

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

privind implementarea proiectului

WEARSKILL: INTERACȚIUNI FLUIDE CU DISPOZITIVE WEARABLE SMART PENTRU ABILITĂȚI MOTORII SPECIFICE

în perioada august – decembrie 2020 (etapa nr. 1)

Cod proiect	PN-III-P2-2.1-PED-2019-0352
Nr. contract	276PED/2020
Acronim	WearSkill
Director proiect	Radu-Daniel VATAVU
Contractor	Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava str. Universității nr. 13 Suceava 720229 România
Site web	http://www.eed.usv.ro/mintviz/projects/WearSkill

Cuprins

1. REZUMATUL ETAPEI	3
Obiectivele proiectului.....	3
Membrii echipei de cercetare.....	3
Obiectivele și activitățile etapei.....	3
Rezultate așteptate pentru etapa nr. 1, conform planului de realizare	4
2. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ	4
2.1. Studiu privind specificul interacțiunilor utilizatorilor cu dizabilități motorii cu dispozitive wearable	5
2.2. Instrument de tip chestionar pentru înțelegerea dificultăților și nevoilor utilizatorilor cu dizabilități motorii pentru tehnologie și dispozitive wearable	7
2.3. Spațiu de proiectare și studiu privind preferințele pentru meniuri grafice afișate folosind dispozitive wearable de tipul ochelarilor smart	9
2.3. Implementare software pentru achiziționarea de date folosind ochelari, ceasuri și inele smart în cadru experimental.....	12
3. ALTE ACTIVITĂȚI DESFĂȘURATE ÎN CADRUL ETAPEI	13
REFERINȚE	15



1. REZUMATUL ETAPEI

Obiectivele proiectului

Acest proiect își propune dezvoltarea de noi tehnologii interactive în vederea creșterii accesibilității dispozitivelor wearable smart, cum ar fi ochelari, ceasuri și inele smart, pentru persoanele cu dizabilități motorii prin intermediul comenzilor bazate pe gesturi (sub forma de gesturi de tip atingere touch și multitouch, gesturi ale mâinii sau mișcări ale capului), respectiv prin intermediul comenzilor bazate pe voce într-o paradigmă de proiectare, implementare și evaluare centrată pe specificul abilităților motorii ale fiecărui utilizator în parte. Rezultatul principal urmărit în cadrul proiectului este reprezentat de un model experimental de nivel TRL-4 demonstrând tehnici interactive pentru accesibilitatea dispozitivelor wearable smart pentru utilizatorii cu dizabilități motorii. Alte rezultate estimate includ: set de date experimentale constând în comenzi efectuate folosind ochelari, ceasuri și inele smart; metodă de analiză a comenzilor gestuale și vocale introduse de utilizatori cu dizabilități motorii folosind dispozitive wearable; algoritm de recunoaștere a gesturilor produse folosind ochelari, ceasuri și inele smart; respectiv rezultate experimentale. În acest scop, proiectul își fixează următoarele obiective:

- O1. Înțelegerea modului în care persoanele cu dizabilități motorii folosesc dispozitive wearable de tipul ochelarilor, ceasurilor și inelelor smart.
- O2. Proiectarea și implementarea de tehnici de interacțiune (nivel TRL-3) pentru ochelari smart, ceasuri smart și inele smart.
- O3. Integrarea și validarea tehnicilor de interacțiune într-un model experimental de nivel TRL-4.

Membrii echipei de cercetare

Echipa proiectului de cercetare-dezvoltare este alcătuită din cinci membri:

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., Calculatoare și Tehnologia Informației)
3. Ovidiu-Ciprian Ungurean (cercetător în Calculatoare)
4. Alexandru-Ionuț Șiean (doctorand în Calculatoare și Tehnologia Informației)
5. Laura-Bianca Bilius (doctorand în Calculatoare și Tehnologia Informației)

Obiectivele și activitățile etapei

Activitățile de cercetare-dezvoltare ale proiectului (de tip A2, Cercetare industrială), desfășurate în perioada august – decembrie 2020 în cadrul [Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației \(MintViz\)](#) al Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava, fac parte din Etapa nr. 1 de implementare a proiectului având drept obiectiv *“Analiza și cuantificarea performanței de interacțiune cu dispozitive wearable pentru persoane cu dizabilități motorii”*, după cum urmează:

Act. 1.1 – Studiu participativ pentru înțelegerea dificultăților și nevoilor utilizatorilor cu dizabilități motorii pentru tehnologie wearable

Act. 1.2 – Metodologie pentru evaluarea cantitativă și calitativă a performanței de interacțiune cu dispozitive wearable pentru abilități motorii specifice

Act. 1.3 – Implementare aplicații software pentru achiziționarea de date cu ochelari, ceasuri și inele smart în cadru experimental

Act. 1.4 – Diseminare și participare la manifestări tehnico-științifice.

Rezultate așteptate pentru etapa nr. 1, conform planului de realizare

- **Rezultat așteptat:** Raportul de cercetare al etapei

Rezultat realizat: Raport tehnic și științific cuprinzând un număr de 20 de pagini detaliind progresul realizat și rezultatele obținute în cadrul etapei nr. 1 de implementare a proiectului de cercetare-dezvoltare (acest raport).

- **Rezultat așteptat:** Pagina web a proiectului de cercetare

Rezultat realizat: Pagina web a proiectului este funcțională la adresa <http://www.eed.usv.ro/mintviz/projects/WearSkill>

- **Rezultat așteptat:** Aplicații software pentru ochelari, ceasuri și inele smart pentru achiziționarea de date în cadru experimental.

Rezultat realizat: Pachet software modular, flexibil și scalabil alcătuit din trei aplicații ce permit proiectarea de experimente pentru achiziționarea de comenzi gestuale efectuate la nivelul încheieturii mâinii (ceasuri smart), capului (ochelari smart), respectiv degetelor (inele smart) implementând o arhitectură de tip client-server cu tehnologii și standarde web.

De asemenea, am realizat diseminarea rezultatelor în cadrul unei lucrări științifice publicate la conferința MUM 2020, the 19th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, privind o analiză a preferințelor utilizatorilor pentru meniuri grafice afișate pe ochelari smart.

2. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ

În cadrul acestei etape am realizat activități de proiectare și dezvoltare software pentru dispozitive wearable precum și studii privind specificul interacțiunilor cu dispozitive wearable pentru utilizatori cu dizabilități motorii care, împreună, constituie fundamentele metodologice pentru evaluarea cantitativă (*i.e.*, prin intermediul măsurărilor realizate cu aplicații software) și calitativă (*i.e.*, prin intermediul chestionarului proiectat în cadrul etapei informat de rezultatele unui studiu de tip SLR) a performanței de interacțiune cu dispozitive wearable de tipul ochelari, ceasuri și inele smart pentru abilități motorii specifice. În continuare, detaliem aspectele științifice și tehnice ale acestor fundamente metodologice. Conform planului de realizare, aceste rezultate vor fi folosite în cadrul Etapei nr. 2 de implementare a proiectului de cercetare-dezvoltare prevăzută pentru anul 2021 în vederea colectării de date experimentale de la utilizatori cu și fără dizabilități motorii.



2.1. Studiu privind specificul interacțiunilor utilizatorilor cu dizabilități motorii cu dispozitive wearable

Am implementat în cadrul etapei un studiu de tip Systematic Literature Review - SLR (Siddaway *et al.*, 2019; Liberati *et al.*, 2009; Wohlin, 2014) pentru o analiză critică a stadiului actual în ceea ce privește interacțiunea cu dispozitivele wearable smart pentru utilizatorii cu dizabilități motorii. În acest sens, am identificat, folosind interogări specifice¹ în cadrul bazelor de date ACM Digital Library și IEEE Xplore, un număr de N=291 de lucrări, dintre care am inclus în studiul nostru 57 care au respectat următoarele condiții de eligibilitate: EC₁ – disponibilitatea textului întreg, EC₂ – lucrări academice evaluate în sistem peer-review, EC₃ – centrarea examinării științifice pe interacțiunea cu dispozitive wearable, respectiv EC₄ – centrarea examinării științifice pe abilitățile motorii ale utilizatorilor. Figura 1 prezintă diagrama PRISMA a acestui studiu evidențiind rezultatele a cinci etape distincte: identificarea literaturii relevante, filtrarea rezultatelor, aplicarea condițiilor de eligibilitate, procedura snowballing pentru identificarea de noi referințe relevante, respectiv constituirea mulțimii de referințe care fac obiectului studiului SLR.

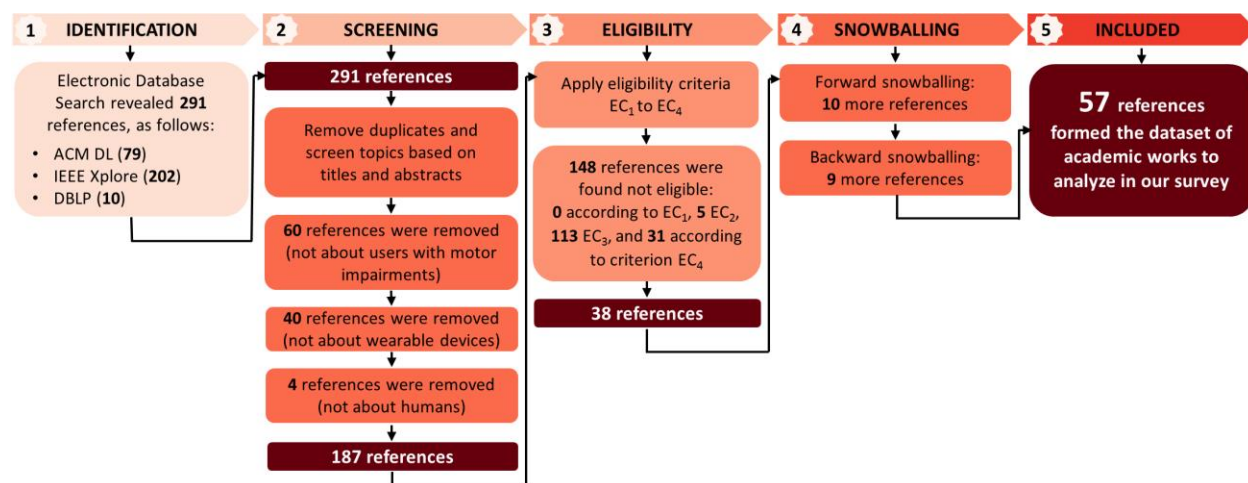


Figura 1. Diagrama PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) pentru studiul SLR privind interacțiunea cu dispozitive wearable pentru utilizatori cu dizabilități motorii ilustrând următoarele etape: (1) identificare, (2) filtrare/screening, (3) eligibilitate, (4) snowballing și (5) constituirea mulțimii de referințe care fac obiectului studiului SLR.

În continuare, prezentăm pe scurt câteva exemple de rezultate din literatura științifică, identificate în cadrul acestui studiu, privind interacțiunea cu dispozitive wearable pentru utilizatori cu dizabilități motorii. De exemplu, Malu și Findlater (2014, 2015) au examinat dificultățile întâlnite de persoanele cu dizabilități motorii în folosirea ochelarilor smart (Google Glass) și au arătat că senzorul de tip touchpad integrat ochelarilor este uneori dificil sau imposibil de utilizat dar, spre deosebire de un telefon smart, ochelarii nu necesită manevrare suplimentară. Drept alternativă pentru interacțiunile prin atingere efectuate la nivelul ramei ochelarilor, Malu și Findlater (2015) au propus touchpad-uri atașate de corp

¹ "query": {Abstract: ((motor) AND (impair* OR disab*) AND (wear* OR worn OR watch* OR (fitness AND band*) OR ring* OR braceret* OR jewel* OR glass* OR HMD* OR ("head" AND "mount*")))} "filter": {NOT VirtualContent: true} pentru ACM DL.

sau de scaunul rulant în locații propuse de participanții la studiu pentru a fi folosite într-un mod de operare de tip switch (input cu un singur buton) cu rezultate superioare celor obținute folosind senzorul touchpad integrat în ochelari. Într-un alt studiu privind accesibilitatea ceasurilor smart, Malu *et al.* (2018) au raportat diverse dificultăți ale persoanelor cu dizabilități motorii în ceea ce privește folosirea interacțiunilor de tip buton (*i.e.*, butonul poziționat pe marginea ceasului) și atingere (de forma gesturilor de tip tap și swipe). De asemenea, autorii au caracterizat preferințele participanților pentru gesturi pe care aceștia ar dori să le folosească în timpul interacțiunii cu ceasurile smart implementând un studiu de tip solicitare de preferințe (Wobbrock *et al.*, 2009). Gheran *et al.* (2018) au discutat posibilitatea folosirii inelelor smart ca și dispozitive wearable asistive pentru utilizatorii cu dizabilități motorii și au propus interacțiuni de tip switch (cu un singur buton), gesturi efectuate în aer, respectiv interacțiuni multi-dispozitiv pentru inele cât și telefoane într-o abordare centrată pe abilitățile fiecărui utilizator (Wobbrock *et al.*, 2018). Alți cercetători au examinat alte tipuri de dispozitive wearable în afara ceasurilor, ochelarilor și inelelor smart. De exemplu, Rajanna (2016) a propus o metodă de introducere a textului pentru utilizatorii cu dizabilități motorii bazată pe o tastatură software, un dispozitiv de urmărire a privirii și un dispozitiv atașat de piciorul utilizatorului: pentru introducerea caracterului privit pe tastatura software, utilizatorul aplică presiune apăsând cu piciorul dispozitivul wearable. Mott *et al.* (2020) au raportat rezultate privind accesibilitatea dispozitivelor de realitate virtuală pentru utilizatorii cu mobilitate redusă, cum ar fi dificultatea de a configura astfel de dispozitive, dificultatea de a monta căștile HMD (head-mounted display) la nivelul capului și apoi, la sfârșitul utilizării, de a le demonta, respectiv dificultăți exprimate privind folosirea controalelor manuale pentru interacțiunea în mediile virtuale. Carrington *et al.* (2015) au examinat accesibilitatea dispozitivelor de tip brățări pentru fitness pentru o categorie specială de utilizatori reprezentată de sportivi în scaune rulante.

Am analizat aceste studii, precum și altele (N=57), din perspectiva contribuțiilor realizate pentru care am folosit categoriile identificate de către Wobbrock și Kientz (2016) privind contribuții posibile în domeniul științific al interacțiunii om-calculator, astfel: contribuții sub formă de rezultate experimentale (51 de articole științifice din cele 57 selectate pentru studiul SLR, 89.5%), prototipuri de dispozitive, aplicații și sisteme (41/57=71.9%), contribuții metodologice (6/57=10.5%), teoretice (2/57=3.5%), analiza stadiului curent (3/57=5.3%), respectiv contribuții de tip opinii (2/57=3.5%) și seturi de date (0); a se vedea figura 2. De asemenea, am analizat frecvența dispozitivelor wearable prezente în literatura științifică în funcție de părțile corpului pentru care au fost proiectate, pentru care am identificat următoarele categorii: finger (3.5%), foot (3.5%), ear (7.0%), arm (15.8%), hand (17.5%), wrist (22.8%), head (56.1%), shoulder (5.3%), thigh (5.3%), respectiv neck (5.3%); a se vedea figura 3 pentru o ilustrare grafică.

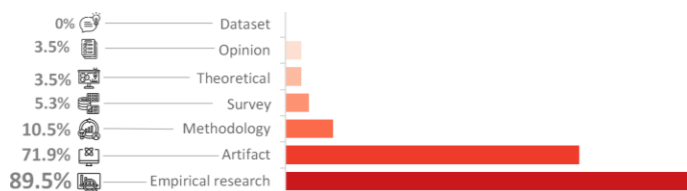


Figura 2. Tipurile de contribuții identificate pentru interacțiunile cu dispozitive wearable și utilizatori cu dizabilități motorii conform categoriilor enumerate de către Wobbrock și Kientz (2016).

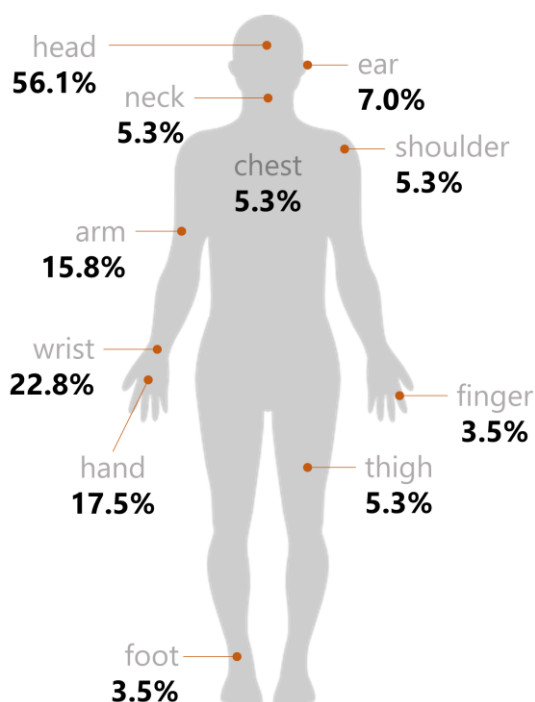


Figura 3. Frecvența dispozitivelor wearable din cadrul referințelor selectate pentru analiză în studiul nostru de tip SLR proiectate pentru a fi purtate, atașate, sau utilizate împreună cu diverse părți ale corpului. De exemplu, categoria “head” (56.1% din referințele examinate) cuprinde dispozitive destinate a fi purtate la nivelul capului, cum ar fi ochelari smart, căști de tip HMD, căști neuronale, etc., iar categoria “ear” (7.0% din referințele examinate) cuprinde dispozitivele proiectate special pentru a fi atașate urechii, cum ar fi EXGbuds (Wang *et al.*, 2018b).

Această analiză a stadiului actual a scos în evidență o serie de limitări ale studiilor din literatura științifică privind proiectarea, implementarea și evaluarea interacțiunilor cu dispozitive wearable smart pentru utilizatorii cu dizabilități motorii, cu următoarele concluzii. Am observat extrem de puțin interes acordat inelelor smart (doar un articol din cele 57 examinate în cadrul studiului nostru de tip SLR) în pofida interesului din ce în ce mai crescut pentru astfel de dispozitive pentru utilizatorii fără dizabilități motorii (Gheran *et al.*, 2018b; Gheran *et al.*, 2018c; Gupta *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2020). De asemenea, am constatat puțin interes acordat interacțiunii cu ceasuri smart în pofida rezultatelor obținute în literatura științifică în ceea ce privește proiectarea de tehnici de interacțiune pentru utilizatorii fără dizabilități motorii (Cioată și Vatavu, 2018; Zhang *et al.*, 2018; Han *et al.*, 2017; Ishikawa *et al.*, 2018). Privind ochelarii smart și dispozitivele HMD, am identificat mult mai multe studii care au examinat dificultățile persoanelor cu dizabilități motorii (Malu și Findlater, 2014; Malu și Findlater, 2015; Hansen *et al.*, 2018), probabil datorită faptului că astfel de dispozitive permit aplicații de realitate virtuală (Mott *et al.*, 2020; Ferracani *et al.*, 2017; Draganov și Boumbarov, 2015; Wang *et al.*, 2018) prin care utilizatorii cu mobilitate redusă pot fi prezenți în diverse spații, altele decât cele fizice, ce oferă acces la informații și servicii, inclusiv pentru participarea la activitățile dedicate recuperării medicale (Spicer *et al.*, 2017; Postolache *et al.*, 2020; Christou *et al.*, 2018; Bortone *et al.*, 2018).

2.2. Instrument de tip chestionar pentru înțelegerea dificultăților și nevoilor utilizatorilor cu dizabilități motorii pentru tehnologie și dispozitive wearable

În vederea înțelegerii dificultăților și nevoilor utilizatorilor cu dizabilități motorii pentru folosirea de dispozitive wearable smart, cum ar fi ceasuri, ochelari sau inele smart, am proiectat un instrument de tip

chestionar, implementat Google Forms, care permite colectarea următoarelor categorii de informații reprezentând opt dimensiuni distincte de culegere a datelor (figura 4):

- **Date demografice** (vârstă, sex, mâna dominantă).
- **Date privind dizabilitatea motorie** (diagnostic, anul dobândirii dizabilității, caracterizarea propriei dizabilități folosind categoriile propuse de către Findlater *et al.* (2010) – (1) difficulty gripping, (2) lack of sensation, (3) difficulty holding, (4) spasm, (5) rapid fatigue, (6) difficulty controlling direction of movement, (7) low strength, (8) poor coordination, (9) slow movements, (10) tremor, (11) difficulty controlling distance of movement; folosirea curentă a unui scaun rulant; o evaluare a dizabilității motorii folosind testul WHODAS 2.0 – 12-item Disability Assessment Schedule 2.0 – proiectat de către Organizația Mondială a Sănătății (WHO, 2018) pentru caracterizarea nivelului de funcționare pe șase dimensiuni distincte: (1) cogniție, (2) mobilitate, (3) grija de sine, (4) interacțiunea cu alte persoane, (5) desfășurarea activităților zilnice, (6) participarea în comunitate).
- **Date privind dispozitivele electronice, de calcul și de interacțiune folosite în mod curent** (o evaluare cu ajutorul unei scale Likert în 5 puncte a dificultății percepute în folosirea scaunului cu roțile, tastaturii și mouse-ului, telecomenzii TV, telefonului smart, respectiv tabletei; o evaluare folosind o scală Likert în 5 puncte privind ușurința în utilizarea diverselor dispozitive wearable, în cazul în care acestea sunt folosite de către participanți: ceas smart, ochelari smart, inel smart, brățară smart, broșă smart, cercei smart, colier smart, respectiv căști audio smart).
- **Nevoia percepută privind dispozitive wearable smart** (măsurată folosind o scală Likert în 5 puncte pentru următoarele categorii de dispozitive: ceas smart, ochelari smart, inel smart, brățară smart, broșă smart, cercei smart, colier smart, respectiv căști audio smart).
- **Preferințe privind controlul dispozitivelor wearable smart** din perspectiva personală a fiecărui participant în parte (măsurate folosind scale Likert în 5 puncte pentru următoarele modalități de intrare: interfață brain-computer, dispozitiv atașat mânerului scaunului rulant, atingerea dispozitivului wearable, gesturi și mișcări ale mâinii, folosirea privirii și mișcărilor ochilor, comenzi vocale, folosirea unei aplicații dedicate pe telefonul smart, respectiv mișcarea capului).
- **Percepții privind tehnologia wearable smart** în ceea ce privește ușurința în a purta dispozitive wearable (măsurată cu ajutorul unei scale Likert în 5 puncte ca răspuns solicitat privind gradul de acord cu afirmația *“Cred că acest dispozitiv smart ar fi ușor de pus și de scos pentru mine”*; scală Likert în 5 puncte privind afirmația *“Cred că acest dispozitiv smart ar fi confortabil de purtat pentru mine”*; scală Likert în 5 puncte privind gradul de acord cu afirmația *“Cred că acest dispozitiv smart ar fi ușor de utilizat”*; scală Likert în 5 puncte privind afirmația *“Cred că acest dispozitiv smart ar fi distractiv de utilizat”*; scală Likert în 5 puncte privind gradul de acord cu afirmația *“Cred că acest dispozitiv smart ar atrage atenția asupra dizabilității mele motorii dacă îl port în public”*).
- **Preferințe privind folosirea dispozitivelor wearable smart pentru control**, exprimate sub forma de asocieri între diverse tipuri de dispozitive wearable (ceas smart, ochelari smart, inel smart, brățară smart, broșă smart, cercei smart, colier smart, respectiv căști audio smart) și aplicații și contexte de utilizare posibile (munca profesională, control aparate din interiorul casei, cum ar fi iluminatul și televizorul; interacțiunea cu sistemele publice – bilete autobuz, acces în clădiri, etc.; comunicarea cu



alte persoane; primirea de notificări de tip email, mesaje text, rețele sociale; controlul jocurilor video; folosirea de aplicații de fitness și pentru monitorizarea stării de sănătate; operarea PC de tipul controlului cursorului, a ferestrelor, autentificare, etc.; control muzică și radio; efectuarea de plăți).

- **Preferințe privind acceptabilitatea socială a dispozitivelor wearable** și folosirea acestora în diverse locații (acasă, pe stradă, într-un mijloc de transport în comun, în restaurant, la locul de muncă) respectiv în prezența a diverse tipuri de audiențe (singur, cu partenerul de viață, cu prietenii, cu colegii de muncă, cu persoane necunoscute, cu membri ai familiei) în conformitate cu metoda propusă de către Rico și Brewster (2009, 2010) privind evaluarea acceptabilității sociale în contexte de utilizare publice și implicând o audiență nefamiliară.

etc.)

În care din următoarele locații ați fi dispus să purtați și să folosiți următoarele dispozitive smart wearable? Bifați toate opțiunile care se potrivesc (alegeri multiple sunt permise pe fiecare rând). *

	Acasă	Pe stradă	Într-un mijloc de transport în comun	Într-un restaurant	La locul de muncă
Brățară smart	☐	☐	☐	☐	☐
Ochelari smart	☐	☐	☐	☐	☐
Ceas smart	☐	☐	☐	☐	☐
Inel smart	☐	☐	☐	☐	☐
Broșă smart	☐	☐	☐	☐	☐
Cercei smart	☐	☐	☐	☐	☐
Colier smart	☐	☐	☐	☐	☐

Care dintre următoarele modalități vi se pare potrivită în cazul dumneavoastră pentru controlul unui ceas smart? *

	Deloc potrivită	Puțin potrivită	Moderat potrivită	Potrivită	Foarte potrivită
Un dispozitiv atașat de mânerul scaunului cu roțile	☐	☐	☐	☐	☐
O aplicație pe telefon	☐	☐	☐	☐	☐
Mișcarea capului	☐	☐	☐	☐	☐
Comenzi vocale	☐	☐	☐	☐	☐
Gesturi și mișcarea mâinii care poartă ceasul	☐	☐	☐	☐	☐
Privirea și mișcarea ochilor	☐	☐	☐	☐	☐
O interfață directă brain-computer (electroencefalografia)	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 4. Capturi ecran din cadrul chestionarului Google Forms proiectat în cadrul etapei pentru colectarea de date privind dificultățile și nevoile utilizatorilor cu dizabilități motorii pentru tehnologie și dispozitive wearable.

2.3. Spațiu de proiectare și studiu privind preferințele pentru meniuri grafice afișate folosind dispozitive wearable de tipul ochelarilor smart

Plecând de variabilele vizuale definite de Bertin (1967), estetica vizuală (Hashimoto, 2009; Zen și Vanderdonckt, 2014), precum și proiectarea de tip “connecting design characteristics with design goals” (Samp, 2013), am propus un spațiu de proiectare (*en.*: design space) cu un număr de opt dimensiuni pentru meniuri grafice ce pot fi afișate de ochelari smart, și anume: locația (șase categorii, cum ar fi top, bottom, left side, right side, middle, custom), orientarea (cinci categorii), dimensionalitatea (patru categorii), forma (cinci categorii), numărul de opțiuni disponibile simultan (trei categorii), modalitatea de prezentare (trei categorii), indicatorul de selecție (cinci categorii), respectiv modalitatea de derulare a opțiunilor (patru categorii); a se vedea figura 5 pentru o ilustrare grafică. Pentru a înțelege preferințele utilizatorilor potențiali privind posibilitățile oferite de acest spațiu de proiectare, am organizat un studiu

online conform principiilor experimentelor de tip vinietă (Atzmüller și Steiner, 2010; Barter și Renold, 1999; Finch, 1987) în cadrul căruia am colectat folosind aplicația web AB4Web (Vanderdonckt *et al.*, 2019) preferințele a N=251 de participanți (cu vârsta medie M=31.1, SD=12.4 ani, dintre care 30% femei) pentru un număr de 14 viniete (ilustrate în figura 6) informate de dimensiunile spațiului nostru de proiectare. Rezultatele, exprimate sub forma procentelor preferințelor absolute, respectiv sub forma preferințelor relative calculate cu ajutorul modelului (Bradley și Terry, 1952) sunt prezentate în figura 7. Aceste rezultate indică preferințe pentru opțiunile de proiectare SVBi (side, vertical, bimodal), BHUni (bottom, horizontal, unimodal), THBi (top, horizontal, bimodal), respectiv THUni (top, horizontal, unimodal). Varianta cea mai puțin preferată de către participanți a fost MVUni (middle, vertical, unimodal), probabil datorită locației centrale a acesteia, care afectează vizibilitatea pentru ochelarii cu lentile de tip see-through și ocupării unui spațiu mare în zona de afișare prin reprezentarea bimodală a opțiunilor. Figura 8 ilustrează preferințele absolute privind categorii specifice (e.g., horizontal/vertical, unimodal/bimodal, etc.) ale spațiului de proiectare. Mai multe detalii privind acest studiu se regăsesc în lucrarea (Vatavu și Vanderdonckt, 2020) publicată în cadrul conferinței MUM 2020:



Radu-Daniel Vatavu, Jean Vanderdonckt. (2020). Design Space and Users' Preferences for Smartglasses Graphical Menus: A Vignette Study. *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*. ACM, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3428361.3428467> (Acc. rate: 39%)



Abstract. We address in this work visual menus for smartglasses by proposing a wide range of design options, such as shape, location, orientation, and presentation modalities, which we compile in a design space with eight dimensions. From this design space, we select a subset of fourteen 2-D menus, for which we collect users' preferences during a vignette experiment with N=251 participants. We report numerical measures of absolute, relative, and aggregate preference for smartglasses menus, and employ a particular Thurstone's pairwise comparison technique, the Bradley-Terry model, to evaluate menu designs. Our results highlight key variables influencing users' preferences regarding the visual appearance of smartglasses menus, which we use to discuss opportunities for future work.

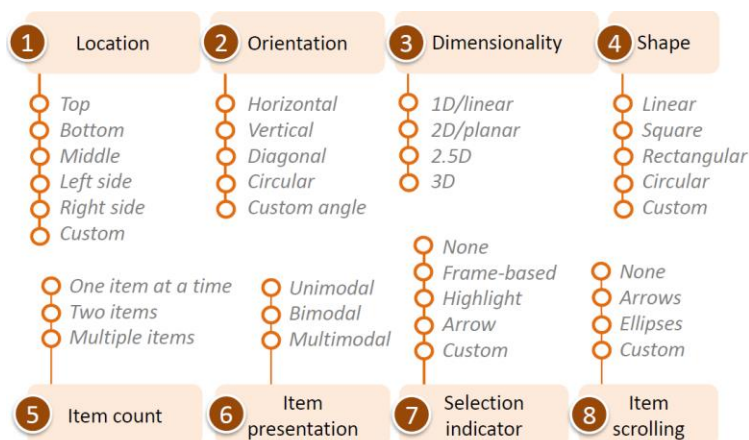


Figura 5. Spațiu de proiectare pentru meniuri grafice pentru ochelari smart cu opt dimensiuni și multiple categorii informat de (1) variabilele vizuale (Bertin, 1967), (2) estetica vizuală (Hashimoto, 2009; Zen și Vanderdonckt, 2014) și (3) principiul conectării caracteristicilor de proiectare cu scopurile (Samp, 2013).



Figura 6. Cele 14 viniete folosite în cadrul studiului de solicitare a preferințelor, viniete informate de spațiul de proiectare din figura 5. Fiecare vinietă este codificată folosind locația (T - top, B - bottom, S - side, M - middle), orientarea (H - horizontal, V - vertical, C - circular, R - rectangular) și modalitatea de prezentare a opțiunilor (Uni - unimodal icons, respectiv Bi - bimodal text/icons).

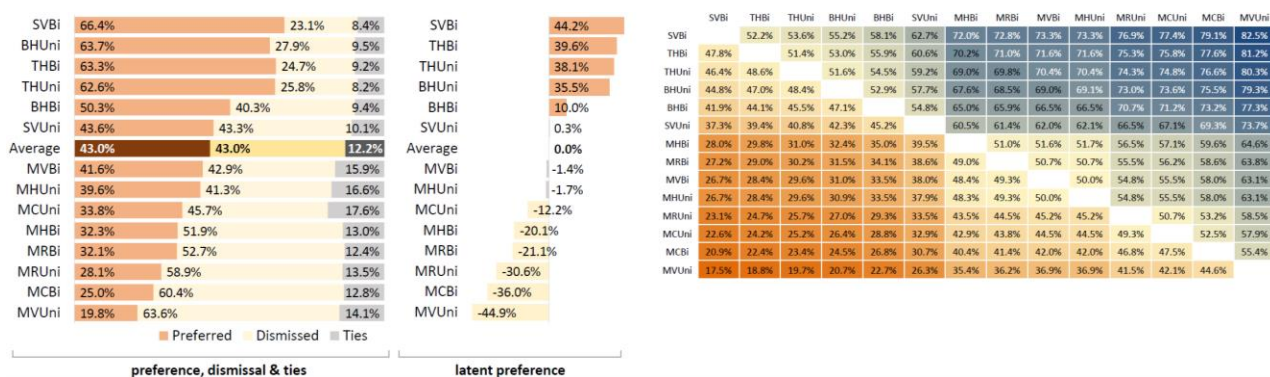


Figura 7. Preferințele absolute (stânga) și relative (dreapta) exprimate privind diversele opțiuni de proiectare a meniurilor grafice pentru ochelari smart ilustrate în figura 6.

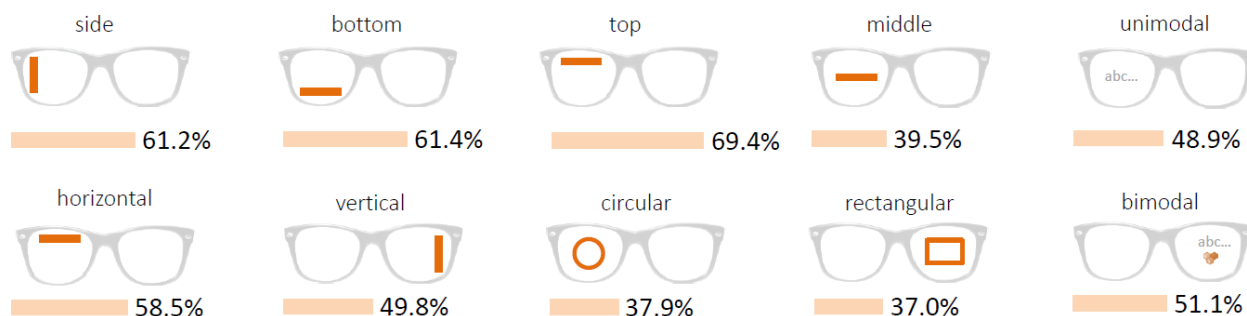


Figura 8. Preferințele absolute privind categorii specifice ale spațiului de proiectare; de exemplu, afișarea meniurilor la marginea lentilei ochelarilor a cumulat 61.2% dintre preferințele participanților.

2.3. Implementare software pentru achiziționarea de date folosind ochelari, ceasuri și inele smart în cadru experimental

În cadrul etapei am dezvoltat pachetul de aplicații software WearSkill-Exp cu scopul de a realiza achiziția de date experimentale de la utilizatori cu și fără dizabilități motorii folosind dispozitive wearable. Pentru proiectarea arhitecturii software am considerat următoarele principii:

- *Adaptabilitatea*: aplicațiile software acceptă schimbări ce pot să apară în timpul utilizării, inclusiv cele reprezentate de dorința experimentatorului de a introduce și folosi noi dispozitive hardware (e.g., noi modele de ceasuri smart) și software (e.g., noi specificații privind proiectarea și derularea unui anumit tip de experiment) în definirea experimentelor.
- *Modularitatea*: fiecare componentă a aplicațiilor software este decuplată, comunicând cu celelalte componente prin intermediul unor interfețe standardizate.
- *Interoperabilitatea*: capacitatea de a încorpora componente hardware și software eterogene.

Pachetul WearSkill-Exp este alcătuit din trei aplicații (figura 9), după cum urmează:

- HUB, aplicația centrală care dirijează procedura experimentală și stochează datele achiziționate de la participanți. Aplicația HUB este conectată logic cu aparatura experimentală (diverse tipuri de dispozitive wearable) – a se vedea figura 9, stânga – și permite conectarea simultană a mai multor instanțe ale aplicației DEVICE, descrisă în continuare.
- DEVICE, aplicație software care rulează pe fiecare dispozitiv cu care interacționează participanții în timpul experimentului. Aplicația DEVICE are rolul de a prelua datele experimentale și a le transmite aplicației HUB. Conform proiectării, poate rula cu modificări minime pe diverse tipuri de echipamente (dispozitive wearable) care suportă un browser web și JavaScript.
- LINK, aplicație de tip middleware cu rolul de a realiza conexiunea informațională (reprezentată folosind linii continue în figura 9) între aplicația HUB și diversele instanțe DEVICE. Aplicația LINK se bazează pe standarde de comunicație specifice proiectării web.

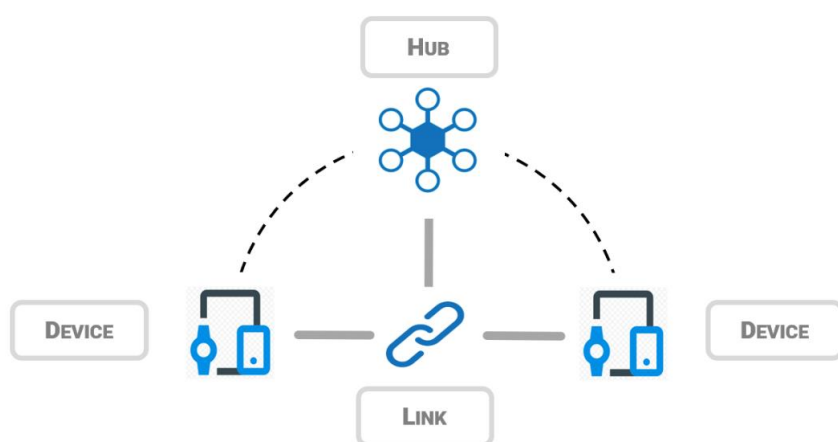


Figura 9. Stânga: aplicațiile constituente pentru pachetul software WearSkill-Exp (liniile continue simbolizează conexiunile informaționale iar cele întrerupte ilustrează conexiunile logice).
Dreapta: aplicațiile Hub (rulând pe laptop) și Device (rulând pe un ceas smart Samsung).

Pentru a asigura portabilitate ridicată, pachetul de aplicații WearSkill-Exp a fost dezvoltat folosind tehnologii web. Modulele HUB și DEVICE reprezintă de fapt aplicații web de tip client ce pot fi rulate direct în browser, interfețele utilizator fiind realizate în HTML, CSS și JavaScript. Datorită complexității sale, aplicația HUB este proiectată sub formă de componente web cu Vue.js și Bootstrap. Pentru a asigura persistența configurărilor între sesiuni, am implementat LocalStorage. Aplicația LINK este dezvoltată în JavaScript pe o platformă Node.js și combină un server HTTP cu unul WebSocket pentru a asigura conectarea informațională cu aplicațiile HUB și DEVICE. Procesul de creare a unui experiment începe cu lansarea aplicației LINK pentru a permite aplicațiilor HUB și DEVICE să interacționeze. Următorul pas este reprezentat de pornirea HUB și conectarea la server-ul LINK. După stabilirea conexiunii, în aplicația HUB devine activă secțiunea corespunzătoare dispozitivelor wearable ce vor fi folosite în cadrul experimentului. În acest moment pot fi lansate mai multe instanțe DEVICE, fiecare conectându-se la LINK și fiind listată în cadrul interfeței utilizator HUB. Fiecare încercare experimentală (*en.*: trial) presupune efectuarea unei comenzi folosind un anumit dispozitiv wearable. De exemplu, gesturile achiziționate de aplicațiile DEVICE (cum ar fi gesturile de tip atingere achiziționate de ceasul smart din figura 9, dreapta) sunt direcționate către HUB, care le adnotează și retransmite aplicației LINK pentru stocare. Pe tot parcursul experimentului, utilizatorul aplicației HUB poate vizualiza progresul experimentului, informațiile referitoare privind comenzile efectuate și salvarea acestora, conform figurii 10.

Pachetul WearSkill-App se remarcă prin avantajele aduse tuturor celor trei tipuri de utilizatori adresați: (1) *dezvoltatorii* pot extinde fiecare aplicație din pachet datorită proiectării pe bază de principii robuste, detaliate anterior. De exemplu, ca urmare a decuplării prin interfețe standardizate, modificările operate la nivelul unei componente rămân localizate și nu se propagă în alte module ale pachetului; utilizarea limbajului JavaScript și a tehnologiilor web oferă unitate întregului pachet cu păstrarea unei portabilități ridicate; (2) *operatorii* care derulează experimentul beneficiază de o interfață utilizator grafică ce scoate în evidență pașii experimentului și progresul acestuia, cum ar fi mesaje dedicate pentru succesul sau eșecul fiecărei operații, *e.g.*, conectarea dispozitivelor, actualizarea informațiilor, lansare test, efectuare comandă, salvare date experimentale; (3) *participanții la studiu* se pot concentra în întregime pe efectuarea sarcinilor experimentale fără a fi atenți la aspecte particulare privind controlul dispozitivelor folosite. De exemplu, aplicația DEVICE suprascrive comportamentul implicit al ceasului smart Samsung (figura 9, dreapta) pentru a preveni închiderea ecranului după trecerea unei anumite perioade de timp.

3. ALTE ACTIVITĂȚI DESFĂȘURATE ÎN CADRUL ETAPEI

În cadrul etapei nr. 1 de implementare a proiectului de cercetare-dezvoltare, au fost desfășurate următoarele activități specifice de management:

- Îndeplinirea formalităților legale pentru întocmirea contractelor de muncă pentru membrii echipei proiectului de cercetare-dezvoltare. Echipa proiectului constă în cinci membri, dintre care trei dețin titlul de doctor (un membru are calitatea de conducător de doctorat în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației) și doi membri sunt doctoranzi în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației.

The screenshot shows the WearSkill Hub web application running in a browser at localhost:8080. The interface includes a header with the logo and a description: "Connect and configure remote devices with the help of the WearSkill Hub application." Below this, there is a "Connection" status section showing a green checkmark and a "Server address" field set to "localhost", with a "Connect Hub to Server" button. A table lists two remote devices with their IDs, positions, and update buttons. The first device has ID "78:00:9E:DC:BE:F2" and position "watch-right". The second device has ID "34:F6:4B:A2:BA:44" and position "ring". Below the table, there is a "Test and file name" section with a "Subject Name" field, a "demo-2" dropdown, and a "Start Test" button. The main area displays a large image of a handwritten Greek letter alpha (α) on a white background. To the right of the image, the text "watch-right" is displayed, followed by "Trial number: 1 / 4". Below this, there is a table showing gesture details: "gesture 1 has 2 strokes" and "gesture 2 has 3 strokes". At the bottom, there are four buttons: "Previous", "Repeat", "Skip", and "Next".

Remote Device ID	Position	Update
78:00:9E:DC:BE:F2	watch-right	Update
34:F6:4B:A2:BA:44	ring	Update

Test and file name: Subject Name demo-2 Start Test

watch-right

Trial number: 1 / 4

gesture 1	has 2 strokes
gesture 2	has 3 strokes

Previous Repeat Skip Next

Figura 10. Aplicația WearSkill HUB permite gestionarea dispozitivelor wearable conectate, derularea și monitorizarea experimentului.

- Identificarea echipamentelor de cercetare-dezvoltare din infrastructura [Laboratorului de Cercetare în Mașini Inteligente și Vizualizarea Informației \(MintViz\)](#) din cadrul Centrului MANSiD al Universității din Suceava pentru desfășurarea activităților proiectului.
- Îndeplinirea formalităților privind achiziția de dispozitive de ultimă generație necesare pentru implementarea activităților prevăzute în proiect pentru perioada următoare și obținerii de rezultate științifice relevante în acord cu scopul proiectului de cercetare-dezvoltare privind interacțiuni cu dispozitive wearable smart de tipul ochelarilor, ceasurilor și inelelor smart. Astfel,

au fost achiziționate următoarele echipamente: ochelari smart Vuzix Blade,² ceasuri smart Samsung și Lemfo cu diverse forme (rotundă, respectiv dreptunghiulară), inele smart OMNI Ring³ și dispozitive purtate la nivelul degetelor de tip TAP Strap 2,⁴ precum și componente electronice și senzori de tip Arduino Nano pentru a facilita dezvoltarea de prototipuri wearable specifice în cadrul acestui proiect.

- Monitorizarea îndeplinirii activităților etapei și a obținerii rezultatelor așteptate pentru proiectul de cercetare-dezvoltare cu încadrarea în timpul de implementare și bugetul alocat.
- Pregătirea documentației necesare în vederea obținerii acordului Comisiei de Etică a Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava în conformitate cu procedura operațională USV PO-04 privind derularea de experimente științifice și colectarea de date experimentale de la subiecți umani, în special de la persoane cu dizabilități motorii.
- Inițierea de colaborări cu echipe de cercetare externe Universității “Ștefan cel Mare” din Suceava având interese științifice în domeniul interacțiunii om-calculator în care se încadrează tematica acestui proiect de cercetare-dezvoltare, cum ar fi colaborarea cu Prof. Jean Vanderdonckt (Université catholique de Louvain, Belgia) privind spațiul de proiectare pentru meniuri grafice afișate de ochelari smart cu rezultate publicate în cadrul unei conferințe indexate ACM (Vatavu și Vanderdonckt, 2020).
- Realizarea paginii web a proiectului de cercetare-dezvoltare, funcțională și disponibilă la adresa <http://www.eed.usv.ro/mintviz/projects/WearSkill>
- Diseminarea rezultatelor proiectului în comunitatea științifică prin participarea la conferința ACM MUM 2020, respectiv diseminarea către publicul larg sub forma canalului YouTube al directorului de proiect: <https://www.youtube.com/watch?v=ePNI2089ypE>

În conformitate cu activitățile desfășurate, rezultatele științifice obținute în perioada august – decembrie 2020 descrise în prezentul raport de cercetare, precum și în conformitate cu activitățile de management întreprinse în cadrul acestei etape, considerăm obiectivele proiectului pentru etapa nr. 1 îndeplinite în procent de 100%.

REFERINȚE

- | | |
|-------------------------------|--|
| Atzmüller și
Steiner, 2010 | Christiane Atzmüller, Peter M. Steiner. 2010. Experimental Vignette Studies in Survey Research. <i>Methodology</i> 6, 128–138. https://doi.org/10.1027/1614-2241/a000014 |
| Barter și Renold,
1999 | Christine Barter, Emma Renold. 1999. The use of vignettes in qualitative research. <i>Social Research Update</i> 25. http://sru.soc.surrey.ac.uk/SRU25.html |

² <https://www.vuzix.com/products/blade-smart-glasses-upgraded>

³ <https://store.nfcring.com/products/omni>

⁴ <https://www.tapwithus.com/>

- Bertin, 1967 Jacques Bertin. 1967. *Sémiologie graphique*. Mouton/Gauthier-Villars, Paris
- Bortone *et al.*, 2018 Ilaria Bortone, Daniele Leonardis, Nicola Mastronicola, Alessandra Crecchi, Luca Bonfiglio, Caterina Procopio, Massimiliano Solazzi, Antonio Frisoli. 2018. Wearable Haptics and Immersive Virtual Reality Rehabilitation Training in Children With Neuromotor Impairments. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 26(7), 1469-1478, <http://dx.doi.org/10.1109/TNSRE.2018.2846814>
- Bradley și Terry, 1952 Ralph Allan Bradley, Milton E. Terry. 1952. Rank Analysis of Incomplete Block Designs: I. The Method of Paired Comparisons. *Biometrika* 39, 3/4 (1952), 324–345. <http://www.jstor.org/stable/2334029>
- Carrington *et al.*, 2015 Patrick Carrington, Kevin Chang, Helena Mentis, Amy Hurst. 2015. "But, I don't take steps": Examining the Inaccessibility of Fitness Trackers for Wheelchair Athletes. In *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility (ASSETS '15)*. ACM, New York, NY, USA, 193–201. <https://doi.org/10.1145/2700648.2809845>
- Christou *et al.*, 2018 C.G. Christou, D. Michael-Grigoriou, D. Sokratous. 2018. Virtual Buzzwire: Assessment of a Prototype VR Game for Stroke Rehabilitation. In *Proceedings of the 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 531-532. <http://dx.doi.org/10.1109/VR.2018.8446535>
- Cioată și Vataavu, 2018 Petru-Vasile Cioata, Radu-Daniel Vataavu. (2018). In Tandem: Exploring Interactive Opportunities for Dual Input and Output on Two Smartwatches. In *Proc. of IUI '18 Companion, the 23rd Int. Conference on Intelligent User Interfaces Companion*. ACM, New York, NY, USA, Article 60. <https://doi.org/10.1145/3180308.3180369>
- Draganov și Boumbarov, 2015 I.R. Draganov, O. L. Boumbarov. 2015. Investigating Oculus Rift virtual reality display applicability to medical assistive system for motor disabled patients. In *Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, 751-754. <http://dx.doi.org/10.1109/IDAACS.2015.7341403>
- Ferracani *et al.*, 2017 Andrea Ferracani, Marco Faustino, Gabriele Xavier Giannini, Lea Landucci, and Alberto Del Bimbo. 2017. Natural Experiences in Museums through Virtual Reality and Voice Commands. In *Proceedings of the 25th ACM international conference on Multimedia (MM '17)*. ACM, New York, NY, USA, 1233–1234. <https://doi.org/10.1145/3123266.3127916>
- Finch, 1987 J. Finch. 1987. The Vignette Technique in Survey Research. *Sociology* 21, 105–114. <https://doi.org/10.1177%2F0038038587021001008>
- Findlater *et al.*, 2010 Leah Findlater, Alex Jansen, Kristen Shinohara, Morgan Dixon, Peter Kamb, Joshua Rakita, Jacob O. Wobbrock. 2010. Enhanced Area Cursors: Reducing Fine Pointing Demands for People with Motor Impairments. In *Proc. of the 23rd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '10)*.



- ACM, New York, NY, USA, 153–162. <https://doi.org/10.1145/1866029.1866055>
- Gheran *et al.*, 2018 Bogdan-Florin Gheran, Ovidiu-Ciprian Ungurean, Radu-Daniel Vatavu. (2018). Toward Smart Rings as Assistive Devices for People with Motor Impairments: A Position Paper. In *Proceedings of RoCHI '18, 15th International Conference on Human-Computer Interaction*. Matrix Rom, 99-106.
<https://dblp.org/rec/conf/rochi/GheranUV18>
- Gheran *et al.*, 2018b Bogdan-Florin Gheran, Jean Vanderdonckt, Radu-Daniel Vatavu. 2018. Gestures for Smart Rings: Empirical Results, Insights, and Design Implications. In *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference (DIS '18)*. ACM, New York, NY, USA, 623–635. <https://doi.org/10.1145/3196709.3196741>
- Gheran *et al.*, 2018c Bogdan-Florin Gheran, Radu-Daniel Vatavu, Jean Vanderdonckt. 2018. Ring x2: Designing Gestures for Smart Rings using Temporal Calculus. In *Proceedings of the 2018 ACM Conference Companion Publication on Designing Interactive Systems (DIS '18 Companion)*. ACM, New York, NY, USA, 117–122.
<https://doi.org/10.1145/3197391.3205422>
- Gupta *et al.*, 2019 Aakar Gupta, Cheng Ji, Hui-Shyong Yeo, Aaron Quigley, Daniel Vogel. 2019. RotoSwype: Word-Gesture Typing using a Ring. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '19)*. ACM, New York, NY, USA, Paper 14, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300244>
- Han *et al.*, 2017 Jaehyun Han, Sunggeun Ahn, Keunwoo Park, Geehyuk Lee. 2017. Designing Touch Gestures Using the Space around the Smartwatch as Continuous Input Space. In *Proceedings of the 2017 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (ISS '17)*. ACM, New York, NY, USA, 210–219.
<https://doi.org/10.1145/3132272.3134134>
- Hansen *et al.*, 2018 John Paulin Hansen, Alexandre Alapetite, Martin Thomsen, Zhongyu Wang, Katsumi Minakata, and Guangtao Zhang. 2018. Head and gaze control of a telepresence robot with an HMD. In *Proceedings of the 2018 ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA '18)*. ACM, New York, NY, USA, Article 82, 1–3. <https://doi.org/10.1145/3204493.3208330>
- Hashimoto, 2009 Alan Hashimoto. 2009. Visual Design Fundamentals: A Digital Approach. Course Technology, Cengage Learning, Boston
- Ishikawa *et al.*, 2018 Hiroto Ishikawa, Michiki Hara, Wataro Takahashi, and Yoshito Tobe. 2018. FinD: Detecting the Movement of Fingers by using Smart Watch. In *Proceedings of the 2018 ACM International Joint Conference and 2018 International Symposium on Pervasive and Ubiquitous Computing and Wearable Computers (UbiComp '18)*. ACM, New York, NY, USA, 74–77. <https://doi.org/10.1145/3267305.3267576>
- Liberati *et al.*, 2009 Alessandro Liberati, Douglas Altman, Jennifer Tetzlaff, Cynthia Mulrow, Peter Gøtzsche, John Ioannidis, Mike Clarke, P.J. Devereaux, Jos Kleijnen, and David

- Moher. 2009. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology* 62 (08 2009), e1–34.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Malu și Findlater, 2014 Meethu Malu, Leah Findlater. 2014. "OK Glass?" A Preliminary Exploration of Google Glass for Persons with Upper Body Motor Impairments. In *Proc. of the 16th Int. ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility (ASSETS '14)*. ACM, New York, NY, USA, 267–268. <https://doi.org/10.1145/2661334.2661400>
- Malu și Findlater, 2015 Meethu Malu, Leah Findlater. 2015. Personalized, Wearable Control of a Head-mounted Display for Users with Upper Body Motor Impairments. In *Proc. of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15)*. ACM, New York, NY, USA, 221–230. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702188>
- Malu et al., 2018 Meethu Malu, Pramod Chundury, Leah Findlater. 2018. Exploring Accessible Smartwatch Interactions for People with Upper Body Motor Impairments. *Proc. of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA, Paper 488, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174062>
- Mott et al., 2020 Martez Mott, John Tang, Shaun Kane, Edward Cutrell, Meredith Ringel Morris. 2020. "I just went into it assuming that I wouldn't be able to have the full experience": Understanding the Accessibility of Virtual Reality for People with Limited Mobility. In *the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '20)*. ACM, New York, NY, USA, Article 43, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3373625.3416998>
- Postolache et al., 2020 O. Postolache, R. Alexandre, O. Geman, D. Jude Hemanth, D. Gupta, A. Khanna. 2020. Remote Monitoring of Physical Rehabilitation of Stroke Patients using IoT and Virtual Reality. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*.
<http://dx.doi.org/10.1109/JSAC.2020.3020600>
- Rajanna, 2016 Vijay Rajanna. 2016. Gaze Typing Through Foot-Operated Wearable Device. In *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '16)*. ACM, New York, NY, USA, 345–346.
<https://doi.org/10.1145/2982142.2982145>
- Rico și Brewster, 2009 Julie Rico, Stephen Brewster. 2009. Gestures all around us: user differences in social acceptability perceptions of gesture based interfaces. In *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '09)*. ACM, New York, NY, USA, Article 64, 1–2.
<https://doi.org/10.1145/1613858.1613936>
- Rico și Brewster, 2010 Julie Rico, Stephen Brewster. 2010. Usable gestures for mobile interfaces: evaluating social acceptability. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10)*. ACM, New York, NY, USA, 887–896.



- <https://doi.org/10.1145/1753326.1753458>
- Samp, 2013 Krystian Samp. 2013. Designing Graphical Menus for Novices and Experts: Connecting Design Characteristics with Design Goals. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '13)*. ACM, New York, NY, USA, 3159–3168. <http://doi.acm.org/10.1145/2470654.2466432>
- Siddaway et al., 2019 Andy P. Siddaway, Alex M. Wood, Larry V. Hedges. 2019. How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. *Annual Review of Psychology* 70, 1 (2019), 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Spicer et al., 2017 R. Spicer, J. Anglin, D. M. Krum, S. Liew. 2017. REINVENT: A low-cost, virtual reality brain-computer interface for severe stroke upper limb motor recovery. In *Proceedings of the 2017 IEEE Virtual Reality (VR)*, 385–386. <http://dx.doi.org/10.1109/VR.2017.7892338>
- Vanderdonckt et al., 2019 Jean Vanderdonckt, Mathieu Zen, Radu-Daniel Vatavu. 2019. AB4Web: An On-Line A/B Tester for Comparing User Interface Design Alternatives. *Proc. of the ACM Human-Computer Interaction* 3, EICS, Article 18 (June 2019), 28 pages. <https://doi.org/10.1145/3331160>
- Vatavu și Vanderdonckt, 2020 Radu-Daniel Vatavu, Jean Vanderdonckt. (2020). Design Space and Users' Preferences for Smartglasses Graphical Menus: A Vignette Study. *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*. ACM, New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3428361.3428467>
- Wang et al., 2018 Ker-Jiun Wang, Quanbo Liu, Yifan Zhao, Caroline Yan Zheng, Soumya Vhasure, Quanfeng Liu, Prakash Thakur, Mingui Sun, Zhi-Hong Mao. 2018. Intelligent Wearable Virtual Reality (VR) Gaming Controller for People with Motor Disabilities. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)*, 161–164, <http://dx.doi.org/10.1109/AIVR.2018.00034>
- Wang et al., 2018b Ker-Jiun Wang, Hsiao-Wei Tung, Zihang Huang, Prakash Thakur, Zhi-Hong Mao, Ming-Xian You. 2018. EXGbuds: Universal Wearable Assistive Device for Disabled People to Interact with the Environment Seamlessly. In *Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI '18)*. ACM, New York, NY, USA, 369–370. <https://doi.org/10.1145/3173386.3177836>
- Wobbrock și Kientz, 2016 Jacob O. Wobbrock, Julie A. Kientz. 2016. Research Contributions in Human-Computer Interaction. *Interactions* 23, 3 (April 2016), 38–44. <https://doi.org/10.1145/2907069>
- Wohlin, 2014 Claes Wohlin. 2014. Guidelines for Snowballing in Systematic Literature Studies and a Replication in Software Engineering. In *Proc. of the 18th Int. Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE '14)*. ACM, New York,

- WHO, 2018 NY, USA, Article 38, 10 pages. <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>
WHO. 2018. WHO Disability Assessment Schedule 2.0 (WHODAS 2.0). June 2018.
<http://www.who.int/classifications/icf/whodasii/en>
- Wobbrock *et al.*, 2009 Jacob O. Wobbrock, Meredith Ringel Morris, and Andrew D. Wilson. 2009. User-defined gestures for surface computing. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09)*. ACM, New York, NY, USA, 1083–1092. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518866>
- Wobbrock *et al.*, 2018 Jacob O. Wobbrock, Krzysztof Z. Gajos, Shaun K. Kane, and Gregg C. Vanderheiden. 2018. Ability-based design. *Communications of the ACM* 61, 6 (June 2018), 62–71. <https://doi.org/10.1145/3148051>
- Zen și Vanderdonckt, 2014 Mathieu Zen și Jean Vanderdonckt. 2014. Towards an evaluation of graphical user interfaces aesthetics based on metrics. In *Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS '14)*. 1–12. <https://doi.org/10.1109/RCIS.2014.6861050>
- Zhang *et al.*, 2018 Yu Zhang, Tao Gu, Chu Luo, Vassilis Kostakos, and Aruna Seneviratne. 2018. FinDroidHR: Smartwatch Gesture Input with Optical Heart Rate Monitor. *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.* 2, 1, Article 56 (March 2018), 42 pages. <https://doi.org/10.1145/3191788>
- Zhang *et al.*, 2020 Tengxiang Zhang, Xin Zeng, Yinshuai Zhang, Ke Sun, Yuntao Wang, and Yiqiang Chen. 2020. ThermalRing: Gesture and Tag Inputs Enabled by a Thermal Imaging Smart Ring. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '20)*. ACM, New York, NY, USA, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376323>

Director proiect,
Radu-Daniel VATAVU

