Universitatea “Ștefan cel Mare” din Suceava

Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor

Proiect de Disertație

Titlul proiectului de diplomă/disertație

*Coordonator științific:* *Absolvent:*

Prof. univ. dr. ing. Radu-Daniel VATAVU Cristian PAMPARĂU Suceava, 2020

Table of Contents

[1. INTRODUCERE 4](#_Toc35967884)

[2. Stadiul curent în domeniul realității augmentate, mixte și mediate 5](#_Toc35967885)

[2.1. Medierea și Augmentarea Realității Vizuale 5](#_Toc35967886)

[2.1.1. Realitatea Mediată vs. Augmentată 5](#_Toc35967887)

[2.1.2. Aplicații pentru ochelari inteligenți adresate utilizatorilor cu deficiențe vizuale 6](#_Toc35967888)

[2.1.3. Ochelari cu camere video, LifeLogging și Abstractizarea Vieții 10](#_Toc35967889)

[2.1.4. Personalizarea viziunii mediate și/sau augmentate 10](#_Toc35967890)

[2.2. Realitate Augmentată și Mixtă 12](#_Toc35967891)

[3. PARTEA PRACTICĂ (PROTOTIP, ALGORITM, SISTEM, ETC.) 13](#_Toc35967892)

[3.1. FlexiSee și FlexiSee-DS 13](#_Toc35967893)

[3.1.1. Principii de proiectare, spațiul de proiectare și arhitectura software 13](#_Toc35967894)

[3.1.2. Detalii de implementare 18](#_Toc35967895)

[4. DISCUȚII 19](#_Toc35967896)

[5. CONCLUZII 20](#_Toc35967897)

[REFERINȚE 21](#_Toc35967898)

[ANEXA A1. Titlul anexei 22](#_Toc35967899)

[ANEXA A2. Calendarul implementării și redactării proiectului de licență sau disertație 23](#_Toc35967900)

[ANEXA A3. Activitate asociată realizării proiectului de licență sau disertație 24](#_Toc35967901)

[ANEXA A4. Lucrare științifică (doar pentru lucrările de disertație) 25](#_Toc35967902)

# 1. INTRODUCERE

Capitolul introductiv are rolul de a prezenta, pe scurt, tema lucrării de licență sau de disertație *cu accent pe motivația avută în vedere pentru realizarea acesteia*. Numărul de pagini recomandat pentru conținutul acestui capitol este 3: fără detalii, dar o descriere suficientă pentru o introducere corespunzătoare a conținutului din următoarele capitole.

Capitolul introductiv poate conține o figură care să susțină textul și, astfel, să introducă cititorul mai bine în tematica lucrării. Figura poate ilustra o vedere de ansamblu asupra realizării tehnice a proiectului sau o vedere de ansamblu asupra motivației acestuia. De exemplu, pentru un proiect care prezintă implementarea unui sistem de realitate virtuală sau augmentată, această figură poate oferi din start cititorului o imagine (la un nivel general, fără accent pe detalii) a arhitecturii hardware și software folosite pentru implementarea tehnică a proiectului respectiv. Un alt exemplu este cel al unei figuri care poate servi ca o ilustrare vizuală a motivației avute în vedere pentru realizarea proiectului. De exemplu, în cazul unui proiect care introduce o nouă tehnică interactivă pentru asistarea persoanelor cu dizabilități de vedere în folosirea dispozitivelor mobile cu ecran touchscreen, figura din capitolul introductiv poate ilustra o persoană cu dizabilități de vedere care întâmpină dificultăți în folosirea dispozitivelor actuale.

Numărul de pagini recomandat pentru acest capitol este 3.

# 2. Stadiul curent în domeniul realității augmentate, mixte și mediate

## 2.1. Medierea și Augmentarea Realității Vizuale

Secțiunea de față abordează lucrările anterioare în domeniul realității augmentate, mediate și mixte concretizate prin aplicații pentru dispozitivele-ochelari inteligente, punând accentul pe prototipurile proiectate pentru utilizatori cu deficiențe de vedere. Vom începe discuția prin a evidenția distincția între vedere mediată și augmentată, concepte ce au fost implementate în cadrul aplicației suport. În cadrul lucrării vom folosi termenul de „ochelari inteligenți” făcând referire la ochelarii care incorporează o cameră video, caracteristicile unei lentile și o conexiune WiFi(Kress et al - 28). Kress et al a făcut o clasificare a dispozitivelor cu display purtate pe cap (din engleză Head Mounted Display, sau HMDs). În felul acesta, el evidenția

1. dispozitivele care suportă conectare Bluetooth sau WiFi cu imagistică digitală și opțional, display;
2. ochelari inteligenți(smartglasses), cu display integrat și care pot include prescripție medicală;
3. ochelari inteligenți(smart eyewear) care extind categoria anterioară prin integrarea combinatorului optic în lentilele cu prescripție medicală și arată și se simt ca și ochelarii obișnuiți.
4. Dispozitive HMD de realitate virtuală
5. Dispozitive pentru piețe de nișă, precum dispozitive profesioniste de realitate virtuală sau HMD-uri pentru piața de apărare.

### 2.1.1. Realitatea Mediată vs. Augmentată

Ținând cont de activitatea de cercetare anterioară în domeniul Realității Augmentate,

Mixte sau Mediate [7-9,33,34, 39-41, 56] distingem între între realitate vizuală augmentată și mediată. Prin realitate augmentată înțelegem utilizarea tehnologiei realității augmentate sau mixte pentru a randa conținut digital deasupra realității vizuale pentru utilizatorii ochelarilor inteligenți. De exemplu, identificarea feței, detecția și recunoașterea persoanei prin încadrarea acesteia într-un dreptunghi deasupra căruia sunt tipărite informați i despre persoana este un caz de vedere augmentată. Prin termenul de realitate vizuală mediată ne referim la orice modificare a realității vizuale aplicând algoritmi de procesare a imaginilor asupra cadrelor video capturate de camera video incorporată în ochelarii inteligenți. De exemplu, ajustarea contrastului sau evidențierea contururilor a obiectelor detectate în cadrele video preluate de dispozitivele HMD reprezintă instanțe ale realității vizuale mediate. Diferența dintre aceste două realități este importantă din moment ce vederea augmentată aduce noi informații în câmpul de vizualizare al utilizatorului, iar vederea mediată accentuează informații deja existente Mai mult decât atat, vederea mediată poate fi folosită pentru a filtra informațiile selectate nedorite spre crearea unei anatomii cu privire la Realitatea Augmentată, cum ar fi sub firma Realității Diminuate. De exemplu, conform Mann [33], realitatea mediată se diferențiază de realitatea virtuată (sau realitatea augmentată) în sensul că ne permite să filtrăm lucruri care să ne impiedice înțelegerea semantică a realității; de asemenea, realitatea mediată merge un pas mai departe prin mixarea, amestecarea și modifcarea realității [34](p. 1). Trebuie de remarcat faptul că medierea sau augmentarea realității pot apărea independent și simultan atunci când, de exemplu, peste un contrast îmbunătățit al capturii video a realității virtuale, mai multe efecte vizuale sunt suprapuse pentru a evidenția prezența și locația ale unor obiecte de interes facilitând astfel sarcinile de căutare vizuală [39] sau, în general, percepția asupra lumii fizice încojurătoare [27,34,55].

Alte concepte din literatura științifică de specialitate sunt de asemenea relvante pentru lucrarea și discuția abordată privind medierea sau augmentarea realității a vederii umane utilizând ochelari inteligenți. De exemplu, Zolyomi et al [73] au definit conceptul „multiplicități ale vederii” (în engleză, „multiplicities of vision”) ca fiind o vedere mediată de tehnologie care este o formă de viziune calificată, nici complet umană, nici complet digitală ci mai degrabă continuu asamblate printr-o combinație de avantaje sociale și tehnice (p. 220). Mai mult, Peli et. al[47] au propus conceptul de „multiplexarea vederii” (în engleză, „multiplexing vision”) pentru persoanele cu deficiențe de vedere, reprezentând suprapunerea contururilor peste vederea naturală a unei scene pentru a evita sau reduce limitările [altor abordări] combinând atât câmpul vizual, cât și capacitățile de înaltă rezoluție ale dispozitivelor în moduri care le permit funcționalități ce pot fi atât separabile, cât și utile(p. 366). Urmărind perspectiva multiplicității a lui Zolyomi et. al [73] și conceptul multiplexării lui Peli et. al [47], abordăm un set de filtre vizuale care, atunci când sunt aplicate într-o ordine specifică, mediază și augmentează progresiv percepția vizuală a utilizatorilor de ochelari inteligenți, dispozitive care vor fi abordate în continuare.

### 2.1.2. Aplicații pentru ochelari inteligenți adresate utilizatorilor cu deficiențe vizuale

Munca anterioară de cercetare a propus și evaluat o varietate de aplicații pentru dispozitive inteligente purtate la nivelul ochilor, precum ochelari cu camere video, ochelari inteligenți de realitate augmentată sau dispozitve HMD de realitate mixtă. Conform Coughlan și Miele[13], aplicațiile de realitate augmentată pentru utilizatorii cu deficiențe de vedere, prescurtat AR4VI, pot fi împărțite în două categorii: aplicații globale care augmentează lumea fizică din apropierea utilizatorului și aplicații locale care augmentează obiecte fizice pe care utilizatorul le poate atinge sau explora. În această secțiune, trecem în revistă astfel de aplicații focusându-ne pe tipul de augmentare sau mediere pe care acestea le implementeaza. Însă, înainte de aceasta, vom analiza pe scurt nevoile persoanelor cu deficiențe de vedere.

O etapă preliminară, importantă în procesul de proiectare a tehnologiei-asistent care este relevantă și folositoare este reprezentată de înțelegerea provocărilor experimentate de oameni cu deficiențe de vedere atunci când folosesc tehnologia-asistent, precum și nevoiel acestora pentru medierea și augmentarea vederii cu dispozitive de realitate augmentată, mixtă și virtuală. Prin adoptarea interviului, ca metodologie de alegere pentru înțelegerea nevoilor utilizatorilor pentru augmentarea vederii prin intermediul ochelarilor inteligenți, Sandned[53] a raportat recunoașterea feței și a textului ca fiind caracteristicile cele mai importante pe care le au persoanele cu deficiențe de vedere, participanții la studiul lor, căutate în aplicații pentru ochelari inteligenți. Brady et al. [11] a documentat provocări vizuale experimentate în viața de zi cu zi de către persoanele care nu văd efectuând un studiu la scară largă cu peste 5000 de participanți și peste 40 000 de întrebări privind conținutul fotografiilor capturate de nevăzători. Autorii au creat o taxonomie a întrebărilor și au evidențiat o serie de categorii, precum „Ce culoare are acest tricou?” sau „ce spune acesta?” pentru care o comunitate socială (VizWiz Social) poate veni cu răspunsuri. Szpiro et al. [60] au raportat că nevoile oamenilor cu deficiențe vizuale privind tehnologia-asistent sunt diferite de nevoile persoanele persoanelor nevăzătoare și au evidențiat importanța proiectării tehnologiei pentru îmbunătățirea vederii [59,60,68,69]. Rusu et al.[51] de asemenea au raportat rezultatele unui studiu de conducere cu cinci participanți cu vedere scăzută în care au corelat evaluările de bunăstare psihologică, eficiența autopercepută privind realizarea activităților zilnice și au raportat nevoile pentru tehnologiile eyewear de a asista și augmenta abilitățile vizuale ale participanților. De asemenea, autorii au sugerat modelelor de viziune umană, de exemplu din Marr et al. [36] pentru a informa proiectarea viziunii mediate și augmentate.

În continuare, vom discuta aplicații și sisteme care au fost proiectate pentru a furniza augmentarea și medierea vederii către utilizatorii cu deficiențe de vedere. Vom organiza restul acestei secțiuni în funcție de caracteristicile specifice, de exemplu mărirea, corecția culorilor, evidențierea contururilor etc., pe care aceste sisteme le-au implementat. De asemenea, vom aborda și gradul de personalizare al funcționalității de mediere și augmentare a vederii prezentată în lucrările anterioare.

Harper et al. [21] au discutat despre dispozitivele video montate pe cap de mărire a vederii pentru reabilitarea persoanelor cu nevoie de asistență în citire, vizionare la televizor sau călătorii independente. Huang et al.[34] au propus un asistent de citire a semnelor implementat cu HoloLens [38] mărirea și fonturi cu contrast puternic. Sistemul permitea utilizatorilor să indice un semn apropiat, precum „Staff Only” sau „Rooms 327-330”, iar aplicația afișa și citea tare textul scris. Cititul a fost de asemenea adresat de către Stearns et al. [57] implicând mărirea pentru a asista persoanele în citire textulu tipărit cu ajutorul unei camere purtate pe deget, rezultatele fiine prezentate pe un dispozitiv HoloLens. Într-o altă lucrare, Stearns at al. [58] au propus un instrument de mărire de realitate augmentată în care utilizatorul captura cadrele video cu ajutorul unui telefon inteligent, după care imaginea era mărită și afișată pe HoloLens. Sistemul „VizLens” propus de Guo et al.[19] este un alt exemplu bazat pe o aplicație mobilă pentru asistarea persoanelor oarbe în vederea utilizării a aproape oricărei interfețe din lumea reală, prin citirea ecranului.

O serie de sisteme și aplicații au fost proiectate pentru a asista mobilitatea și orientarea. De exemplu, Everingham et al. [16] a propus un sistem ajutător pentru mobilitate constând dintr-o cameră video și o unitate de afișare care folosea un clasificator de tip rețea neuronală pentru identificarea obiectelor din video. Cadrele video prezentate utilizatorului au fost modificate în așa fel încât culorile distincte să înfățișeze și să evidențieze diferite obiecte (de exemplu,....). Hicks et al. [22] a propus un sistem pentru detecția distanței până la obiectele din apropiere folosind valori diferite ale intensității luminii, așa încât obiectele mai apropiate de utilizator au fost arătate în culori mai luminoase. Mobilitatea a fost abordată și de către Zhao et al. [67] care a implementat vizualări de Realitate Augmentată livrate prin dispozitivul HMD HoloLens [38], pentru a evidenția scările colorându-le, pornind de la premisa că mersul pe scări în medii necunoscute poate fi dificil pentru persoanele cu vedere scăzută. Szprio et al. [59] a observat cum participanții cu vedere deficientă [la studiul lor] au realizat sarcinile de orientare și cumpărăturile în medii necunoscute și a raportat că, deși ajutoarele pentru persoane cu deficiențe de vedere erau disponibile la acel moment în care s-a realizat studiul lor, participanții și-au utilizat smartphone-urile. Cu toate acestea, în timp ce smartphone-urile s-au demonstrat a fi utile în aer liber pentru orientare și direcționare, ele au fost în același timp sursa frustrărilor pe durata cumpărăturilor. Autorii au încheiat evidențiind necesitatea unei tehnologii de asistență pentru îmbunătățirea informațiilor vizuale în cazul persoanelor cu deficiențe de vedere, în detrimentul convertirii informațiilor obținute în alte căi de comunicare, precum audio sau tactil [59].

Sisteme specifice au fost proiectate pentru condiții specifice de vedere și tulburări ale acesteia. De exemplu, mărirea și îmbunătățirea contururilor au fost luate în considerare pentru reabilitarea vederii în cazul persoanelor cu pierderea vederii periferice sau centrale [46,47] în ceea ce privește sarcinile de căutare vizuală și evitarea coliziunilor. Astfel, persoanele cu vedere-tunel (adică, pierderea vederii periferice cu păstrarea vederii centrale) experimentează des coliziuni, căderi, iar sarcinile de căutare vizuală reprezintă o provocare, pentru care îmbunătățirea muchiilor reprezintă un instrument de asistență util [31]. Hwang and Peli [25] au descoperit faptul că persoanele cu degenerare maculară legată de vârstă, degenerare maculară juvenilă, glaucomul și degenerarea miopică au preferate ușoare până la moderate grade de îmbunătățire a conturului atunci când vizionau televizorul sau diverse imagini. De asemenea, s-a constatat că detecția muchiilor îmbunătățește performanța căutării vizuale efectuată pe ecranele computerului.

Deficiențele în identificarea culorilor au fost abordate prin schimbarea culorilor din fluxul de cadre video live furnizate utilizatorului. De exemplu, Melillo et al. [37] a implementat modificări ale culorilor în trei intervale corespunzator deuteranopiei (roșu-verde), protanopiei (incapacitatea de a percepe lumina roșie) și tritanopiei (albastru-galben). Fuller și Sadovink [18] au dezvoltat o aplicație Google Glass care clasifica culorile pentru persoanele ce suferă de orbirea culorilor, iar Tanuwidjaja et al. [61] a propus sistemul „Chroma”, o aplicație pentru dispozitivul Google Glass care manipulează culorile în realitatea augmentată pentru a fi un ajutor în deficiențele de culoare. Experimentele efectuate de Zhao et al. [68] utilizând sistemul „ForeSee” – un sistem personalizabil de îmbunătățire a vederii, utilizând un dispozitiv montat pe cap pentru persoanele cu deficiențe de vedere – a raportat culoarea roșie ca fiind dificilă de identificat de către participanții la studiul lor, în timp ce culorile alb șo galben au fost identificate foarte ușor. Mai mult, majoritatea participanților au declarat faptul că albastru le-a atras atenția mai mult atunci când privesc obiecte datorită contrastului mai ridicat al acestei culori, dar textul albastru li s-a părut dificil de citit. „ChromaGlasses” [29] este un alt sistem conceput pentru a înlocui culorile „critice” din cadrele video prexentate utilizatorilor cu deficiențe în identificarea culorilor, cu mai multe culori alternative ușor de remarcat.

O altă provocare experimentată în viața de zi cu zi de către persoanele cu deficiențe de vedere este recunoașterea altor persoane [71], care are un impact negativ asupra implicării acestora în viața socială. Pentru a aborda acest aspect, Zhao et al. [71], au dezvoltat o aplicație de recunoaștere a feței („Accesibility Boot”, un prototip de cercetare de tip bot creat de Facebook Messenger care ajută la identificarea prietenilor din pozele de pe Facebook) în afara condițiilor de laborator. În timp ce aplicația a fost apreciată ca fiind utilă, experiența utilizatorului a fost negativ afectată de precizia și dificultățile scăzute de percepție a camerei pentru identificarea persoanei din apropiere.

Câteva aplicații au implementat o serie de tipuri de îmbunătățiri vizuale, ceea ce le face mai flexibile pentru a fi folosite într-o varietate de scenarii de cazuri de utilizăre și pentru o varietate de utilizatori. De exemplu, sistemul „ForeSee” al lui Zhao et al. [68] a implementat o serie de algoritmi de procesare a imaginilor(referiți în această lucrare ca filtre vizuale), precum îmbunătățirea contrastului, extragerea textului, inversarea alb/negru, îmbunătățirea contururilor și mărire. „CueSee” [69], a fost proiectat să asiste recunoașterea unor produse specifice și furnizarea utilizatorilor cu indicii corespunzătoare, cum ar fi flash-uri, faruri, mișcări sau raze solare pentru a identifica mai ușor produsele respective. După un studiu formativ privind înțelegerea provocărilor pe care oamenii cu deficiențe de vedere le întâmpină atunci când iau contact cu tehnologia de realitate virtuală, Zhao et al. [65] a proiectat „SeeingVR”, un set de instrumente vizuale ce implementează filtre vizuale, precum mărirea, luminozitatea, contrastul, detecția muchiilor, mărirea textului, text-to-speech, măsurarea adâncimii, recunoașterea obiectelor sau schimbarea culorilor pentru aplicații de realitate virtuală adresate utilizatorilor cu deficiențe de vedere.

Câteva dispozitive comerciale [eyewear] au implementat multe tehnici discutate în această secțiune pentru asistență de vedere. De exemplu, OrCam MyEye 2 [44] este un sistem conceput pentru persoanele care sunt nevăzătoare sau cu deficiențe de vedere ce implementează algoritmi de computer vision pentru detecția, recunoașterea și citirea textului, recunoașterea obiectelor generale, precum banconte, citirea codurilor de bare și detectarea culorilor. Un alt exemplu este eSight [15], un dispozitiv de ochelari proiectat pentru îmbunătățirea vederii funcționale prin modificarea contrastului, a luminozității și prin mărire. În timpul unei investigații a dispozitivului eSight 2 cu 13 participanți cu deficiențe de vedere, Zolyomi et al. [73] a vorbit impactul social și emoțional asociat cu tehnologia de asistare cu ochelari inteligenți. Rezultatele lor au arătat faptul că vederea asistată nu a fost percepută ca un leac sau înlocuire a vederii complet funcționale și de asemenea, nu este adecvată pentru toate situațiile, ci mai degrabă un nou tip de vedere care a furnizat participanților o experiență vizuală, dacă nu noțiunea singulară de viziune pe care ei s-ar putea să fi reținut când au auzit despre dispozitiv pentru prima dată.

### 2.1.3. Ochelari cu camere video, LifeLogging și Abstractizarea Vieții

Unele dispozitive de tip ochelari inteligenți nu au fost concepute pentru a oferi augmentare sau mediere a vederii în timp real, ci mai degrabă pentru a înregistra și colecta date pe care utilizatorii le-ar putea consulta ulterior ca memorie retropsectivă ajutătoare [4,23,30,72]. Aceste sisteme se în cadrează în categoria aplicațiilor LifeLogging [20]. De exemplu, Aiordachioae [5] a propus un sistem de partajare a videoclipurilor de tip first-person, capturate cu ajutorul smarglass-urilor ce incorporează camere video, pentru utilizatori remote. Videoclipurile de tip first-person sunt acele videoclipuri care sunt vizualizate doar de către persoanele ce poartă dispozitivele pe cap (HMD). Pentru aceste sisteme, nu a fost implementată medierea sau augmentarea vederii, ci doar streaming video terților care pot astfel experimenta experiența vizuală a utilizatorilor de smartglass. Alt exemplu este Life-Tags [4], un sistem-aplicație bazat pe ochelari inteligenți pentru abstractizarea vieții în formă de nori de concepte extrase automat din video.

### 2.1.4. Personalizarea viziunii mediate și/sau augmentate

În lucrarea de față interesul a fost orientat spre a oferi utilizatorilor o configurație flexibilă, personalizare și control asupra medierii sau augmentării realității virtuale livrate de dispozitivele de vedere. În capitolul următor vom formaliza diverse dimensiuni ale flexibilității pentru vedere mediată sau augmentată sub forma unui spațiu de proiectare, FlexiSee-DS, care poate fi folosit pentru a caracteriza funcționalitățile prototipurilor existente și al aplicațiilor precum și pentru a prezice evoluțiile viitoare. În Tabelul 1, discutăm din nou sistemele prezentate în secțiunile anterioare din perspectiva a cât de mult oferă utilizatorului personalizare și flexibilitate pentru controlul viziunii mediate și augmentate. Pentru fiecare lucrare care a prezentat un prototip funcțional, am identificat și extras funcțiile pe care utilizatorii le pot controla, și în ce măsură. Tabelul 1 prezintă rezultatele noastre și caracteristicile sistemului evidențiat, de exemplu, corecția culorilor, îmbunătățirea muchiilor, sau mărire, cu citate corespunzătoare (în limba engleză) cu fiecare sistem evaluat.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Referința/Sistemul | Carasteristicile | Descrierea/Citatul |
| Everingham et al. (1998) [16] | Culoare | “The form of output is easy to customise to a particular user’s requirements; in this case we have used a predefined set of high saturation colours, but these colours may be customized by a user to improve visibility according to his or her particular  visual impairement." (p. 3) |
| Harper et al. (1999) [21] | Mărire, contrast | "These image enhancement strategies relate to the observer, and could be customised to the requirements of an individual patient, changing as the pathology progressed." (p. 498) |
| Zhao et al. (2015) [68] / ForeSee | Mărire, contrast, muhcii, culori, text | "ForeSee enables users to customize their visual experience by selecting, adjusting and combining different engancement methods and display modes in real times." (p. 239) |
| Szpiro et al. (2016) [59] | N/A[[1]](#footnote-1) | "Critically, mobile systems designed for low vision should take into account the variety of visual conditions and preferences of low vision users and allow for customization of visual enhancement." (p. 70) |
| Zhao et al. (2016) [69] / CueSee | Culoare | "Participants had differing opinions about Guideline’s color. [...] Participants all expressed interest in customizing the color by themselves." (p. 79) |
| Zhao et al. (2017) [66] | Culoare,text | "We described how participants with different visual  impairments customized the enhancements to optimize their visual experience for viewing near- and far- distance materials, showing that participants had unique preferences for vision enhancements." (p. 4171) |
| Stearns et al. (2017) / [57] | Mărire, text, altele | "For each of our interface designs, the user should be able to customize the magnification level, position, text processing and other settings." (p. 362) |
| Melillo et al. (2017) / [37] | N/A | "from the technical point of view, a future development could be tuning of the correction matrix in order to be customized for the specific alteration of each subject." (p. 6) |
| Stearns et al. (2018) / [58] | Mărire, poziționare, dimensiune | "Because voice commands proved too limiting for the variety of customization options we wanted to support, we used the gesture recognition capabilities provided by the HoloLens to allow users to adjust the display’s position, size and zoom level." (p. 32) |
| Langlotz et al. (2018) / [29] / ChromaGlasses | Culoare | "we also integrated the option to select a custom shift in RGB  space(RGBShift Adjusted) that can be interactively controlled  by the user." (p. 369) |
| Zhao et al. (2019) [65] / SeeingVR[[2]](#footnote-2) | Mărire,Luminozitate,contrast, muchii,text, culoare | "After starting the app, the user can now select and adjust various tools of SeeingVR in real time" (p. 6) |

**Tabelul 1.** Tipuri de personalizare pentru viziunea mediată și augmentată identificată în literatura de specialitate. *Notă*: referințele sunt încluse în ordine cronologică.

## 2.2. Realitate Augmentată și Mixtă

În cadrul acestei secțiuni vom aborda stadiul curent în domeniul realității augmentate și mixte cu aplicații în sistemele de tip desktop 3D, sisteme cu conținut digital de tip ierarhic. Ideea implementării unui desktop 3D în realitate augmentată/mixtă de mai bine de 20 de ani, atunci când Regenbrecht et al. [?] au dorit să implementeze un desktop 3D tangibil. La acel moment, implementarea presupunea ca desktopul standard 2D doar să fie transpus și integrat în realutatea augmentată, așa încât definiția desktopului 3D a fost de fapt o afișare a desktopului 2D, devenind tangibil. Doi ani mai târziu, sistemele de tip desktop au fost implementată pentru realitatea mixtă și virtuală de către Muder et al. [??]. De asemenea, de la premisa faptului că ultimii 30 de ani au fost acaparați de lumea desktop-urilor 2D, Verdi et al. [???] a abordat în aceeași manieră proiectarea unui sistem care de asemenea doar proiecta un conținut 2D în realitatea augmentată. Cu alte cuvinte, ulterior, termenul de „vizualizare software” a conținutului digital s-a referit la același lucru, iar apoi s-a încercat o abordare 3D pentru afișarea conținutului digital [????], pornind de la premisa faptului că vizualizarea 2D a fost suprasaturată, simțindu-se nevoia unei evoluții spre următoarea dimensiune în realitatea augmentată/mixtă.

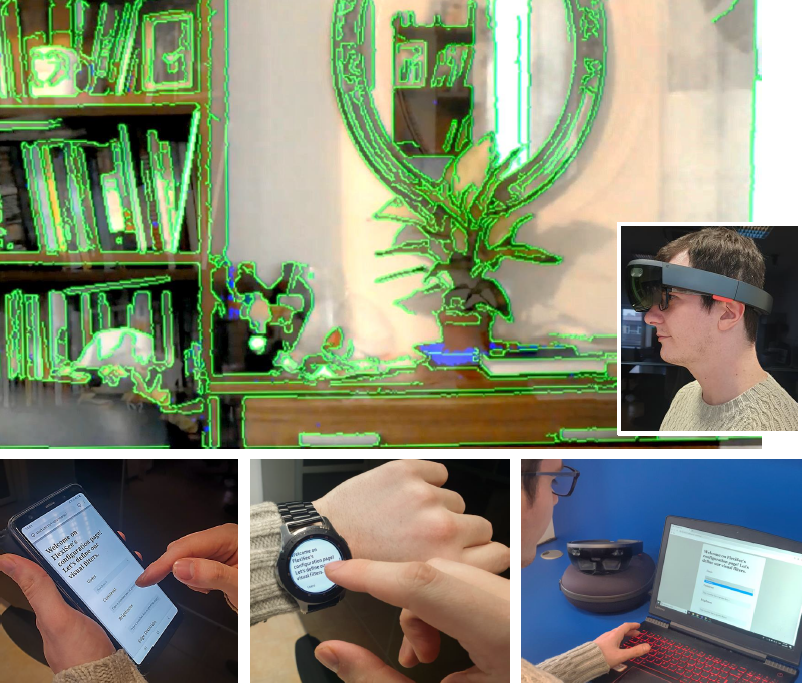
# 3. PARTEA PRACTICĂ (PROTOTIP, ALGORITM, SISTEM, ETC.)

## 3.1. FlexiSee și FlexiSee-DS

### 3.1.1. Principii de proiectare, spațiul de proiectare și arhitectura software

În această secțiune vom descrie principiile de proiectare, arhitectura software și implementarea tehnică a aplicației FlexiSee. De asemenea, introducem un spațiu de proiectare FlexiSee-DS care enumeră posibile opțiuni de proiectare pentru o varietate de aplicații asemănătoare FlexiSee.

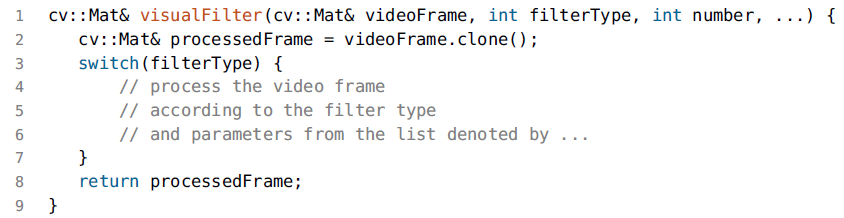
În continuare, vom defini noțiunea de „filtru vizual” folosit de FlexiSee. Un filtru vizual reprezintă orice modificare software a cadrelor video capturate de camera video integrată a dispozitivului eyewear care sunt redate pe lentile și aliniate cu lumea fizică; analizați Figura 1 pentru un exemplu de filtru vizual ilustrat prin detecția muchiilor și schimbarea culorii roșu în albastru.



**Figura 1.** *Sus:* Captură de ecran a aplicației FlexiSee pentru HoloLens prezentând utilizatorului o mediere personalizată a realității vizuale reprezentată în acest exemplu de corecția culorilor și detecția muchiilor.

*Partea de jos:* acest tip specific de mediere este specificat prin intermediul interfața accesibilă unui utilizator web din orice browser, cum ar fi browserele web ce rulează pe smartphone-uri (stânga) sau ceasuri inteligente (mijloc) și pot fi controlate fie de utilizatorul principal (dreapta sus) sau de către un aistent de vizualizare („vision assistant”) de la distanță (dreapta jos) în numele utilizatorului principal. FlexiSee oferă flexibilitate în ceea ce privește (*i*) configurarea și personalizarea medierii și augmentării realității vizuale, (*ii*) rolurile de utilizator care sunt implicate în specificarea și controlul filtrelor vizuale și (*iii*) modalități de intrare, de exemplu folosind eyewear sau un dispozitiv extern

Mann utilizează de asemenea conceptul de „filtru vizual”, însă el are o definiție diferită de felul în care noi o abordăm, adică un filtru vizual permite purtătorului să creeze un sistem vizual de control al accesului atenției și, purtând ochelari de soare speciali în care este pus în aplicare un filtru vizual, este posibil pentru a filtra publicitatea jignitoare [33]. Filtrele vizuale ale aplicației FlexiSee, sau in general, filtrele așa cum le definim noi pot implementa orice mediere(de exemplu, ajustarea contrastului sau detecția muchiilor) sau augmentarea(de exemplu, fețele detectate sunt evidențiate cu un dreptunghi intermitent în jurul lor); sau, pot implementa atât mediere, cât și augmentare pentru Realitatea Augmediată [34]. În realizarea aplicației, am utilizat biblioteca Open Computer Vision(OpenCV). Pentru a crea o tranziție lină la secțiunile următoare, mai tehnice din această lucrare, oferim o definiție a filtrelor vizuale folosind OpenCV, limbajul C++. Este important de reținut faptul că această bibliotecă a fost folisită și în alte lucrări de tehnologie de asistență pentru augmentarea/medierea sau reabilitarea vederii [19,37,61]. Așadar, utilizând limbajul de programare C++ și a bibliotecii OpenCV [43], un filtru vizual este orice implementare a unei funcții care are ca și parametri un cadru video și returnează o versiune modifiată a acestuia, așa după cum urmeză:



**Figura 2**. Prototipul implementării unui filtru vizual

Cv::Mat este clasa OpenCV pentru implementarea matricilor *n*-dimensionale[[3]](#footnote-3) care, în cazul nostru, sunt cadrele video reprezentate matrici de pixeli RGB; *filterType* specifică tipul de procesare care urmează să fie aplicat cadrului video(de exemplu, ajustarea contrastului), iar *number*  și ... semnifică numărul parametrilor opționali și parametrii opționali ce pot urma(de exemplu, procentul prin care este ajustat contrastul). Pentru specificarea tipului procesării s-a utilizat o enumerare ai căror membri sunt, în această ordine (prima valoare fiind 0): *ADJUST\_CONTRAST*, *ADJUST\_BRIGHTNESS, DETECT\_FACES*, *DETECT\_EDGES*  și respectiv *CHANGE\_COLOR*.

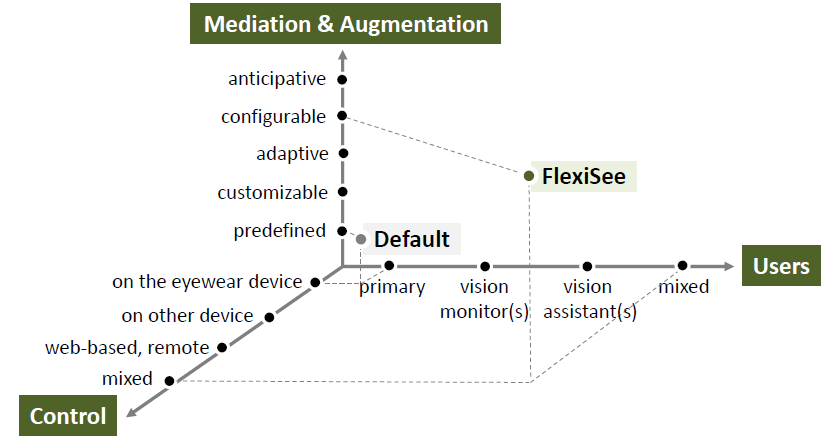
Prin definirea unui filtru vizual care primește ca dată de intrare și returnează același tip (cv::Mat), aplicarea multiplelor filtre vizuale într-o secvență devine mult mai ușor atât la nivel conceptual, cât și la nivel de implementare practică. De exemplu, aplicarea unei ajustări de contrast poate fi urmată de un filtru pentru detecția muchiilor, după care pot fi redate rezultatele detectării fețelor din cadrul video îmbunătățit prin contrast și cu muchiile detectate. Mai mult, o astfel de secvență de filtre vizuale și a parametrilor corespunzători ai acestora pot fi specificate folosind formate standard de reprezentare și schimb de date, ușor de înțeles și de editat de către utilizator. În secțiunile următoare vom prezenta tehnicile implementate pentru secvențe de filtre vizuale, care sunt specificate în aplicația FlexiSee sub formă de reprezentări JSON.

Înainte de a prezenta aplicația FlexiSee, introducem spațiul de proiectare FlexiSee-DS și descriem pașii care au condus la identificarea celor trei dimensiuni ale spațiului FlexiSee-DS. Într-o primă etapă, am formulat principii de proiectare pentru funcționarea aplicației FlexiSee sub forma a trei proprietăți de calitate (de la Q1 la Q3, prezentate mai jos) cu privire la flexibilitatea prevăzută pentru personalizarea percepției vizuale(adică, gradul de personalizare a viziunii mărite și augmentate), flexibilitatea în termenii categoriilor de utilizatori și a rolurilor(adică, cine controlează filtrele vizuale?) și flexibilitate în ceea ce privește modalitățile de control permise de FlexiSee(adică, cum sunt filtrele vizuale specificate, activate și dezactivate?), după cum urmează:

1. *Specificarea filtrelor vizuale*. FlexiSee ar trebui să permită specificarea ușoară a filtrelor vizuale și a parametrilor corespunzători pentru a permite o gamă largă de scenarii de utilizare și categorii de utilizatori, cum ar fi utilizatorii cu deficiențe de vedere.
2. *Controlul filtrelor vizuale*. FlexiSee ar trebui să activeze atât local, cât și la distanță controlul filtrelor vizual atât de către purtător(utilizator primar), cât și de către asistenți (utilizatori secundari).
3. *Integrarea cu alte dispozitive inteligente personale*. FlexiSee ar trebui să fie ușor integrat cu alte dispozitive inteligente, cum ar fi smartphone-urile sau smartwatch-urile și cu aplicații și servicii disponibile prin protocoale standard bazate pe Web.

În a doua etapă, am extins aceste proprietăți de calitate în dimensiuni de proiectare

pentru prototipizarea aplicațiilor asemănătoare FlexiSee cu funcționalități diverse și pentru numeroase contexte de utilizare prin identificarea opțiunilor de proiectare pentru fiecare proprietate. Rezultatul obținut este reprezentat de spațiul de proiectare cu următoarele trei dimensiuni(a se vedea Figura 3 pentru o ilustrare vizuală) discutate în cele ce urmează.

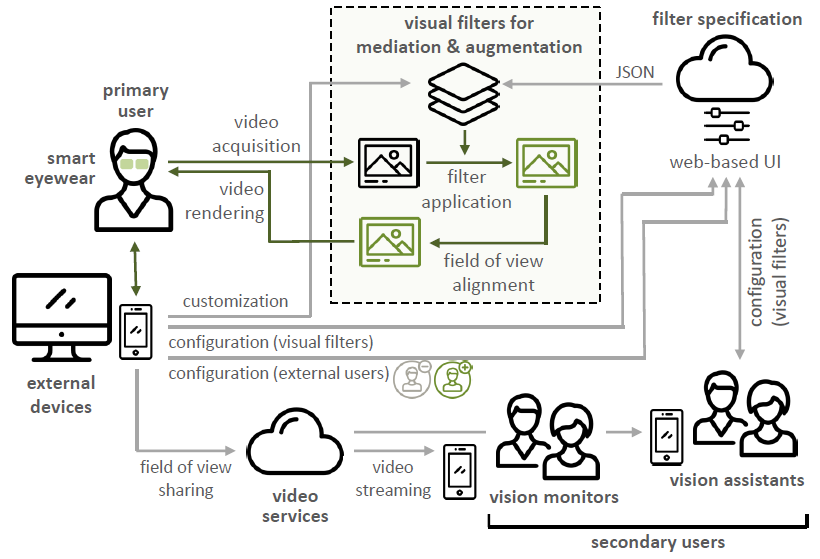


**Figura 3**. Spațiul de proiectare FlexiSee-DS, evidențiind cele trei dimensiuni calitative privind flexibilitatea medierii și a augmentării, rolurile utilizatorilor și modalitățile de control sub forma a trei axe independente cu diverse opțiuni de proiectare. Note: Originea semnifică nicio augmentare/mediere, niciun control și niciun utilizator, spre exemplu, ochelari obișnuiți atunci când nu sunt folosiți. Punctul „Default” de lângă originea sistemului specifică un sistem cu augmentări/medieri predefinite care poate fi controlat de utilizatorul principal exclusiv prin intermediul sistemului. Cea mai flexibilă instanță a unui sistem vizual de îmbunătățire a percepției în acest spațiu ar fi anticiparea augmentării/medierii cu un control mixt efectuat de o categorie mixtă de utilizatori.

1. Axa *Mediation & Augmentation* specifică modalități posibile în care percepția vizuală a utilizatorilor este îmbunătățită de aplicații similare FlexiSee implementând filtre vizuale pe dispozitive de ochelari inteligenți. Pentru această dimensiune, identificăm cinci categorii sau opțiuni de proiectare:
   1. *Predefined*. Filtrele de mediere și augmentare sunt predefinite la nivel software/hardware al dispozitivului de ochelari inteligenți.
   2. *Customizable.* Filtrele vizuale sunt personalizabile pentru utilizatorii care pot regla parametrii, de exemplu nivelul de contrast pentru un filtru ce îmbunătățește contrastul sau culorile ce vor fi schimbate de către un filtru de modificare sau corecție a colurilor.
   3. *Adaptive.* Filtrele vizuale adaptive își reglează automat parametrii privind datele colectate prin detectarea și înțelegerea contextului de utilizat, de exemplu un filtru de ajustare a contrastului care se adaptează la un mediu cu iluminare scăzută în funcție de măsurătorile realizate de un senzor de lumină încorporat în dispozitivul eyewear s-ar încadra în această categorie.
   4. *Configurable.* Filtrele vizuale configurabile pentru utiliatorii care pot defini funcționalități noi, de exemplu prin combinarea mai multor filtre care, atunci când sunt aplicate într-o ordine specifică, poate genera noi tipuri de viziune augmentată. Astfel, un filtru de corectare a culorilor urmat de o îmbunătățire și evidențiere a muchiilor poate duce la un rezultat diferit atunci când este comparat cu situația în care aceste două filtre sunt aplicate în ordine inversă. Secvențe de filtre vizuale pe care utilizatorii le pot specifica realizează proprietatea de configurare, ce presupune personalizare.
   5. *Anticipative.* Filtrele vizuale anticipative unde algoritmii și modelel de Inteligență Artificială integrate folosesc date (de exemplu, setările și preferințele utilizatorului, profilul utilizatorului, jurnalele și istoricul de utilizare al dispozitivului și aplicației, etc.) pentru a anticipa nevoile și pentru a efectua ajustările corespunzătoare ale filtrelor vizuale, inclusiv recomandări furnizate utilizatorilor.

Este important de observat nivelul de creștere al complexității modului în care a intervenit vizualizarea mediată și augmentată, ce poate fi specificat pornind de lafiltrele predefinite care pot fi schimbate greoi prin actualizări hardware/software către un comportament anticipativ al dispozitivului inteligent, reflectând cazurile de utilizare a elementelor carasteristice sistemelor de Inteligență Ambientală [14,52] și a Mediei Ambientale Semantice [48,49]. Așa după cum am arătat în capitolul anterior, personalizarea augmentată și mediată a vederii a fost implementată într-o măsură limitată de către sistemele introduse în lucrările anterioare(vezi Tabelul 1), însă nu am găsit niciun caz de adaptabilitate(adică personalizare automată) sau configurabilitate(adică combinarea caracteristicilor aplicațiilor existente pentru a defini o nouă funcționalitate), cu atât mai puțin comportamentul anticipativ.

1. Axa *Users* identifică utilizatorul principal(*primary*) care poartă ochelarii inteligenți și are acces direct la vederea augmentată și mediată, monitoarele de vizionare (*vision monitor(s)* ), asistenții de vedere (*vision assistant(s)* ) și categoria mixtă(*mixed*) în care controlul este distribuit de mai multe categorii de utilizatori, de exemplu primari și asistenți (de vedere), sau primarii, monitori (de vizualizare) și asistenți(de vedere) deopotrivă. Facem o distincție clară între minitoarele de vizionare care doar au acces la live stream-ul vederii augmentate/mediate și asistenții de vedere care au un anumit grad de control asupra filtrelor vizuale aplicate de aplicația FlexiSee pentru utilizatorul principal.
2. Axa *Control* caracterizează modalitățile prin care controlul filtrelor vizuale(de exemplu specificarea, activarea, dezactivarea) este implementat. Distingem patru categorii de control și opțiunile de proiectare corespunzătoare: ochelarii operați de către operatorul principal(*on the eyewear device*), pe un alt dispozitiv(*on other device*), cum ar fi smartphone-ul utilizatorului principal sau smartwatch-ul, la distanță printr-o interfață utiliator de tip web(*web-based, remote*), la care utilizatorii secundari, precum asistenții de vedere au acces sau control *mixt*, ca fiind combinație a categoriilor anterioare.



**Figura 4**. Arhitectura aplicației FlexiSee care evidențiază filtrelor de mediere și augmentare vizuală,

dispozitive de control, interfața de utilizator(web), categorii de utilizatori și fluxuri de date.

Figura 4 ilustrează arhitectura software a FlexiSee. Cadrele video sunt achiziționate de la camera video încorporată în dispozitivul de ochelari inteligent, procesate prin aplicarea filtrelor vizuale conform configurației actuale și redimensionate pentru a se alinia cât mai bine cu câmpul vizual al utilizatorului. Personalizarea și configurarea filtrelor vizuale sunt implementate de către utilizatorul principal prin intermediul unui dispozitiv extern, cum ar fi un smartphone sau smartwatch, care rulează un browser web. Asistenții de vizualizare/vedere au acces la aceeași interfață web. Atât asistenții de vedere, cât și monitoarele de vizualizare pot urmări un live stream cu câmpul vizual mediat și augmentat al utilizatorlui, livrat de către FlexiSee. Spre deosebire de vision monitors care au doar acces la fluxul video, asistenții de vedere pot specifica filtre vizuale și aplica acele filtre pentru utilizatorii primari ai aplicației FlexiSee.

### 3.1.2. Detalii de implementare

# 4. DISCUȚII

Începeți fiecare capitol pe o pagină nouă.

Acest capitol cuprinde o serie de discuții legate de lucrarea dumneavoastră de diplomă sau de disertație, care oferă cititorului informații suplimentare asupra proiectului, dar care nu își găsesc locul în capitolele anterioare. De exemplu, puteți elabora asupra modului în care ați observat că sistemul implementat se comportă în anumite situații, puteți descrie eventuale cazuri interesante privind noi utilizări ale proiectului, sau puteți include rezultate ale unor măsurători experimentale pe care le-ați efectuat în diverse condiții (caz în care, titlul acestui capitol devine „Rezultate experimentale și discuții”). La fel ca și în capitolele anterioare, folosiți figuri pentru ilustrarea discuției.

Numărul de pagini recomandat pentru acest capitol este 3-7.

# 5. CONCLUZII

Începeți fiecare capitol pe o pagină nouă.

Acest capitol reia contribuțiile importante ale lucrării de licență / disertație, discutându-le de această dată din perspectiva importanței lor. Tot aici pot fi incluse idei (realiste) pentru îmbunătățirea proiectului în viitor, împreună cu argumente legate de utilitatea acestor îmbunătățiri viitoare, precum și sugestii privind modul în care acestea ar putea fi implementate.

Numărul de pagini recomandat pentru acest capitol este 2-3.

**Numărul de pagini recomandat pentru o lucrare de licență este 40, inclusiv referințele dar exclusiv anexele.**

**Numărul de pagini recomandat pentru o lucrare de licență este 60, inclusiv referințele dar exclusiv anexele.**

# REFERINȚE

1. Radu-Daniel Vatavu. 2017. Improving Gesture Recognition Accuracy on Touch Screens for Users with Low Vision. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17). ACM, New York, NY, USA, 4667-4679. DOI: <https://doi.org/10.1145/3025453.3025941>
2. Shiri Azenkot, Kyle Rector, Richard Ladner, and Jacob Wobbrock. 2012. PassChords: secure multi-touch authentication for blind people. In Proceedings of the 14th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (ASSETS '12). ACM, New York, NY, USA, 159-166. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2384916.2384945>
3. Radu-Daniel Vatavu, Annette Mossel, and Christian Schönauer. 2016. Digital vibrons: understanding users' perceptions of interacting with invisible, zero-weight matter. In Proceedings of the 18th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI '16). ACM, New York, NY, USA, 217-226. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2935334.2935364>

Formatul acestor referințe este unul standard și a fost preluat direct din baza de date ACM Digital Library (vedeți detalii la pp. 5-6). Orice altă referință (pe care nu o regăsiți în ACM DL) trebuie să respecte același format.

# ANEXA A1. Titlul anexei

Lucrarea dumneavoastră poate conține una sau mai multe anexe. În anexe sunt incluse detalii suplimentare care pot interesa cititorul, dar care nu își au locul în corpul principal al lucrării. De exemplu, specificații tehnice legate de un anumit dispozitiv electronic pe care l-ați folosit, secvențe mai lungi de cod care sunt importante pentru lucrare dar ar îngreuna lectura capitolelor principale, sau fotografii detaliate ale prototipului pot face conținutul unor anexe.

Fiecare anexă are un număr și un titlu. Toate observațiile anterioare legate de formatarea textului, includerea și folosirea figurilor, etc. rămân valabile și pentru conținutul anexelor.

Un exemplu de anexă este furnizat în continuare, anexa A2.

# ANEXA A2. Calendarul implementării și redactării proiectului de licență sau disertație

Un proiect de licență sau disertație necesită un efort și un timp corespunzător alocat pentru implementare și pentru redactarea documentației. Asigurați-vă ca timpul dumneavoastră este alocat eficient.

În continuare, T reprezintă data susținerii proiectului.

|  |  |
| --- | --- |
| T – 1 săptămână | Varianta finală a lucrării. |
| T – 2 săptămâni | Varianta apropiată de cea finală a documentului lucrării de licență sau de disertație. |
| T – 4 săptămâni | Implementarea tehnică a proiectului este finalizată. De asemenea, există o variantă preliminară a documentului lucrării de licență / disertație. |
| T – 8 săptămâni | O variantă apropiată de cea finală a proiectului implementat este disponibilă. Îmbunătățiri vor fi realizate în următoarele săptămâni. |
| T – 12 săptămâni | O implementare tehnică a proiectului este disponibilă care să demonstreze funcționalitățile principale. De asemenea, planul documentului lucrării de licență / disertație este alcătuit. |
| Până la momentul T – 16 săptămâni | Experimentarea diverselor tehnologii, prototipuri, realizarea de teste, etc. care se încheie cu definitivarea arhitecturii, specificațiilor de proiectare, etc. pentru proiectul de licență sau de disertație. Urmează implementarea după direcții clar stabilite, puțin probabil să se mai schimbe în perioada următoare. |

# ANEXA A3. Activitate asociată realizării proiectului de licență sau disertație

Este posibil ca efortul depus în realizarea proiectului de licență sau disertație să fi fost prezentat sau eventual premiat în cadrul unor diverse manifestări sau competiții studențești. În acest caz, folosiți o anexă pentru a include copii scanate după toate diplomele obținute în acest sens.

# ANEXA A4. Lucrare științifică (doar pentru lucrările de disertație)

Efortul depus pentru implementarea unui proiect de disertație trebuie să conțină elemente de cercetare științifică. În cazul unor rezultate excepționale, acestea pot fi publicate în cadrul revistelor sau manifestărilor științifice. O astfel de activitate este recomandată în timpul studiilor de master, precum și în realizarea proiectului de disertație. În acest caz, includeți lucrarea realizată și publicată într-o nouă anexă, în limba în care a fost publicată. Pentru ca un proiect de disertație să rezulte într-o lucrare științifică publicată în timp util până în momentul susținerii, lucrul efectiv la proiect trebuie să înceapă cel târziu la începutul anului II de studiu.

1. Referința nu descrie un sistem sau prototip personalizabil, ci subliniază nevoia de personalizare sau personalizarea sistemelor de asistență. [↑](#footnote-ref-1)
2. Sistem adresat în exclusivitate realității virtuale, dar l-am adăugat datorită numeroaselor sale caracteristici personalizabile [↑](#footnote-ref-2)
3. https://docs.opencv.org/3.4/d3/d63/classcv\_1\_1Mat.html#details. [↑](#footnote-ref-3)