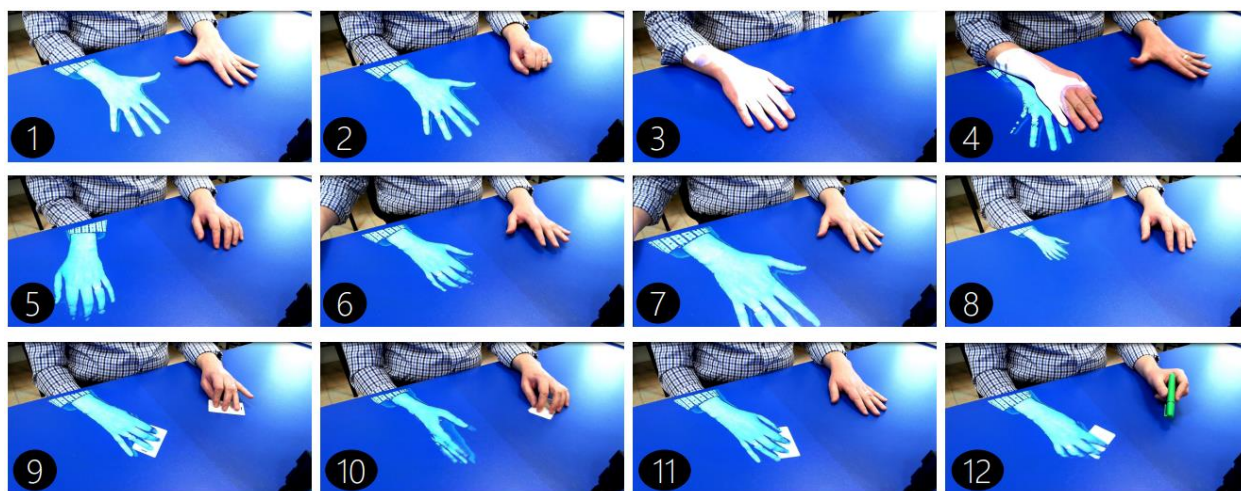
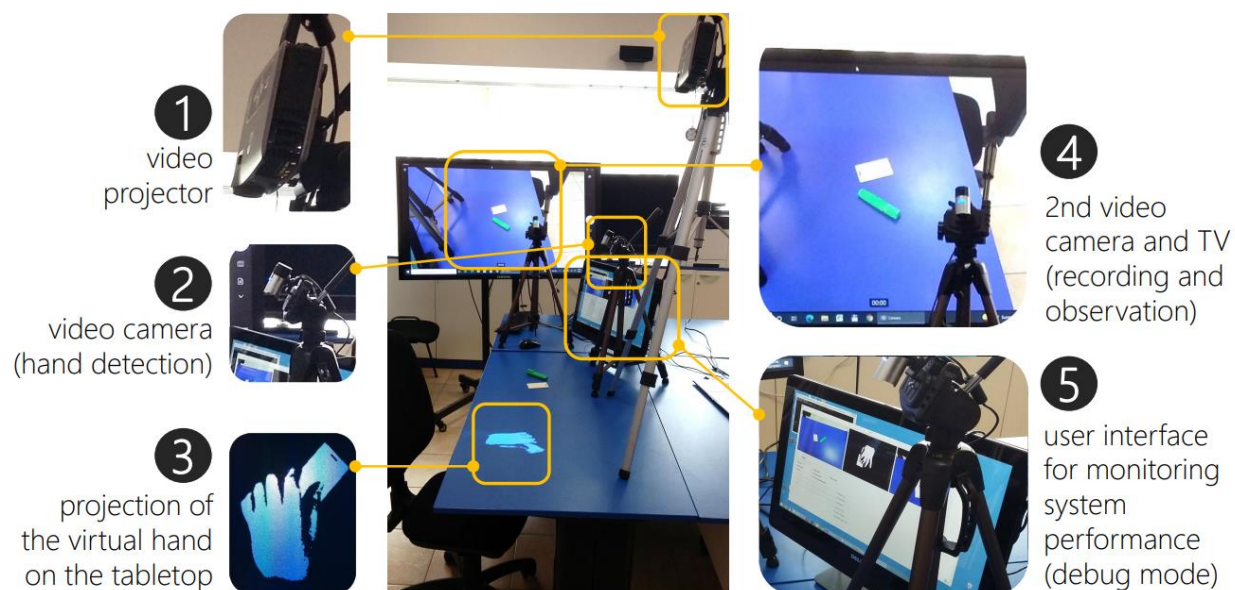


Figura 11. Prototipul Possi(A)bilities demonstrează augmentarea corpului uman cu o mână virtuală.

Dimensiunea D_3 a spațiului conceptual SRs specifică gradul de augmentare a realității implementat de aplicațiile SR și, în același timp, permite proiectarea de tranziții între diverse niveluri de augmentare. Pentru a înțelege percepția utilizatorilor privind astfel de posibilități interactive, am efectuat un studiu cu $N=14$ participanți (figura 12, sus) în care am măsurat aspecte de utilizabilitate (folosind chestionarul SUS), experiența utilizator (metoda MS Reaction Cards), prezență și imersiune (chestionarele Film IEQ și PQ v2.0) pentru patru tipuri de tranziții (figura 12, jos). Rezultatele (figura 13) au fost publicate în cadrul conferinței **ACM IMX 2022** dedicată mediei interactive:



Cristian Pamparău, Radu-Daniel Vatavu. (2022). The User Experience of Journeys in the Realm of Augmented Reality Television. *Proceedings of IMX '22, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. ACM, New York, NY, USA, 161-174.

<https://doi.org/10.1145/3505284.3529969>

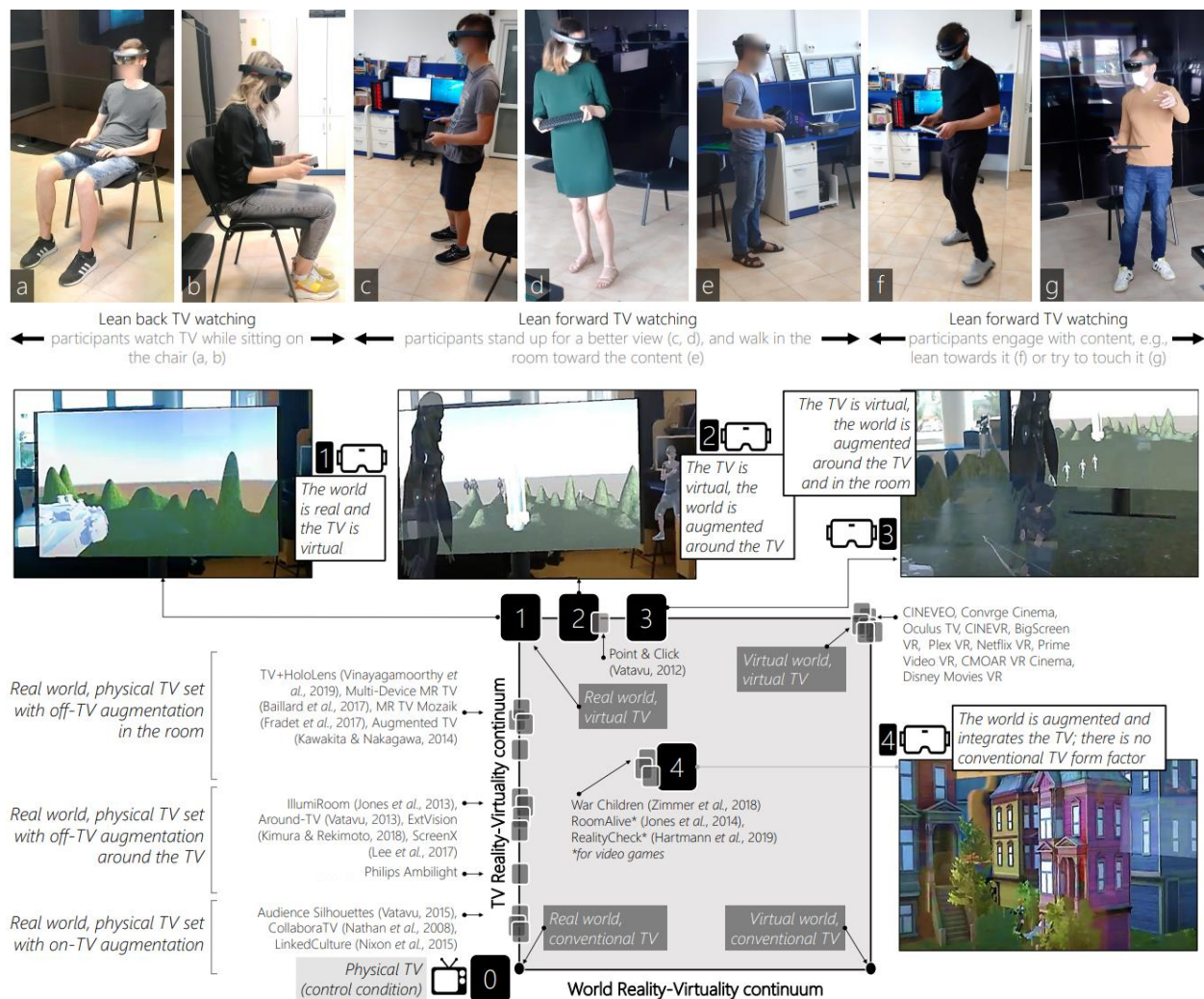


Figura 12. Fotografii din cadrul unui studiu cu $N=14$ participanți (sus) pentru colectarea și analiza percepțiilor privind tranziții implementate în aplicații cu diverse niveluri de augmentare a realității (jos).

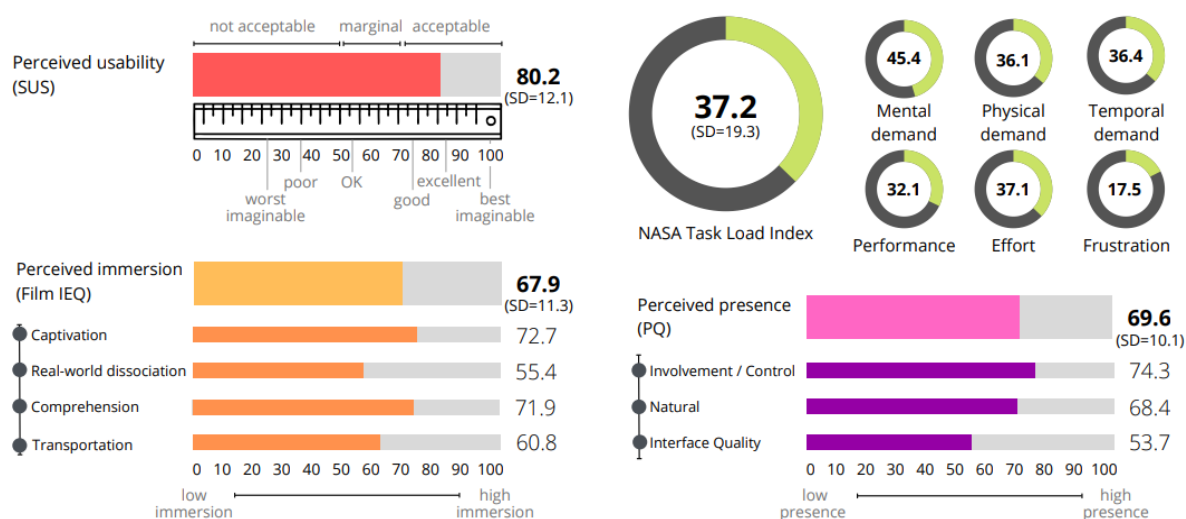


Figura 13. Rezultate privind experiența utilizator a tranzițiilor între diverse niveluri de augmentare a realității, conform dimensiunii D_3 a spațiului conceptual al Realităților Sensorimotorii.

De asemenea, am realizat un studiu privind abilitățile motorii necesare folosirii unui dispozitiv comun de intrare, telecomanda TV, de către persoane cu dizabilități motorii; figura 14 prezintă două exemple.



Figura 14. Abilități motorii necesare operării telecomenzii TV și procedurile specifice folosite de către două persoane (a,b) cu leziuni traumatice la nivelul coloanei vertebrale.

Alcohol-Contested Examination of People with Mental Disabilities: Interference with Violence in Franchise Bars Amenable to Safe, Inclusive Entertainment Environments

Editor: Stephen O'Connell and Richard Smith
Shirley Kay, *Alcoholic Beverage Control
Commissioner, New York State
Department of Taxation and Finance*
shirley.kay@tax.ny.gov

Abstract. We report results from a study of 41 people with mental disabilities in restaurant bars, and the results of a survey of 100 people with mental disabilities. We discuss the importance of the findings for the development of a safe, inclusive entertainment environment. We discuss the importance of the findings for the development of a safe, inclusive entertainment environment. We discuss the importance of the findings for the development of a safe, inclusive entertainment environment.

Keywords: Alcoholism; Mental disabilities; Safe, inclusive entertainment

Figure 1 displays six radar charts illustrating self-reported impairment levels for different tasks across various motor function categories. The tasks are TV remote control, smartphone, voice, eye gaze, hand gesture, and head gesture. Each chart has 11 axes representing motor functions: Mo (slow movements), Sp (spasm), St (low strength), Tr (tremor), Co (poor coordination), Fa (rapid fatigue), Gr (difficulty gripping), Ho (difficulty holding), Dis (difficulty controlling distance), Dir (difficulty controlling direction), and Se (lack of sensation). The charts use a color-coded system: blue for TV remote control, red for smartphone, green for voice, pink for eye gaze, purple for hand gesture, and yellow for head gesture. Each axis has a scale from 1 (not suited at all) to 5 (very suited). The charts show varying degrees of impairment across tasks, with some tasks like 'voice' showing higher impairment levels across most categories compared to others like 'TV remote control'.

16/20

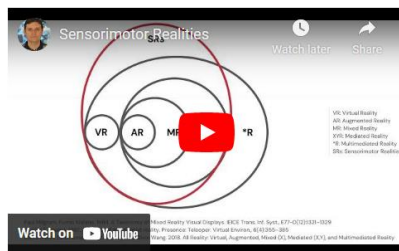
3. SUMAR AL PROGRESULUI (PUBLICAȚII ȘTIINȚIFICE ALE ETAPEI)

În cadrul etapei au fost realizate **13 publicații științifice** pentru diseminarea rezultatelor proiectului, dintre care **4 lucrări publicate la manifestări științifice de rang A***, conform clasificării ARC CORE.

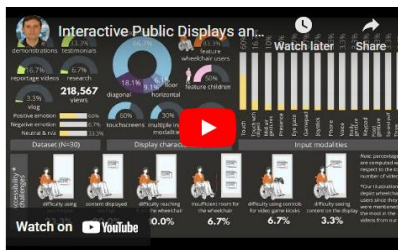
- [1] Radu-Daniel Vatavu. (2022). Sensorimotor Realities: Formalizing Ability-Mediating Design for Computer-Mediated Reality Environments. *Proceedings of ISMAR '22, the 21st IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. IEEE, USA, 685-694.
<https://dx.doi.org/10.1109/ISMAR55827.2022.00086> | **ARC CORE A*** | **AR: 21.1% (93/441)**
- [2] Radu-Daniel Vatavu, Ovidiu-Ciprian Ungurean, Laura-Bianca Bilius. (2022). Interactive Public Displays and Wheelchair Users: Between Direct, Personal and Indirect, Assisted Interaction. *Proc. of UIST '22, the 35th ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. ACM, New York, NY, USA, 45, 1-17. <https://doi.org/10.1145/3526113.3545662> | **ARC CORE A*** | **AR: 26.3% (98/372)**
- [3] Ovidiu-Ciprian Ungurean, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Ability-Centered Examination of People with Motor Impairments' Interaction with Television Towards More Accessible Smart Home Entertainment Environments. *Proceedings of ISAmI '22, the 13th International Symposium on Ambient Intelligence*. Lecture Notes in Networks and Systems, Springer, 10 pagini.
- [4] Cristian Pamparău, Radu-Daniel Vatavu. (2022). The User Experience of Journeys in the Realm of Augmented Reality Television. *Proc. of IMX '22, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. ACM, New York, NY, USA, 161-174. <https://doi.org/10.1145/3505284.3529969>
- [5] Radu-Daniel Vatavu. (2022). Possi(A)bilities: Augmented Reality Experiences of Possible Motor Abilities Enabled by a Video-Projected Virtual Hand. *Proceedings of ISEA '22, the 27th International Symposium on Electronic Art*. ISEA International, 4 pagini.
- [6] Bogdan-Florin Gheran, Santiago Villarreal-Narvaez, Radu-Daniel Vatavu, Jean Vanderdonckt. (2022). RepliGES and GESTory: Visual Tools for Systematizing and Consolidating Knowledge on User-Defined Gestures. *Proc. of AVI '22, the International Conference on Advanced Visual Interfaces*. ACM, New York, NY, USA, 5:1-5:9. <https://doi.org/10.1145/3531073.3531112> | **AR: 24.2% (15/62)**
- [7] Bogdan Popoveniuc, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Transhumanism as a Philosophical and Cultural Framework for Extended Reality Applied to Human Augmentation. *Proceedings of AH '22, the 13th Augmented Human International Conference*. ACM, New York, NY, USA, 6:1-6:8.
<https://doi.org/10.1145/3532525.3532528>
- [8] Alexandru-Tudor Andrei, Alexandru-Ionut Șiean, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Tap4Light: Smart Lighting Interactions by Tapping with a Five-Finger Augmentation Device. *Proceedings of AH '22, the 13th Augmented Human International Conference*. ACM, New York, NY, USA, 4:1-4:2.
<https://doi.org/10.1145/3532525.3532535>
- [9] Radu-Daniel Vatavu. (2022). Are Ambient Intelligence and Augmented Reality Two Sides of the Same Coin? Implications for Human-Computer Interaction. *Proceedings of CHI '22 EA, the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts*. ACM, New York, NY, USA, Article no. 362, 1-8. <https://doi.org/10.1145/3491101.3519710> | **ARC CORE A*** | **AR: 35.7% (258/722)**

- [10] Radu-Daniel Vatavu, Jacob O. Wobbrock. (2022). Clarifying Agreement Calculations and Analysis for End-User Elicitation Studies. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 29(1), Article No. 5, 1-70. <https://doi.org/10.1145/3476101> | IF: 4.106, 5-Year IF: 4.075 (JCR 2021)
- [11] Adrian-Vasile Catană, Cristian Pamparău, Radu-Daniel Vatavu. (2022). Using Mediated Reality to Induce Sensorimotor Impairments. *ASSETS 2022 Workshop on Multidisciplinary Perspectives on Designing Accessible Systems for Users with Multiple Impairments: Grand Challenges and Opportunities for Future Research*.
- [12] Radu-Daniel Vatavu. (2022). Designing Interactive Experiences in the Interplay between Ambient Intelligence and Mixed Reality. *Proceedings of CHI '22 Extended Abstracts, the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts*. ACM, New York, NY, USA, Article no. 140. <https://doi.org/10.1145/3491101.3503763> | ARC CORE A*
- [13] Radu-Daniel Vatavu. (2022). Designing Interactive Computer Systems within the Framework of Sensorimotor Realities. Lucrare invitată în cadrul ECCO '22, the International Conference on Electronics, Communications, and Computing.

Publicarea rezultatelor proiectului în comunitatea științifică internațională a domeniilor interacțiunii om-calculator, realității augmentate și mixte, inteligenței ambientale și mediei interactive a fost completată de diseminarea către publicul larg prin intermediul canalului YouTube al directorului de proiect:



<https://youtu.be/TtCKY0tkv1Q>



<https://youtu.be/x-dVgy8nuaw>



<https://youtu.be/J6aqRKopmH4>



<https://youtu.be/17AEWzx390c>



<https://youtu.be/UJEfvQAVQyk>



<https://youtu.be/ITVuKYg8nB8>

În conformitate cu activitățile desfășurate, rezultatele obținute în perioada ianuarie – decembrie 2022 descrise în prezentul raport de cercetare, publicațiile științifice realizate, precum și în conformitate cu activitățile de management întreprinse în cadrul acestei etape, considerăm obiectivele proiectului pentru etapa nr. 2 îndeplinite în procent de 100%.

4. REZUMAT EXECUTIV AL ACTIVITĂȚILOR ETAPEI (max 1 pag.)

Obiectivul etapei nr. 2 de implementare a constat în realizarea de activități de cercetare fundamentală în scopul proiectării, implementării și evaluării de prototipuri interactive de dispozitive portabile și medii inteligente prin aplicarea dimensiunilor spațiului conceptual al Realității Sensorimotorii. În acest sens, am adus următoarele contribuții: (1) introducerea conceputului de proiectare pentru medierea abilităților (*en.*: ability-mediating design) pentru a completa proiectarea bazată pe abilități (*en.*: ability-based design); (2) extinderea metodei de solicitare și analiză a preferințelor utilizatorilor pentru comenzi intuitive în cadrul sistemelor interactive; (3) identificarea similarităților existente la nivel conceptual, filosofic și al viziunii domeniilor realității augmentate și inteligenței ambientale; (4) propunerea unei noi perspective de interpretare a realității augmentate, mediate și extinse, aflate între realitatea fizică și virtuală, în contextul transumanismului situat între umanism și postumanism; (5) realizarea și evaluarea unei aplicații ARTV pentru casca HoloLens cu un studiu centrat pe medierea abilităților unui utilizator cu o condiție motorie rară; (6) realizarea unui studiu privind accesibilitatea ecranelor publice ambientale pentru utilizatori cu dizabilități motorii și de mobilitate (eșantion cu N=11 participanți) împreună cu o analiză sistematică a literaturii științifice (SLR) și a conținutului video online (SVR); (7) proiectarea și implementarea unei interfețe gestuale pentru un dispozitiv portabil și controlul iluminatului ambiental inteligent în vederea demonstrării folosirii conjugate a dispozitivelor portabile și ambientale în contextul Realităților Sensorimotorii; (8) proiectarea și implementarea prototipului Possi(a)bilities pentru augmentarea corpului uman cu o mână virtuală proiectată video în mediul fizic și aliniată cu corpul fizic al utilizatorului; (9) realizarea unei analize bazate pe abilități privind accesibilitatea interacțiunii cu ecranele TV pentru utilizatorii cu dizabilități motorii (eșantion cu N=41 participanți); (10) proiectarea și implementarea unui prototip tip aplicație HoloLens pentru implementarea de tranziții între diverse tipuri de augmentări ale realității fizice împreună cu un studiu privind percepția utilizatorilor (eșantion alcătuit din N=14 participanți). Rezultatele au fost diseminate în comunitatea științifică internațională a domeniilor interacțiunii om-calculator, realității augmentate/mixte, inteligenței ambientale și mediei interactive (13 publicații, dintre care 4 în cadrul unor conferințe de rang ARC A*) precum și către publicul larg prin intermediul canalului YouTube al directorului de proiect (6 filme disponibile online).

REFERINȚE

- Bostrom, 2005 N. Bostrom. 2005. Transhumanist Values. Review of Contemporary Philosophy 4 (May 2005). <https://www.nickbostrom.com/ethics/values.html>
- Brudy *et al.*, 2019 F. Brudy, Cr. Holz, R. Rädle, C.J. Wu, S. Houben, C.N. Klokmoose, N. Marquardt. 2019. Cross-Device Taxonomy: Survey, Opportunities and Challenges of Interactions Spanning Across Multiple Devices. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 562:1–562:28. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300792>
- Fleishman, 1967 E.A. Fleishman. 1967. Performance Assessment Based on an Empirically Derived Task Taxonomy. *Human Factors* 9, 4, 349–366. <https://doi.org/10.1177/001872086700900408>

- Fleishman, 1972 E.A. Fleishman. 1972. On the Relation Between Abilities, Learning, and Human Performance. *American Psychologist* 27, 11, 1017–1032.
<https://doi.org/10.1037/h0033881>
- Gentile, 2000 A. Gentile. 2000. Skill Acquisition: Action, Movement, and Neuromotor Processes. In J. Carr and R. Shepherd (Eds.), *Movement Science: Foundations for Physical Therapy (2nd Ed.)*, pp. 111–187. Aspen, MD, USA.
- Ungurean și Vatavu, 2021 O.-C. Ungurean, R.D. Vatavu. (2021). Coping, Hacking, and DIY: Reframing the Accessibility of Interactions with Television for People with Motor Impairments. *Proceedings of IMX '21, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. ACM, New York, NY, USA, 37-49.
<https://doi.org/10.1145/3452918.3458802>
- Vatavu și Wobbrock, 2015 R.D. Vatavu, J.O. Wobbrock. (2015). Formalizing Agreement Analysis for Elicitation Studies: New Measures, Significance Test, and Toolkit. In *Proc. of CHI'15, the 33rd ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA, 1325-1334. <http://doi.acm.org/10.1145/2702123.2702223>
- Vatavu et al., 2020 R.D. Vatavu, P. Saeghe, T. Chambel, V. Vinayagamoorthy, M.F. Ursu. (2020). Conceptualizing Augmented Reality Television for the Living Room. In *Proc. of IMX '20, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. New York, NY, USA: ACM, 1-12. <https://doi.org/10.1145/3391614.3393660>
- Vatavu, 2021 R.D. Vatavu. (2021). Accessibility of Interactive Television and Media Experiences: Users with Disabilities Have Been Little Voiced at IMX and TVX. In *Proceedings of IMX '21, the ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. ACM, New York, NY, USA, 218-222. <https://doi.org/10.1145/3452918.3465485>
- Vogel și Balakrishnan, 2004 D. Vogel, R. Balakrishnan. 2004. Interactive Public Ambient Displays: Transitioning from Implicit to Explicit, Public to Personal, Interaction with Multiple Users. In *Proc. of the 17th ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '04)*. ACM, 137–146. <https://doi.org/10.1145/1029632.1029656>
- Wobbrock et al., 2009 J.O. Wobbrock, M.R. Morris, A.D. Wilson. 2009. User-Defined Gestures for Surface Computing. In *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09)*. ACM, 1083–1092. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518866>
- Wobbrock et al., 2011 J.O. Wobbrock, S.K. Kane, K.Z. Gajos, S. Harada, J. Froehlich. 2011. Ability-Based Design: Concept, Principles and Examples. *ACM Trans. Access. Comput.* 3, 3, Article 9 (April 2011), 27 pages. <https://doi.org/10.1145/1952383.1952384>
- Wobbrock et al., 2018 J.O. Wobbrock, K.Z. Gajos, S.K. Kane, G.C. Vanderheiden. 2018. Ability-Based Design. *Commun. ACM* 61, 6 (May 2018), 62–71. <https://doi.org/10.1145/3148051>

Director proiect,

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

20/20

