



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM

Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar

Műszaki tudományi szekció

Kibővített valóság szoftvertermék felhasználó- központú fejlesztése empirikus és analitikus módszerekkel

Készítette: Ladjánszky Rita
Ipari termék- és formatervező
mérnök

Konzulens: Dr. Szabó Bálint
egyetemi adjunktus
Dr. Kapusy Katalin Zita
egyetemi adjunktus

Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Budapest, 2025

ABSZTRAKT

Kibővített valóság szoftvertermék felhasználó-központú fejlesztése empirikus és analitikus módszerekkel

Kulcsszavak: kiterjesztett valóság (XR), immerzív tér, használhatósági vizsgálat, heurisztikus értékelés

A dolgozat elméleti része a világháló fejlődését mutatja be a Web 1.0 korszaktól a Web 4.0 időszak hipotetikus koncepciójáig. Utóbbi szimbiotikus web néven is ismert, ahol a jelenleg elterjedt megoldások (pl. mesterséges intelligencia (AI), a dolgok internete (IoT)) olyan fejlesztések alapjául szolgálnak, amelyek megalapozzák a felhasználó és az ember közötti kapcsolat szimbiotikus illesztését. Ilyen megoldások az AR Analytics technológiai startup vállalkozás kibővített valóság (eXtended Reality, XR) szoftvertermékei, amelyek egy speciális eszköz (Meta Quest 2 szemüveg) használatával teszik könnyebbé a jövő felhasználóinak a mindennapjait. Az XR egy esernyőfogalom, amely a virtuális valóság-kibővített valóság kontinuumból származtatható. A dolgozat az XR fogalomkör meghatározásával is foglalkozik, valamint az AR Analytics modellügynökségek számára fejlesztett XR szoftvertermék prototípusának a bemutatásával és továbbfejlesztésével empirikus és analitikus úton. A cél, hogy átfogó képet kapjunk a jövő immerzív tereivel kapcsolatos felhasználói igényekről. Empirikus úton, ennek érdekében potenciális felhasználókkal gyors és iteratív (Rapid Iterative Testing and Evaluation, RITE) típusú használhatósági vizsgálat végeztünk potenciális felhasználók körében (n=13), amely során az átfogó rendszerhasználhatóságot és az átélt szubjektív élményeket is mértük SUS (System Usability Scale) kérdőív és utólagos interjú segítségével. Az így kapott eredmények hasznos visszajelzéseket adtak, amelyek alapján az XR szoftvertermék továbbfejlesztésre került. Majd az iteratív szoftverfejlesztést követően, a tesztelést analitikus úton heurisztikus értékelés követte. Az elemzés ezen szakaszában felhasználói élmény (User eXperience, UX) szakértőket vontunk be a kutatásba a jövő immerzív tereinek a megfelelő irányba való fejlesztése érdekében. A heurisztikus vizsgálat (n=6) elvégzése a kapott szakértői eredmények összegzése és kiértékelése révén további fejlesztési javaslatok megfogalmazását tette lehetővé. A dolgozat a két vizsgálat eredményeit is bemutatja, illetve az alkalmazott módszertanok közötti különbségeket és hasonlóságokat is feltárja.

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés.....	1
2.	Elméleti háttér	2
2.1.	Web 1.0-től a Web 4.0-ig	2
2.2.	Kiterjesztett (AR), virtuális (VR), vegyes (MR) és kibővített valóság (XR) fogalmak 3	
2.2.1.	Kiterjesztett valóság (AR).....	3
2.2.2.	Virtuális valóság (VR)	5
2.2.3.	Vegyes valóság (MR).....	6
2.2.4.	Kibővített valóság (XR)	7
3.	Kutatási cél és módszerek	8
3.1.	Szoftvertermék bemutatása.....	8
3.2.	Kutatási módszertan	9
3.2.1.	Empirikus használhatósági vizsgálat.....	11
3.2.2.	Analitikus vizsgálat	15
4.	Empirikus használhatósági vizsgálat.....	16
4.1.	1. iterációs szakasz (használhatósági vizsgálat)	16
4.2.	1. iterációs szakasz (utólagos interjú).....	18
4.3.	Fejlesztési javaslatok (1. iterációs szakasz).....	20
4.4.	2. iterációs szakasz (használhatósági vizsgálat):	23
4.5.	2. iterációs szakasz utólagos interjú	24
4.6.	Fejlesztési javaslatok (2. iterációs szakasz).....	26
4.7.	3. iterációs szakasz (használhatósági vizsgálat)	29
4.8.	3. iterációs szakasz (utólagos interjú).....	30
4.9.	Fejlesztési javaslatok (3. iterációs szakasz).....	31
4.10.	SUS kérdőív	33

5.	Második prototípus változat bemutatása	33
6.	Analitikus vizsgálat eredményei	35
6.1.	ID1 résztvevő.....	35
6.2.	ID2 résztvevő.....	37
6.3.	ID3 résztvevő.....	39
6.4.	ID4 résztvevő.....	40
6.5.	ID5 résztvevő.....	41
6.6.	ID6 résztvevő.....	43
6.7.	Analitikus vizsgálat összefoglaló	45
6.8.	Fejlesztési javaslatok	46
7.	Összefoglalás.....	49
7.1.	Kutatás korlátai.....	51
8.	Irodalomjegyzék.....	51

1. BEVEZETÉS

Napjaink az internet és az információs társadalom korában telnek. Webster (2002) tipológiája szerint az információs társadalom fogalma több oldalról (technológia, foglalkozás szerkezet és gazdaság, térszerkezet, kultúra) értelmezhető, amelyek közös jellemzője az előtérbe kerülő, nagy mennyiségű információ (Megyeri and Szabó 2021; Pintér 2004).

Az információs és kommunikációs technológia (IKT) robbanásszerű fejlődésének köszönhetően a korlátlan, tértől és időtől független kommunikáció terjedésével olyan szintű minőségi változások indultak el, amelyek tényleges korszakváltást jelentenek (Kákai and Hamerli 2019). Ennek a hatását nemcsak a média tartalmának változásában vagy a média eszközök használatában érezzük, hanem az élet minden területén is (például munkánkban, hobbijainkban, életmódunkban, gondolkozásunkban).

Az Internet mint az információs társadalom alapvető infrastruktúrája, ma már kiemelt szerepet játszik a beszéd, a műsorszórás és az adatszolgáltatás globális platformjaként, ezáltal a gazdaság és társadalom kritikus infrastruktúrájává vált (Bakonyi, György, and Tóth 2007). Az Internet ma már interfész-szerepet tölt be a társadalomban, a helyüket folyamatosan változtató emberek és az őket körülvevő fizikai világ között.

A világháló fejlődése az évek során számos jelentős előrelépésnek volt tanúja, így nem véletlen, hogy a Web 1.0 korszaktól eljutottunk a Web 4.0 – egyelőre még – hipotetikus koncepciójáig (Khaleel, 2021).

A Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 korszakok alatt létrejövő technológiai újítások – rádióhullámos azonosítás (Radio Frequency Identification, RFID), szolgáltatásorientált architektúra (Service-oriented Architecture, SOA), helyzetalapú szolgáltatások (Location Based Services, LBS), mobiltechnológia, nem-helyettesíthető token (Non-Fungible Token, NFT), virtuális- és kiterjesztett valóság (Virtual Reality, VR és Augmented Reality, AR), mesterséges intelligencia (Artificial Intelligence, AI), dolgok internete (Internet Of Things, IoT) – új innovatív alkalmazásokat hoztak létre (Khaleel Ibrahim 2021) .

A jelenlegi fejlesztési trendek arra utalnak, hogy az információs társadalom új paradigmáját képező nagy adathalmazok (big data) (Szűts and Jinil 2016), továbbá a kibővített valóság (eXtended Reality, XR) (Adriana Cárdenas-Robledo et al. 2022), a gép-gép (machine-to-machine, M2M) kommunikáció (Montori et al. 2018), a felhőalapú számítástechnika (Bello et al. 2021) és a különböző AI megoldások és kapcsolódó etikai kérdések (Héder 2020) a

gazdasági és társadalmi infrastruktúra alapvető részévé válnak, így alapjaiban határozzák meg azt, hogy hogyan élünk és dolgozunk. A Web 4.0-ról szóló elképzelések azt sugallják tehát, hogy a jövő információs társadalmában a világháló még inkább összekapcsolódik a fizikai világgal, és még személyre szabottabb, intelligensebb és interaktívabb élményeket kínál a különböző technológiai megoldásokra építve.

2. ELMÉLETI HÁTTÉR

2.1. Web 1.0-től a Web 4.0-ig

A világháló az információs társadalom legnagyobb átalakítható és változó információs konstruktuma, amelynek ötletét először Tim Burners-Lee mutatta be 1989-ben (Machado, Souza, and da Graça Simões 2019). Az elmúlt három évtizedben rengeteg fejlődés történt a világháló és a kapcsolódó technológiák terén. A fejlődés jellemzői eddig három különböző szakaszt határoztak meg (Web 1.0, Web 2.0 és Web 3.0), illetve egy éppen formálódó negyedik időszakot is (Web 4.0). A Web 1.0 a megismerés (web of cognition), a Web 2.0 mint a kommunikáció (web of communication), a Web 3.0 az együttműködés (web of cooperation), a Web 4.0 pedig az integráció (web of integration) hálójaként definiálható (Aghaei, Nematbakhsh, and Farsani 2012).

A megismerés hálója (Web 1.0) a "csak olvasható" (statikus) web néven a világháló kezdeti szakaszát jelentette 1989 és 2005 között. Erre a szakaszra elsősorban a statikus, korlátozott interaktivitással rendelkező weboldalak létrehozása volt a jellemző. A weboldalak túlnyomórészt információs jellegűek voltak, és a felhasználók elsősorban a tartalmat fogyasztották, anélkül, hogy bármilyen interakcióba léphettek volna azokkal. A kezdeti weboldalakat főként a webmesterek hozták létre és irányították, és a böngészési élmény többnyire egyirányú volt (Choudhury 2014).

A kommunikáció hálója (Web 2.0) a web második generációja, amit Dale Dougherty 2004-ben író-olvasó webként határozta meg (O'reilly 2009). A Web 2.0 platformok lehetővé tették a felhasználók számára, hogy hozzájáruljanak és együttműködjenek a tartalmak létrehozásában. Ennek köszönhetően a közösségi médiaplatformok, a blogolás, és az interaktív webes alkalmazások széles körben terjedtek el. A Web 2.0 a webtervezésben is nagy előrelépést hozott, előtérbe került a reszponzív tervezés és a dinamikus webes tartalom előállítás (Pranay and Chhetri 2015).

Az együttműködés világhálója (Web 3.0) fogalmát John Markoff, a New York Times munkatársa alkotta meg, és 2006-ban a web harmadik generációjaként nevesítette (Velez 2009). A Web 3.0 "végrehajtható" (executive) vagy intelligens jelzővel is leírhatjuk. A Web 3.0 fő célja a web azon képességének javítása volt, hogy az információkat intelligensen megértse és feldolgozza. Ez magában foglalta a gépileg olvasható adatok és metaadatok integrálását, hogy a számítógépek képesek legyenek értelmezni és elemezni a webes tartalmakat. Az adatok strukturált definiálása és összekapcsolása a hatékonyabb felfedezés, automatizálás, az integráció és újrafelhasználás intelligens és kontextuális webes élményt biztosított, ahol a gépi rendszerek képesek megérteni az adatokat és segítenek a döntéshozatalban (Hiremath and Kenchakkanavar 2016).

Az integráció hálója (Web 4.0) a webes paradigma új evolúciója, amely többféle modellen, technológián és társadalmi kapcsolaton alapul. A Web 4.0 fogalma a szakirodalomban nem teljesen egyértelmű és nem egyöntetű, mivel több dimenzióból áll. A Web 4.0 nagymértékben személyre szabott és kontextustudatos webes élményt irányoz elő, amelyben az intelligens algoritmusok, az AI, az IoT és az XR technológia központi szerepet játszik. A fizikai és a digitális világ zökkenőmentes integrációját irányozza elő, ahol a csatlakoztatott eszközök, a fejlett analitika és az intelligens algoritmusok kölcsönhatásban személyre szabott és intuitív szolgáltatásokat nyújtanak (Almeida 2017).

2.2. Kiterjesztett (AR), virtuális (VR), vegyes (MR) és kibővített valóság (XR) fogalmak

A kiterjesztett valóság (AR), a virtuális valóság (VR), a vegyes valóság (MR) és a kiterjesztett valóság (XR) általánosan használt kifejezések, amelyek azt írják le, hogy a technológiák hogyan generálják vagy módosítják a valóságot. A tudósok és a szakemberek azonban következtetlenül használják ezeket a kifejezéseket, így érdemes egyértelműen tisztázni a fogalmak jelentését (Rauschnabel, Felix, et al. 2022).

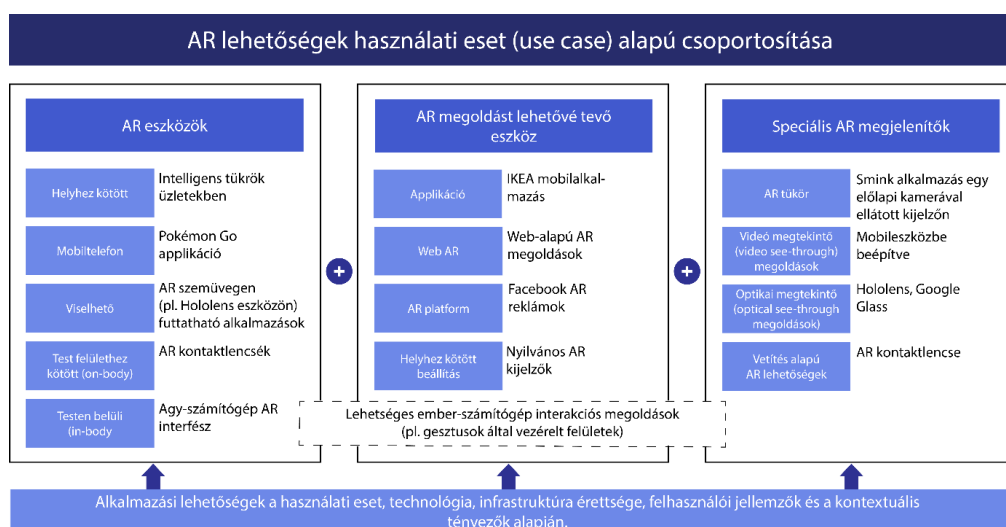
2.2.1. Kiterjesztett valóság (AR)

A kiterjesztett valóság (Augmented Reality, AR) fogalma az 1950-es évekre vezethető vissza (Carmigniani et al. 2011), de a kifejezés mégis az 1990-es esztendőhöz köthető a leginkább, Tom Caudell és David Mizell neveihez (Berryman 2012). Az AR-t a 90-es évek óta többféleképpen definiálták, de jellemzően a digitális információ és a valós világ valós időben

megjelenő kombinációjára utal (Feiner et al. 1993; Azuma 1997; Billinghurst, Clark, and Lee 2015).

Az AR szakirodalom Google Scholar keresése több millió cikket tár fel, amelyek olyan változatos témákra összpontosítanak, mint az alapul szolgáló technológia fejlődése (Chen et al. 2019), a társadalmi interakcióra gyakorolt hatása (Miller et al. 2019), valamint a technológia felhasználása a különböző alkalmazási területeken, beleértve az orvosi képzés (Eckert, Volmerg, and Friedrich 2019), a turizmus (Yung and Khoo-Lattimore 2019), a gyártás (Plakas et al. 2020), a marketing (Rauschnabel, Babin, et al. 2022), és az építészet (Seidametova, Abduramanov, and Seydametov 2021) területeit. Összességében a technológiai fejlődés és a mobileszközök mindennapi életben való jelenléte jelentős mennyiségű felhasználó számára tette elérhetővé az AR-t. Perannagari and Chakrabarti (2020) kutatása szerint az AR hozzáadott értéket teremt a termékek kiskereskedelmében, mert a fizikai valóság fokozásával személyre szabja a vásárlói élményt, a fogyasztót felruházza azzal a képességgel, hogy holisztikus vásárlási élményt nyújtson az érzékszervi és többcsatornás (omnichannel) marketing segítségével.

Fontos megjegyezni, hogy a létező szakirodalmakban többféle AR-osztályozás létezik egymás mellett, de sok közülük vagy összeegyeztethetetlen, vagy ellentmondásos. Ezek közül jól értelmezhető osztályozásként kiemeljük az AR használati eset (use case) szerinti besorolást, mely a következő három csoportot különbözteti meg: a vizuális AR legjelentősebb eszközei (AR device), az azt lehetővé tevő eszközei (AR enabler) és a kijelző típusai (AR display) (1. ábra) (Rauschnabel, Felix, et al. 2022).



1. ábra: AR használati esetek csoportosítása (vizuális AR fókusz alapján)

Általános szabályként elmondható, hogy az újabb, dedikált AR-eszközök már speciális technológiai megoldásokat tartalmaznak (pl. mélységérzékelők, szemmozgás-követéses eszközök, átlátszó/retinális kijelzők stb.), amelyek az ember-számítógép illesztések új formáit támogatják (pl. kéz- és ujjkövetés, hangutasítások, retinális irányítás, agy-számítógép interfészek). Ezek az újhullámos AR rendszerek így jellemzően magasabb valósághűséget biztosítanak azáltal, hogy a technológiát közelebb viszik az emberi testhez, míg a bevett megközelítések a széles körű piaci elterjedtséggel jellemezhető, mindenütt jelenlévő technológiákat (pl. okostelefonokat vagy notebook WebAR alkalmazásokat) hasznosítanak.

2.2.2. *Virtuális valóság (VR)*

A virtuális valóság (Virtual Reality, VR) fogalma nagyon széleskörűen alkalmazható technológiák gyűjtőneve. A virtuális valóság egy közvetítő közeg, egy médium, amely az életünk egyre több területére kezd kiterjedni. A technológiával illúziókat hozunk létre. A VR valamilyen eszközökkel létrehozott és általuk keltett perceptuális élmények egésze, egy mesterséges világ, amelyben próbálunk minél jobban elmélyedni és beleélni magunkat az eseményekbe.

Az az elképzelés, hogy a felhasználók számára egy magával ragadó, mesterségesen konstruált valóságot nyújtsanak, már az AR fogalma előtt is létezett. Míg a technológia által vezérelt, gyártott valóságban való részvétel koncepciói a korai sci-fi és fantasy regényekig nyúlnak vissza, a VR első megközelítései valójában olyan panorámafestmények voltak, amelyek arra törekedtek, hogy kitöltsék az egyén látómezejét, és a néző úgy érezze, mintha valóban a jelenetbe ágyazódna (Bown, White, and Boopalan 2017). 1832-ben Charles Wheatstone egy sztereoszkópikus nézőszemüveget készített, amely segítségével egy képben a térhatás illúzióját tudta kelteni.

A katonaság pedig már a második világháború óta alkalmaz szimulátorokat a vadászrepülő pilóták képzésére. A mai VR-hez hasonló technológia első széles körű alkalmazása a Link Trainer alkalmazás volt, amelyet a második világháború előtt és alatt a pilóták kiképzésére használtak (Jeon 2015). Amikor ma a VR-re gondolunk, a legtöbben egy fejre szerelt rendszert képzelünk el, amely elzárja a környezetből származó információkat, miközben egy virtuális környezetet ábrázoló információkat mutat a felhasználónak. Ezeket a fejre szerelt kijelzőket (Head-Mounted Displays, HMDs) eredetileg játékokra és szórakoztatásra tervezték, de a felhasználás fokozatosan olyan területekre is kiterjedt, mint a munkahelyi képzés

(Renganayagalu, Mallam, and Nazir 2021), a prototípusgyártás (Şen and Şener 2022), a marketing (Griffin et al. 2017) és a turizmus (Beck, Rainoldi, and Egger 2019). A kutatók in-store marketing területén is vizsgálták a VR használatát, például kiskereskedelmi üzletekben és szupermarketekben (Farah, Ramadan, and Harb 2019), a divatiparban (Park, Im, and Kim 2018) és az egészségügyben (Jerdan et al. 2018).

Néhány kivételtől eltekintve (pl. VR-barlangok (Geszten et al. 2015, 2018; Hercegfői et al. 2015)) a VR hagyományosan főleg a headset-alapú alkalmazásokra korlátozódik. A különböző VR-eszközök közötti fő különbség a szabadságfok (Degrees Of Freedom, DoF) értéke, azaz a rendszerben egymástól függetlenül változtatható paraméterek száma. Például a 3-DoF eszközök csak a forgáskövetést támogatják, míg a 6-DoF már a translációs követést is (Rossi et al. 2021)

A virtuális valóság létrehozása egy igen bonyolult feladat. A VR rendszerek mögött nagyon összetett technológiák állnak. Óriási szerepe van a nyomkövetőberendezéseknek, amelyek a felhasználó testrészeinek helyzetmeghatározására szolgálnak. Nagy jelentősége van az audiórendszereknek is, hiszen élethűbbé teszik az egyes szituációkat, segítenek a térhatás érzékeltetésében és plusz információkat szolgáltatnak a felhasználó számára. A képgeneráló rendszerek pedig a vizuális élmény létrehozásáért felelősek.

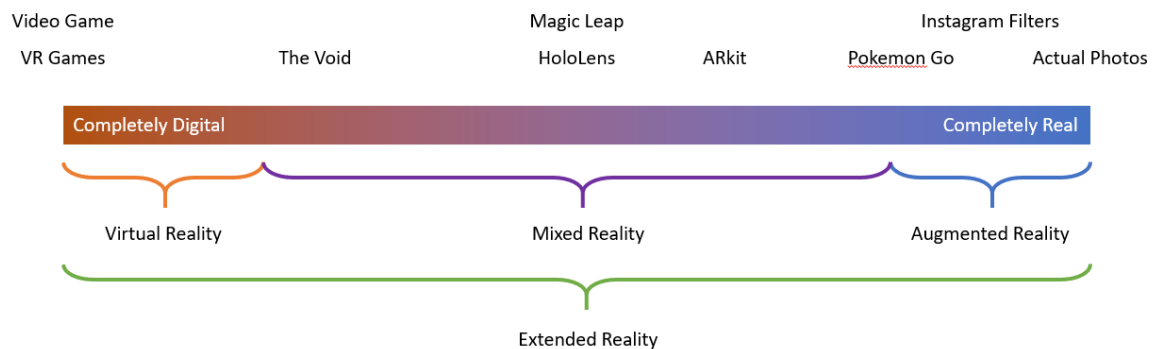
2.2.3. Vegyes valóság (MR)

A vegyes valóság (Mixed Reality, MR) fogalma sokkal nehezebben határozható meg. A tudományos kutatások alátámasztják, hogy még a terület szakértői is nehezebben tudták meghatározni, hogy mi számít MR-nek. Speicher et al., (2019) szakértői interjúsorozatot folytattak le, amelyben a különböző akadémiai és ipari szereplők nyolc jellemzőt írtak le a fogalomra. A fogalmat gyakran az AR és VR kifejezésekhez kötötték. „Minden, ami a kontinuumon belül van (beleértve a VR-t is)”. „Erős AR, azaz olyan, mint az AR, de több képességgel”. Volt, aki az „AR plusz teljes elmélyülés”, azaz az AR és a VR egyazon alkalmazásban vagy eszközön való megvalósításának lehetőségét említette. A további magyarázatok pedig a következők voltak: "az MR a kontinuum", „a valós és a virtuális kombinációja”, „az MR konkrét hardverhez kötött (pl. HoloLens)”, illetve "ugyanaz, mint az AR". Két szakértő kifejezetten sajnálatát fejezte ki amiatt, hogy a kifejezést marketing célokra használják: "Ez mind marketing hókusz-pókusz.", „Ez már csak marketing mizéria.". Továbbá volt, aki arra mutatott rá, hogy "csak az akadémikusok értik az MR-spektrumot". Kutatásuk

egyik, „Computer Vision” szakterülettel foglalkozó interjúalanya pedig azt mondta, hogy ők nem gondolkodtak eleget az MR fogalmáról, de általában "átmeneti állapotban lévő, vegyes valóságnak" tekintik.

Gyakori meghatározás az interneten, amit Sala (2021) publikációja is alátámaszt, hogy a vegyes valóság (MR) olyan médium, amely olyan magával ragadó, számítógép által generált környezetekből áll, ahol a fizikai és a virtuális környezet elemei keverednek. Ez a fogalom egybevág a korábbi szakértői idézetek egy részével, amely Milgram & Kishino (1994) realitás-virtualitás kontinuum ismeretében jól értelmezhetővé válik (2. ábra).

Reality – Virtuality Spectrum



2. ábra: Milgram & Kishino (1994) féle realitás-virtualitás kontinuumra épülő magyarázó ábra a VR-MR –AR-XR fogalmak ismertetésére

2.2.4. Kibővített valóság (XR)

Számtalan cég, kutató és tanácsadó személy alakította ki saját megközelítését és terminológiáját a kibővített valóság (eXtended Reality, XR) fogalmára. Az XR-t gyakran használják gyűjtőfogalomként számos különböző koncepcióra, ami az AR, MR és XR megoldásokat egyesíti – ahogy ez a 2. ábrán is látható (Chuah, 2018; Fast-Berglund et al., 2018). Más szakirodalmi források szerint az XR úgy "bővíti" ki a valóságot, hogy digitális komponenseket ad a valós világhoz, vagy digitális anyagok valós idejű alkalmazásával manipulálja a fizikai világot. A valós és a digitális világ ilyen összeolvadása magával ragadó élményeket, környezeteket és interakciókat hoz létre (Lee et al., 2013; Suh and Prophet, 2018).

A legújabb tudományos publikációk az XR olyan technológiák csoportjára utal, amelyek alkalmazási köre a felhasználói bevonódás fokozása több érzékszerv bevonásával, illetve a digitális és valós környezetek egyidejű egyesítésével (Kosko et al., 2021a, b). Ebbe beletartozik

minden, ami kiterjesztett valóság (AR; pl. Pokémon Go), virtuális valóság (VR; pl. Oculus Go) és kevert valóság (MR; pl. HoloLens). (Baumgartner et al., 2022)

Rauschnabel és munkatársai (2022) szerint pedig az XR kifejezésben az X helytelenül utal az extended, azaz kibővített kifejezésre, mivel a VR-et is beleértjük, amely nem bővíti ki a valóságot, hanem helyettesíti. Éppen ezért az X a javasolt értelmezésben behelyettesíthető (az algebrai X változóhoz hasonlóan) az adott fejlesztésben használt valósággal. A jövőt tekintve pedig felfogható a még előttünk álló fejlesztésekkel, azaz az ismeretlen valósággal (Rauschnabel, Felix, et al. 2022).

Látható tehát, hogy a fogalom definíciója a szakirodalmak által sem egyöntetű. A dolgozat empirikus része egy innovatív XR szoftvertermék felhasználói megfelelőségét vizsgálja. A termék újszerű jellege miatt az empirikus kutatáshoz a Rauschnabel et. al. (2022) féle megközelítés áll a legközelebb.

3. KUTATÁSI CÉL ÉS MÓDSZEREK

A kutatás célja az AR Analytics modellügynökségek számára fejlesztett XR szoftvertermék prototípusának bemutatása és továbbfejlesztése empirikus és analitikus úton. A cél feltárni és egy átfogó képet adnia jövő immerzív tereivel kapcsolatos felhasználói igényekről. A kutatás az alábbi kérdésekre keresi a választ:

- Milyen igényei vannak a felhasználóknak az XR terek tervezése során?
- Milyen szempontok mentén adnak hasonló és különböző eredményt az empirikus és az analitikus értékelések?

3.1. Szoftvertermék bemutatása

A termék egy magas valósághűségű (high-fidelity, Hi-Fi) szoftver prototípus, amit az AR Analytics nevű, magyarországi székhelyű, technológiai startup vállalkozás fejlesztett Meta Quest Pro eszközre.

A Meta Quest Pro szemüveg használata közben (3.ábra bal oldala) a felhasználó XR alkalmazásokat indíthat el, ezzel különböző objektumokat úgy érzékelhet, mintha azok a valódi élet részei lennének. Az XR alkalmazásokkal tehát valódi környezetben, valódi méretben lehet bemutatni különféle használati tárgyakat anélkül, hogy azok valóban ott lennének.

A fejlesztés legfontosabb innovációja, hogy az immerzív térben való navigációhoz már nem kell vezérlőeszközt használni, hanem a kezünkkel léphetünk interakcióba a felhasználói

felület (User Interface, UI) elemeivel. Ezt a kézkövetés (hand tracking) funkció teszi lehetővé, ami a kezek szoftveres követését és leképezését jelenti.



3. ábra: A szoftvertermék futtatásához szükséges Meta Quest Pro szemüveg (bal oldali ábra) és a modellválasztás pillanata hand tracking funkció használata közben (jobb oldali ábra)

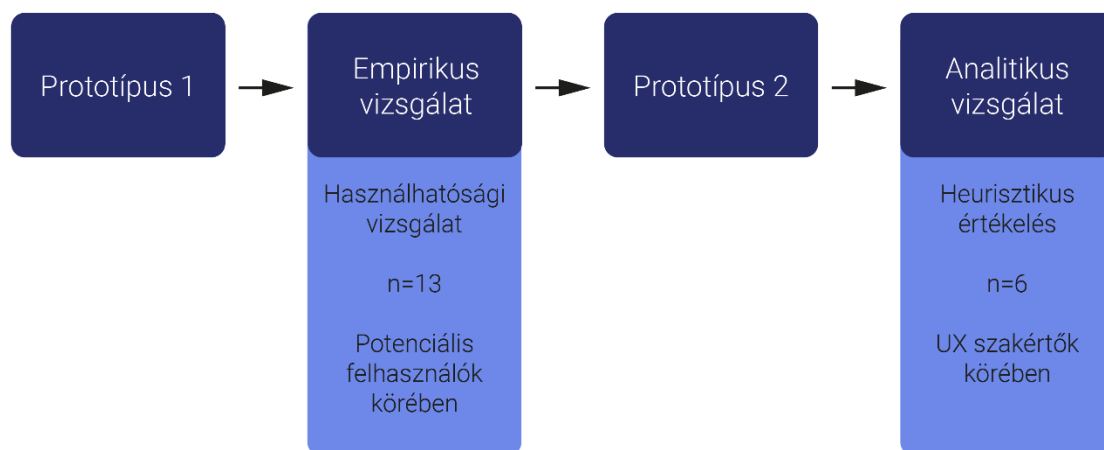
A jelenlegi szoftverben a VM MODEL ügynökség modelljei tekinthetők meg, így a szoftvertermék divatügynökségek számára teszi lehetővé, hogy a döntéshozók XR környezetben választhassák ki azokat a modelleket, akikkel a jövőben dolgozni szeretnének (3. ábra jobb oldala). A modelleket így elő lehet szűrni vagy akár ki is lehet választani utazás nélkül, ami jelentős időt, energiát spórol meg a divatpiaci szakmai képviselőinek. A felhasználóknak a szoftver segítségével lehetősége van az XR térben megtekinteni a modellek bemutatkozását, kifutós munka (catwalking) tevékenységét farmerben-pólóban, illetve fürdőruhában. (Mindez két térben is lehetséges: tetőn (rooftop) és stúdióban (studio).) A modelleknek láthatóak a különböző paraméterei is (pl. magasság, konfekció méret, mell-, derék-, csípő- és lábméret, haj- és szemszín). A modelleket meg lehet jelölni, és a kiválasztottakat pedig el lehet küldeni e-mailen a modellügynökség döntéshozóinak.

3.2. Kutatási módszertan

Sikeres terméket gondos tervezéssel, teszteléssel és a tesztelés eredményei alapján történő újra tervezéssel fejlesztik ki. A termék fejlesztés közbeni többszöri (iteratív) tesztelése lehetővé teszi, hogy a felhasználók igényei folyamatosan beépüljenek a tervezésbe. (Laura Manzari and Jeremiah Trinidad-Christensen, 2006).

A fejlesztés két fő részből állt, az első a 2023 tavaszán elvégzett empirikus használhatósági vizsgálat, amelyet 13 fő bevonásával folytattunk le (4. ábra). A használhatósági vizsgálat előre kidolgozott vizsgálati protokoll alkalmazásával zajlott (9.1. melléklet), amely során XR környezetben azonosítható használhatósági problémákat gyűjtöttünk össze, valamint a használhatóság számszerűsítése érdekében a rendszerhasználhatósági skála (System Usability Scale, SUS) kérdőívet is kitöltöttük a kísérleti személyekkel (9.2. melléklet). A felhasználói igények mélyebb megértése érdekében a kísérletsorozat hosszabb, utólagos interjúkkal zárult (9.3. melléklet).

A második rész pedig 2023 őszén valósult meg analitikus vizsgálat formájában 6 fő bevonásával, szintén kigondolt forgatókönyv használatával (3. melléklet). Az analitikus vizsgálat a használhatósági vizsgálatok egy típusa, amely során annak a heurisztikus értékelés (heuristic evaluation) változata került alkalmazásra, amikor is szakértők tesztelik a szoftvert (Manzari and Trinidad-Christensen, 2006). Míg a 13 fős használhatósági vizsgálatot potenciális felhasználókkal, addig a 6 fős heurisztikus értékelést a felhasználói élmény (User eXperience, UX¹) tervezésben jártas szakemberekkel végezzük el. A vizsgálatokat azért alkalmaztuk, mert egy ennyire innovatív termék fejlesztése során fontos volt a potenciális felhasználók és a szakértők véleménye is a fejlesztési folyamat során létrejövő különböző prototípus változatok teszteléséhez (4. ábra).



4. ábra: Kutatási terv

¹UX „azon benyomások, érzések összességét takarja, ami a felhasználóban keletkezik egy termék használata közben” (Quiñones et al., 2018) (Szabó, 2023)

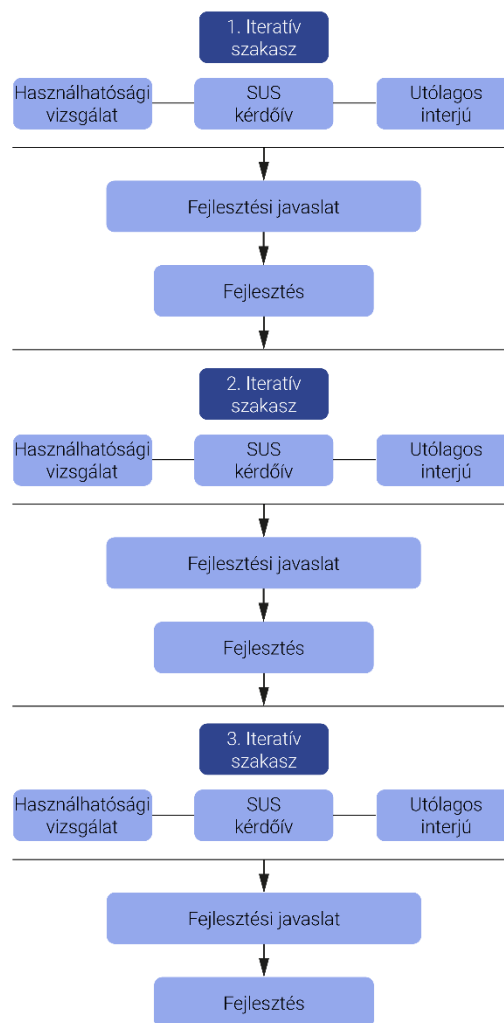
3.2.1. Empirikus használhatósági vizsgálat

A használhatósági vizsgálat egy olyan kvalitatív módszer, amelyet a legkülönbözőbb szoftvertermékek értékelésére alkalmaznak. Mivel a használhatósági vizsgálat az egyik legjobb hatékonyságúra értékelt módszer a termékekkel kapcsolatos stratégiai döntések meghozatalakor, így azt régóta alkalmazzák az ipari gyakorlatban is (Rosenbaum, Rohn, and Humburg 2000). A használhatósági értékelés a szoftvertermék tesztelését jelenti a felhasználó által való kipróbáláson keresztül. A módszer így vizsgálja, hogy a termék mennyire használható a céljára, valamint a különböző termék-funkciók teljesülését vagy éppen a teljesülésük hiányát méri (Rogers, Sharp, and Preece 2011). A módszertan alkalmazásával megállapítható, hogy egy szoftvertermék (különböző valósághűségű prototípusa) alkalmas-e a felhasználói célcsoport számára azon feladatok elvégzésére, amelyekre tervezték (Rubin, Chisnell, and Spool 2008).

Jelen esetben az empirikus használhatósági vizsgálat Rapid Iterative Testing and Evaluation (RITE) módon került lefolytatásra. A RITE egy olyan használhatósági vizsgálat, amely a problémák kizárólagos azonosítása helyett a megoldások gyors megtalálására és azonnali megvalósítására összpontosít (Medlock et al. 2005). Ez itt úgy valósult meg, hogy az AR Analytics fejlesztői csapatával együttműködve, néhány résztvevő használhatósági vizsgálata után, a felhasználói észrevételeknek megfelelően módosítottuk a szoftverterméket a következő használhatósági vizsgálatok előtt, így a változtatások felhasználó-központú és iteratív módon kerültek beépítésre.

A RITE tehát különbözik egy hagyományos használhatósági vizsgálattól, mert kisebb méretű mintákat alkalmaz, és az adott iteratív szakaszban a felhasználók által feltárt problémákkal azonnal foglalkozik.

A használhatósági vizsgálat a RITE módszertan elvárásainak megfelelően három körben valósult meg. Az első teszt során 4, a második körben 5, a harmadik körben pedig 4 felhasználóval volt lehetőségünk lefolytatni a vizsgálatot, melyet minden esetben SUS kérdőívvel és utólagos interjúkkal egészítettünk ki (5. ábra). A tesztek között a fejlesztői csapatnak minden esetben 2 hete volt implementálni az adott iteratív szakasz során megállapított módosításokat.



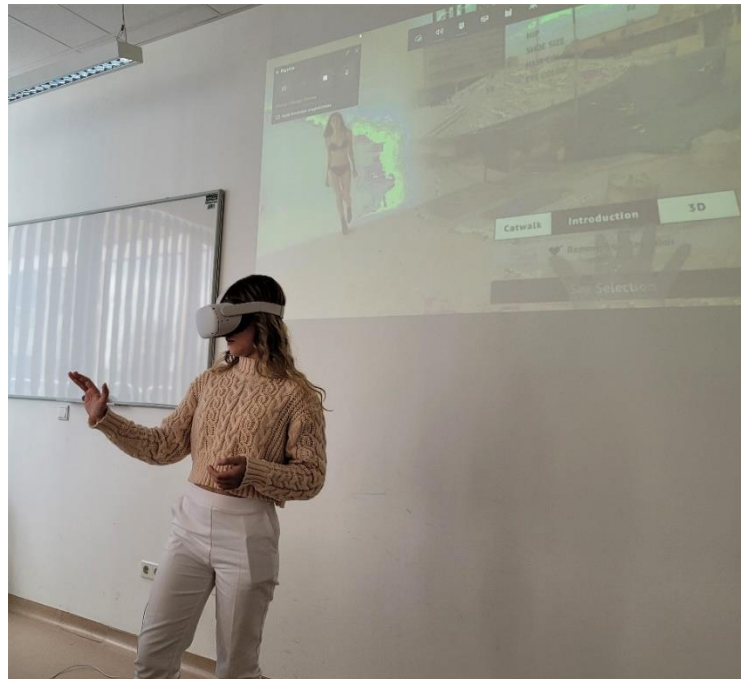
5. ábra: Kutatási folyamat a RITE módszertannal, saját szerkesztés

A használhatósági vizsgálat általában feladatorientált, ezáltal ad átfogó képet arról, hogy a különböző szintű termékhasználati tapasztalattal rendelkező felhasználók mennyire sikeres interakciókra képesek a termékkel. Ebben az esetben azonban a használhatósági vizsgálat során a résztvevőknek életszerű modell kiválasztási forgatókönyv (scenárió) leírásokat olvastunk fel. A felolvasott scenáriók olyan üzleti helyzeteket írtak le egy divatügynökség senior munkatársai számára, amelyekbe minden kísérleti személy könnyedén beleképzelhette magát, ugyanakkor kellően specifikusak voltak ahhoz, hogy a résztvevőket konkrét választási helyzetbe helyezzék.

A használhatósági vizsgálati módszercsalád alkalmas a használhatósági problémák mélyebb megértésére is a hangos gondolkodás technikájának (think-aloud protocol) az alkalmazásával, hiszen a moderálási technika segítségével könnyen verbalizálható az, ami a szoftver használata közben a felhasználó fejében történik (Jääskeläinen 2010). Jelen esetben az

immerzív környezetben ennek a moderálási technikának a – vizsgálat egésze alatt tartó – folytonos változata biztosan torzított volna, így a használhatósági vizsgálati protokollt úgy állítottuk össze, hogy az időnként rákérdezzen a kísérleti személyek közérzetének a feltérképezésére, és a modellek kiválasztása mögött rejlő döntési okok megértésére. Ez a moderálási technika a folytonos szondázás (concurrent probing, CP), amely során a résztvevők a feladatmegoldás néhány pontján válaszolnak a facilitator által feltett kérdésekre (Usability.GOV 2013).

Az empirikus használhatósági vizsgálat minden esetben a BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék egyik termében került megtartásra, ahol a résztvevőkön kívül egy moderátor, egy megfigyelő, és az AR Analytics vállalat egy kijelölt képviselője voltak jelen. A moderátor kísérletvezetői szerepben a használhatósági vizsgálatot instruálta, illetve a CP moderálásért volt felelős. A megfigyelő pedig jegyzeteket készített a kísérleti személyek viselkedésével és esetleges verbális visszajelzéseivel kapcsolatban. A jegyzetek készítése mellett a szoftver használata közben keletkező felvételek a Meta Quest Pro eszközök Google Chorme kompatibilis Oculus casting moduljával kerültek kivetítésre, illetve képernyőrögzítő szoftverek rögzítették. A kivetítés a használhatósági tesztelés szempontjából kulcsfontosságú, hiszen a felhasználó a szemüveg segítségével egy XR térben navigál és ahhoz, hogy ezt a moderátor is követni tudja, látnia kell, hogy mit csinál éppen a felhasználó (6. ábra).



6. ábra: A használhatósági vizsgálat közben a felhasználó a szemüveg segítségével az XR térben oldja meg a modellválasztási feladatokat, amely mögötte kivetítve látható a moderátor számára is

3.2.1.1. *SUS kérdőív*

A kutatás a használhatósági vizsgálatokat követően egy az alkalmazás használhatóságára irányuló SUS kérdőív kitöltésével folytatódott, amely lehetővé tette az alkalmazás használhatóságának a kvantitatív mérését (Bangor, Kortum, and Miller 2008).

A SUS mind a tudományos kutatások, mind az ipari gyakorlatok esetében az egyik leggyakrabban alkalmazott felhasználó-központú módszer, amit a szubjektív használhatóság számszerű mérésére alkalmaznak. A kérdőívet elsősorban komplex rendszerek átfogó használhatósági értékelésére fejlesztették ki, de az XR szoftvertermékek vizsgálata során is jól alkalmazható. A kérdőív 10 állítás mentén öt horgonypontú Likert-skála segítségével méri a felhasználónak a vizsgált rendszer használathatóságra vonatkozó attitűdjét. A SUS egyenes és fordított állításokat tartalmaz azonos mennyiségben, amelyekből egy 0 és 100 közötti százalékos érték számolható (Lewis 2018).

3.2.1.2. *Utólagos interjú*

A kísérletsorozat keretein belül a SUS tesztek felvételét követően utólagos interjúk keretein belül volt lehetőségük a kutatási alanyoknak a használt szoftverre vonatkozó szubjektív megítélésüket megosztaniuk.

Azon túl, hogy mennyire tetszett nekik az alkalmazás, és mennyire érezték magukat motiválnak annak használatában, kitértünk a feladatok során megélt pozitív és negatív érzéseikre is. Ehhez kapcsolódóan az is érdekelt bennünket, hogy a felhasználói felület egyes elemeivel létrejövő interakciók során milyen belső megélésekről tudnak beszámolni. A feladatok során megélt nehézségeik szubjektív mértékét is felmértük.

Az eddigiek mellett azt is górcső alá vettük, mennyire illeszkedik az alkalmazás a kísérleti személyek természetes, intuitív módon vagy akár korábbi szoftverhasználatuk során szerzett tapasztalataikból eredeztethetően indított kézmozdulataikhoz. Az interjúk során kitértünk a felhasználók hand tracking közben megélt élményeinek a feltárására is, hiszen a modellválasztó szoftver manipulálására annak a használatával volt lehetőségük.

Az interjúkérdések kitértek az immerzivitás, vagyis a különböző szoftveres elemek XR térben való elhelyezésének az észlelésére, továbbá a vizualitás mellett a szoftver auditív megoldásainak (pl. modellek bemutatkozója, divatbemutató audiovizuális környezete) a megítélésére is.

Végezetül, arra kértük kutatási alanyainkat, hogy meséljenek arról, mire tudnák elképzelni a Meta Quest Pro eszköz használatát, feltételezve, hogy a birtokukban lenne. Ezután arra biztattuk őket, hogy gondolják végig – kilépve személyes életterükből –, hogy miként látják a vizsgált és ahhoz hasonló alkalmazások jövőjét.

A használhatósági vizsgálatokat és SUS kérdőíveket követő interjúk alkalmat adtak a kutatási személyeknek a feladatok során átélt érzelmeik – utólagos – megfogalmazására. Az XR térből kilépve csökken ugyanis az érzelmi intenzitás, ezért könnyebben lehetett tudatosítani az átélt élményeket (Zimmerman and Kelley 2010).

3.2.2. *Analitikus vizsgálat*

Az analitikus módszerek heurisztikus értékelése egy elismert (Zhang, Z., Basili, V. & Shneiderman, B. (1999)) használhatósági vizsgálati módszer, amelyben szakértők (expertek) kis csoportja vizsgálja a felhasználói felület (immerzív tér) megfelelőségét a tervezési problémák szempontjából ismert ergonómiai irányelvek mentén (Manzari & Trinidad-Christensen, 2006).

Hagyományos weblapok és applikációk esetén a vizsgálat során az értékelők a szoftverterméket jól ismert (Shneiderman, Nielsen) irányelvek (9.5.1. melléklet) valamelyike mentén véleményezik ilyen esetben. Az immerzív tér újszerűsége miatt a szakértőket a tér szabad bejárására és véleményezésére kértük meg a saját szaktudásuknak megfelelően. A vizsgálatok közben a hangos gondolkodás módszerét alkalmaztuk, hogy a résztvevők azonnal verbalizálni tudják a fejükben levő szakmai gondolatokat (Alhadreti and Mayhew, 2018).

A heurisztikus vizsgálatok szintén a BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék egyik termében kerültek megtartásra, ahol a kísérleti személyeken résztvevőn kívül egy moderátor volt jelen (az empirikus vizsgálatnál még több technikai probléma merült fel, de itt már nem – ezért kevesebb résztvevővel zajlott a vizsgálat). A moderátor kísérletvezetői szerepben a heurisztikus vizsgálatot vezette a forgatókönyv szerint (9.5.2. melléklet), valamint a résztvevő alanyt instruálta. Továbbá jegyzeteket készített a teszt során a felhasználó viselkedésével és esetleges verbális visszajelzéseivel kapcsolatban, ami a heurisztikus vizsgálat eredményeinek gyorsabb és hatékonyabb feldolgozását segítette (az empirikus vizsgálatához hasonlóan).

3.2.2.1. *Utólagos interjú*

A heurisztikus értékelést ebben az esetben is utólagos interjú követte, amely során a szakértők szubjektív megéleéseiket, valamint szakmai meglátásaikat osztották meg velünk.

Amellett, hogy hogyan érezték magukat a vizsgálat során az XR térben, annak a rájuk való hatására, a bennük kiváltott érzésekre is kíváncsiak voltunk. Továbbá a hand tracking funkció szakmai megfelelőségéről és az előkerülő ergonómia problémákról is kértünk visszajelzést tőlük. Végezetül a kutatási alanyokat arra kértük, meséljenek magukról (mivel foglalkoznak jelenleg, milyen témák foglalkoztatják őket, kutatási területük, tapasztalataik).

4. EMPIRIKUS HASZNÁLHATÓSÁGI VIZSGÁLAT

Az empirikus használhatósági vizsgálatot először egy próba (pilot) vizsgálat előzte meg. Ezen a mérésen a használhatósági vizsgálati protokollt nem bizonyult megfelelőnek (több feladat nem volt befejezhető), és a szoftvertermék (első) prototípusa is nagyon sok hibát tartalmazott még. A tapasztalatok alapján javításra került a termék, valamint átalakításra került a protokoll is (pl. itt kerültek bele a divatügynökség munkatársaként elvégzendők scenáriók a feladat ökológiai validitásának a növelése érdekében), hogy az érthetőbb legyen és a kísérleti személyek is jobban tudjanak azonosulni a feladatokkal.

Emiatt a pilot vizsgálat megismétlésre került, így a második alkalommal már csak apróságokat kellett pontosítani a használhatósági feladatok megfogalmazása kapcsán, illetve néhány kérdéssel bővítettük az interjú kérdéssort, hogy az immerzív tér felhasználói igényeit a lehető legtöbb aldimenzió mentén ismerjük meg.

4.1. 1. iterációs szakasz (használhatósági vizsgálat)

Az **1. iterációs szakasz** használhatósági vizsgálatának a résztvevői a Budapesti Corvinus Egyetem (BCE) és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) hallgatói közül kerültek ki. Előbbi felsőoktatási intézményből egy nemzetközi gazdálkodási szakon (21 éves), utóbbiból pedig egy mechatronika (23 éves), egy villamosmérnök (20 éves) és egy mérnökinformatika (21 éves) szakon tanuló volt része a kutatásnak. Mind a 4 fő dominánsan jobbkezes.

A modell kiválasztása az 1. szakaszban semmilyen nehézséget nem okozott. Ezzel a feladattal egyedül az ID4 résztvevő töltött el több időt, mert számára kihívást jelentett, hogy a kiválasztás mögötti okokat meghatározza.

Hasonló eredményekre jutottunk, amikor egy konkrét modellt kellett kiválasztaniuk. A résztvevők közül hárman könnyűnek találták ezt a feladatot is („Minden gomb egyértelmű volt és a keresés is egyszerű volt.”), azonban olyan kutatási személy, aki az *Add to favorites* opciót

az alkalmazás megalkotóinak szándéka ellenében nem egy végső kiválasztásnak ítélte meg, hanem egy olyan, a kedvenc modellekből álló összeállításának, amelyből később még tovább lehet szelektálni. Az *Add to favorites* gomb elnevezése azért zavarta meg az alanyokat, mivel más funkcióra számítottak (azt hitték, hogy ez egy külön kedvencek listára vezet, mint pl. a ruhaboltok weboldalain).

A kiválasztott modellek adatainak az elektronikus megosztását, és az e-mail cím kiválasztását megint csak könnyű feladatnak ítélték meg mindannyian, de e tekintetben kifogásolták az e-mail felirat méretét. Itt többen nehezményezték, azt, hogy az „example@email.com” nem egy kitöltendő adatbeviteli mező a szoftverben, hanem egy statikus szöveg, ami összezavarta őket, így megnövelte a feladatmegoldási időket is.

Az e-mail elküldése után nem érkezett semmilyen visszajelzés, így bizonytalanok voltak a művelet elvégzésének sikerében.

Ebben a körben mindenki dicsérte az immerzív környezetben kialakított *swipe* interakciós lehetőség gyorsaságát. A modellválasztást nagyban segítette az a jól megszokott gesztúra, amikor jobbra vagy balra elhúzva az ujjukat aktivizálni tudtak egy szalagszerű menüelrendezést („olyan érzés, mintha egy filmben lennék”).

Az alanyokat a szoftverben kifejezetten zavarta, hogy a modellek túl közel jöttek hozzájuk. Próbáltak emiatt olyan funkciókat keresni, amivel meg lehet állítani a modelleket.

Az *Introduction* módban a modellek beszédét nehezen tudták érteni, értelmezni és a hangfelvétel minőségét határozták meg a probléma forrásának.

A felhasználói élményt nagyban fokozta, hogy „nagyon valóság-hű volt a modellek sétálása”, illetve az is, hogy az első körben még több helyszín közül választhattak: tető (*rooftop*) és stúdió (*studio*) nézet. A *rooftop* nézetet ketten is „szédítőnek” titulálták, ami arra enged következtetni, hogy meglehetősen valóság-hűre sikerült az ábrázolás, a résztvevők úgy érezték, mintha tényleg abban a térben lennének. Ennek ellenére többen kiemelték, hogy a modellek mögött látható fehér háttér jelentősen ront ezen az élményen. A stúdióban történő modellválasztás kapcsán többen jelezték igényüket a látómező kiszélesítésére is. „Úgy éreztem magam, mintha egy gyufásdobozban lennék” – nyilatkozta ID4 résztvevő. Többen említették, hogy a látóterüket pont a perifériás vizuális határok szélén vágta le a szoftver, ami zavarta őket a használat közben.

Az első felugró ablak a *handtracking* vezérlésre instruíta a felhasználót, azonban mögötte megjelent a modellválasztás tér (kezdőoldal), ami az *onboarding* folyamat során még zavarta az alanyokat.

A *hand tracking* funkció használata volt a kutatás egyik legizgalmasabb pontja a kutatásnak az interjúalanyok számára. Tetszett nekik, hogy látszott a kezük körvonala, és hogy mindenféle plusz eszköz használata nélkül tudtak irányítani, navigálni. Azt emelték ki, hogy a fizikai életben található affordanciák és korábbi tapasztalatok intuitív módon segítik a vezérlés megértését. „A gomb arra való, hogy megnyomják, ráadásul mindig ezen a módon kellett működésbe hozni az elemeket.” – említette az egyik résztvevő.

A *hand tracking* megoldásnak egyedül az érzékenysége kapott negatív kritikát. Frusztráló volt a résztvevők számára, amikor a szoftver nem érzékelte elég pontosan, amit a felhasználók kivitelezni szerettek volna. Volt egy résztvevő, aki az egyik feladat végrehajtása során moderátori segítséggel tudta csupán működésbe hozni a megnyomni kívánt gombot. A problémát az okozta, hogy volt olyan felhasználó, aki nem érzékelte magától a szoftverben a taktilis interakció megfelelő erősségét („nem tudtam pontosan, hogy bele kell nyúlni a gombba”). Ez azért nem jött természetesen neki, mivel magától csak a gomb felszínét érintette meg. ID3 kutatási alany pedig bizonytalanságot élt meg abból fakadóan, hogy ismeretlen volt számára a *hand tracking* működtetési mód, és nem tudta eldönteni, hogy vajon tényleg nagyítást-kicsinyítést érzékel-e a teszt során, vagy ezt csak képzelte.

Összességében az új élmény miatt bár nehezebbnek, és többségükben nem elég pontosnak ítélték a *hand tracking* vezérlést, mégis izgalmasnak, személyesebbnek élték meg ezt a fajta irányítási lehetőséget (a kutatás során a „*personal touch*” kifejezés került elő).

A feladatmegoldások során többször elakadtak az alanyok a teszt során és hiányoltak bemutató (tutorial) videókat, vagy súgóablakokat, ahhoz, hogy a problémát meg tudják oldani.

4.2. 1. iterációs szakasz (utólagos interjú)

Az utólagos interjúk során feltárt szubjektív szempontok hasznos kiegészítői a feladatok során összegyűjtött, a használhatóságot érintő aspektusoknak.

Az **1. iterációs szakasz** interjúalanyainak a korábbi immerzív szemüvegekkel kapcsolatos tapasztalataikról elmondható, hogy **mindannyian használtak már a vizsgálthoz hasonló eszközt** (példaként Meta Quest 2, PlayStation VR2, Oculus Rift típusok került nevesítésre). Ezeket kivétel nélkül videójátékok futtatása során próbálták.

A kutatási személyek egyike sem nyilatkozott úgy, hogy bármi köze volna a modellek, vagy a divat világához. Egy fő említette meg csupán, hogy néhány barátját érdekli a divat.

Összefoglalóan elmondható, hogy az alkalmazást érintő első benyomásuk a résztvevőknek **pozitív** volt. A kifejezetten pozitív megélésre utaltak a kutatási személyek által használt „futurisztikus”, nagyon izgalmas” szavak.

Az interjúból kiderült, hogy **nem okozott** különösebb **nehézséget** a feladatok teljesítése, egyértelműek voltak a navigációs lehetőségek a szoftveren belül. A nem megfelelő design aspektusokra azonban érzékenyen reagáltak (pl. nehéz olvashatóság), és a korábbi tapasztalataikkal nem megegyező logikai elemek (például a statikus „example@email.com adatbeviteli mező”) frusztrációt okoztak.

Az interjúalanyok lelkesen válaszoltak arra a kérdésre, hogy mi tetszik nekik leginkább az alkalmazásban, és kivétel nélkül számos dolgot felsoroltak. Ezek között találhatók a „gombok megfelelő elrendezése és a felületek intuitív kialakítása”. A „menő” jelzővel illetett *hand tracking* vezérlés. Tetszett a megkérdezetteknek, hogy folyamatosan láthatták a saját kezük leképezését a szoftverhasználat közben, valamint, hogy így a navigáció nem igényelt plusz eszköz (pl. kontroller) használatát. Ezt jövőbemutató megoldásnak gondolták. „Olyan futurisztikus, hogy vannak a gombok, amiket kézzel lehet nyomkodni, és a háttér hozzá képest elmozdul.” – nyilatkozta az egyik résztvevő.

A navigációról – az esetleges használhatósági vizsgálati nehézségek ellenére is – összességében azt nyilatkozták, hogy könnyen hozzá tudtak azért szokni, egyszerűnek és könnyen tanulhatónak, valamint természetesnek találták. „Nem akkora váltás, mint mondjuk a nyomógombos telefonról az okostelefonra váltás” – hangzott el az 1. iterációs szakasz során.

A rendszer által adott visszajelzések többnyire elégedettséget váltottak ki, a résztvevők egyértelműnek találták azokat. A szoftverben elérhető auditív elem is (a modellek bemutatkozása), mely alapvetően növelhetné az immerzív XR környezet felhasználói élményét, azonban a résztvevőkben inkább bosszúságot keltett. A hangerővel elégedettek voltak, de a hangfelvételek minőségét kifogásolták („nem egy moziélmény azért”). Abból is látható, hogy mennyire fontos hiányosságnak élték meg a hangminőséget, hogy több fejlesztési javaslatot is tettek rá (pl. beszéd feliratozása).

Összességében elmondható, hogy a résztvevőket érdekelte a szoftver, kíváncsiak voltak rá, és motiváltak voltak a fejlesztésében. Jellemző volt az is, hogy a feladatok során átértékelte a nehézségeiket inkább szoftverhibának tekintették, nem úgy élték meg, hogy ők rontottak el

valamit: úgy voltak vele, hogy az alkalmazás „feladata”, hogy kiszolgálja őket, és a különféle funkciók könnyen és egyértelműen használhatónak legyenek.

Kutatási alanyaink számos dologra alkalmasnak találnák egy ilyen szemüveg használatát (pl. lakberendezés, jogosítványszerzés, nagy utak áthidalása, virtuális vidámpark, nehezen/drágán megközelíthető helyekre való eljutás, online konferenciák). Kreativitásukat szabadjára engedve, izgatottan ötleteltek.

A kutatási személyek kivétel nélkül nagy jövőt jósolnak a vizsgált szoftverhez hasonlóak részére. Egy résztvevő szerint azért, mert így sok költséget meg lehetne spórolni (elsősorban business környezetben, mert magánemberek számára ez a technológia egyelőre költséges); egy másik szerint pedig azért, mert sok területen lehet majd a későbbiekben használni. Kíváncsian várják, milyen irányt vesznek majd a fejlesztések. Három fő azonban azt is kiemelte, hogy a szoftvereknek a jelenleginél még pontosabbnak kell lenniük, fejlődnie kell a technológiának annak érdekében, hogy még immerzívebb legyen az átélt élmény.

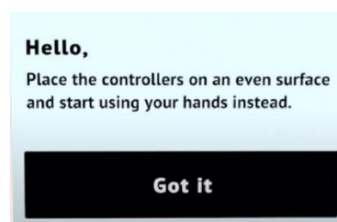
A kutatási alanyok tettek még olyan kijelentéseket, amelyek a szoftver újdonságából, illetve a hasonló alkalmazás kipróbálásának a hiányából eredő bizonytalanságuk csökkentésére vonatkoztak. Ilyen volt például, hogy hasznosnak találnának egy szoftverbe beépített segédletet vagy súgót, amelyet el lehetne érni, amennyiben elakad a felhasználó.

Az alkalmazáson belüli (további) interakciók felvetése szintén izgalmas területként jelent meg: volt, aki szívesen vette volna, ha például a szoftveren belül visszajelzést vagy e-mailt lehetne küldeni a modellek részére.

4.3. Fejlesztési javaslatok (1. iterációs szakasz)

Már az 1. iterációs szakasz számtalan fejlesztési javaslat megfogalmazását tette lehetővé. Ezek az alábbiak voltak:

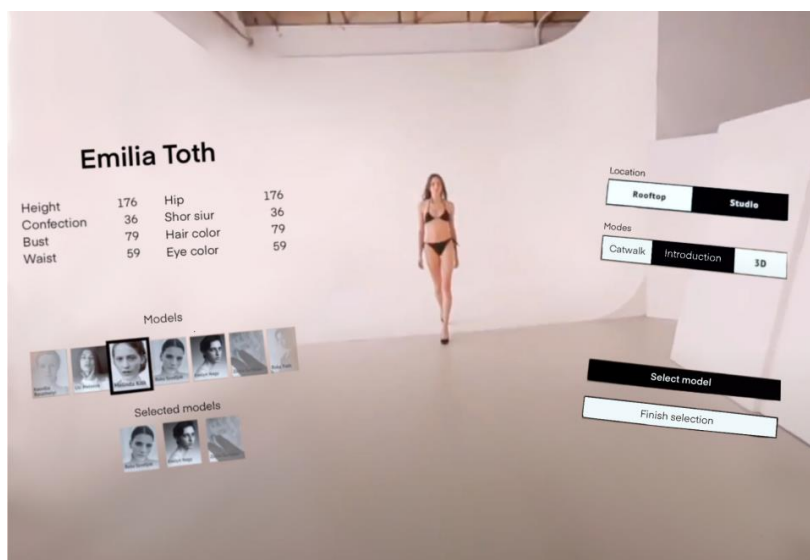
- **Kezdő felugró ablak: A háttér egyszínű legyen, ne a szoftver kezdőoldala legyen látható (7. ábra).** Itt a *hand tracking* funkció bemutatására és elmagyarázására lenne érdemes fektetni a hangsúlyt.



7. ábra: Példa a kezdő felugró ablak megjelenítésére

- Érdemes lenne az első szoftverhasználat (onboarding) folyamatát alaposan kidolgozni a *hand tracking* vezérlés bemutatásán túlmutatóan is, mert azt a feladatmegoldás több pontján hiányolták a felhasználók.
- **Az *Add to favourites* gomb átnevezése *Select model* vagy *Add to selection* lehetőségnek. Amikor pedig ki van már egy modell választva, akkor az *Unselect model* vagy *Remove from selection* gombbal lenne érdemes a felhasználóknak lehetővé tenni az akció visszafordítását** – ezzel eleget téve Shneiderman 6. irányelvének (Shneiderman 2020).
- **Érdemes lenne egy olyan funkciót létrehozni, amely egyértelműen a kiválasztott modellek megtekintésére szolgál, pl. *Selected models* néven (a *Finish selection* helyett).**
- A funkció átnevezésével párhuzamosan a kiválasztott modelleket a szív jelölés helyett kerettel lenne célszerű ellátni a kiválasztó sávban.
- A kiválasztott modellek a főoldalon is legyenek láthatóak (pl. bal oldali menüszalag alatt).
- A már megtekintett modelleket a kiválasztó sávon érdemes lenne jelölni, hogy ne kelljen a felhasználónak fejben tartania, hogy mely modelleket tekintette már meg (mentális igénybevétel csökkentése). A megtekintett modellek képe színessé válhatna (amennyiben maradnak a képek a sávon fekete-fehérek), vagy halvány keretet kaphatna.
- **A válogatást megkönnyítené, ha a kiválasztó sávon a modelleknek színes képei lennének.**
- Érdemes lenne a menüszalag lehetőségeit másképpen csoportosítani. *Rooftop* és *Studio* helyszínválasztási funkciók összefoglaló neve *Location* lehetne, míg a *Catwalk*, *Introduction* és *3D* a *Modes* menüpont alá kerülhetne (8.ábra).
- A *Catwalk*-ra kattintva a stúdió nézet legyen az alapbeállítás.
- **Rendszer visszajelzése arról, hogy melyik térben van a felhasználó legyen egyértelmű, következetes (az legyen fekete, amelyik helyszínen/funkcióban van).**
- Panelek elhelyezésének újragondolása:
 - Jobb oldalon: Az előbb felsorolt lehetőségek feltüntetése Gestalt közelség elvének megfelelően (az összetartozó elemeket egymáshoz közel jelenítsük meg, hogy azokat egy csoportnak érzékeljük – az összetartozó csoportok között így nagyobb térköz alkalmazása a javasolt, mely a kijelölést is segíti).

- Bal oldalon: modell adatok (név, tulajdonságok, modell kiválasztó menüszalag, kiválasztott modellek megjelenítése).



8. ábra: Példa a panelek elhelyezésének az újj gondolására

- **Introduction funkció módosítása – ezzel biztosítva, hogy a felhasználó uralhassa a párbeszédet** (Shneiderman 7. irányelve) (Shneiderman et al. 2009):
 - **A modellt bemutatkozás közben egy gombbal meg lehessen állítani.**
 - **A modell bemutatkozását egy gombbal újra lehessen indítani.**
- A modellek bemutatkozását érdemes lehet feliratozni. Ez a nyelvi különbségek áthidalására alkalmas, későbbi szoftver lokalizálás lehetőségét támogatja.
- **E-mail visszaigazolás: A modell kiválasztás után egy visszaigazoló üzenet megjelenítése, hogy az e-mail sikeresen el lett küldve. Ezzel informatív visszajelzést adunk a felhasználóknak** (Shneiderman 8. irányelve).

A felsorolt fejlesztési javaslatok közül a második körre a vastagon kiemelték kerültek részben, vagy egészben implementálásra a rendelkezésünkre álló rövid fejlesztési idő miatt. Fontosabb megvalósult fejlesztések:

- A kezdő felugró ablak mögött már nem látható és nem hallható a mozgó modell a háttérben (de a kezelő panelek megjelennek).
- A modellt egy gombbal meg lehet állítani, újra lehet indítani.
- Az *Add to Favorites* funkció átnevezésre került *Add to Selection*-re.
- A *Finish Selection* funkció átnevezésre került *See Selection*-re.

- Az e-mail küldésekor a küldés gombra rákerült az e-mail cím, valamint rákattintva megváltozik a felirat *Selection sent to example@email.com*-ra, ezáltal ad visszajelzést a rendszer.
- A kiválasztó sávon színes képeken láthatók a modellek.

4.4. 2. iterációs szakasz (használhatósági vizsgálat):

A 2. iterációs szakasz résztvevői az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) és a BME hallgatói közül kerültek ki. Az előbbi felsőoktatási intézményből egy pszichológia szakos (20 éves), utóbbiból pedig négy ipari termék- és formatervező (23, 20, 24 és 21 évesek) szakos tanuló volt része a kutatásnak. Mind az 5 fő dominánsan jobbkezes.

A tetszőleges modell kiválasztása a navigációt tekintve semmilyen nehézséget nem okozott a résztvevőknek („egyértelmű volt, hova kell nyúlni”). Volt, akinek kihívást jelentett, hogy a kiválasztás szempontját nem tudta meghatározni, valamint többen említették, hogy nem tudták élesen kivenni a modellek arcát, nevét. Mindenki homályosnak látta a képet, főleg a látómező szélein. Emiatt több résztvevőnek problémája volt a modellek arcának megkülönböztetésével. Többen nagyon közelinek találták a kezelőfelületeket is, a szoftverhasználat közben felugró ablakokat (például az e-mail címet nagyon nehezen látták a látómező alján).

A felhasználók nehezen találták meg a helyszínváltást, mivel az nem volt mindig látható. A *Rooftop* nézetben kizökkentek a felhasználók a térből, zavarta őket a modellek mögötti fehér háttér, valamint volt, aki tériszony miatt gyorsan átváltott a *Studio* nézetbe. Minden résztvevő a *Studio* nézetben érezte jobban magát. A 2. iterációs szakasz résztvevőit kifejezetten zavarta, hogy a modellek *Catwalk* módban túl közel jönnek. Próbáltak olyan funkciókat keresni, amivel megállíthatják őket.

Az *Introduction* módban a modellek beszédét nehezen tudták érteni, értelmezni a hangfelvétel minősége és a gyengébb angoltudásuk miatt. Nagyon zavarta a résztvevőket a modellek folyamatos beszéde bemutatkozás közben, sokszor szerettek volna beletekerni abba.

Hasonló eredményekre jutottunk, mikor egy konkrét modellt kellett kiválasztaniuk. Az összes résztvevő könnyűnek találta ezt a feladatot is. Érdekes volt, hogy volt, aki úgy nyilatkozott a vizsgálat közben, hogy „nem tűnt nehéznek a feladat”, pedig valójában kapott hozzá segítséget a vizsgálat során. Ezt utólag nem említette, ami arra enged következtetni, hogy utólag felülírta a szubjektív megítélése ezt. A kiválasztott modellek e-mailen történő elküldését és az e-mail cím kiválasztását megint csak könnyű feladatnak ítélték meg mindannyian, de a

betűmérettel volt, akinek ebben a csoportban is gondja akadt, illetve az *example@email.com* megzavaró volt, ugyanis ő arra számított, hogy neki kell beírnia valamit. Az e-mail küldése után vártak, de nem kaptak semmilyen visszajelzést a küldés sikerességéről. Ez itt is zavarónak bizonyult.

A virtuális térben való elhelyezkedés észlelése tekintetében megoszlott a résztvevők megélése. Voltak, akik megemlítették, hogy nem tudták megélni a valóságból való kiszakadást („kiláttam a szemüveg alján, így kevésbé volt élethű”), ami némileg csalódottsággal töltötte el őket. Volt, aki pedig a valós térben való elhelyezkedéssel kapcsolatos félelmét fejezte ki („féltem, hogy neki megyek a valós falnak”).

Többször összezavarta a résztvevőket, hogy a jobb oldali kezelőfelületen, általában nem tudtak elsőre jó gombra nyomni.

A kezdő, felugró ablak nem különült el eléggé a környezetétől, ami megzavarta az alanyokat, valamint ebben az iterációs szakaszban egyik felhasználó sem olvasta el, miről szólt az üzenet pontosan.

A *hand tracking* funkció használata ambivalens érzéseket váltott ki a kutatási alanyokból. Minden alanynál problémát okozott, hogy a szoftver sokszor nem reagált a gombok nyomására, nem volt egyértelmű számukra, hogyan kell kattintani. Ettől függetlenül az innovatív jellege miatt, az tetszett nekik általánosságban. Elsősorban az új, eddig meg nem tapasztalt élményt emelték ki („érdekes volt, hogy a nagy semmibe nyomok, és interakcióba lépek valamivel”). Azonban többen megjegyezték, hogy a gombok eléréséhez szükséges távolságot nehezen lőtték be („furcsa érzés volt, a távolságokat nehezen találtam el”). Voltak, akik arról számoltak be, hogy nehézséget, és ezáltal frusztrációt okozott számukra a gombok egy ujjal történő aktivizálása (mindkettőjüknek a kétujjas gombmegnyomás vált be). Volt, aki szerint egy, a szoftverben elérhető, a manipulációhoz szükséges mozdulatokat taglaló bemutató (tutorial) megoldás segített volna a nehézségeken átlendülni.

A 2. iterációs szakaszban a résztvevők szint többször elakadtak a feladatmegoldások során, és többen megemlítették az onboarding megoldások hiányát.

4.5. 2. iterációs szakasz utólagos interjú

A 2. iterációs szakasz interjúalanyainak a korábbi immerzív szemüvegekkel kapcsolatos tapasztalataikról elmondható, hogy négyen használtak már a vizsgálthoz hasonló eszközt (egy

esetben az Oculus márka merült fel, a többiek nem neveztek meg gyártót). Ezeket kivétel nélkül videójátékozás során próbálták ki, különböző típusú kontrollerekkel vezérelve a játékszoftvereket.

A kutatási személyek egyike sem nyilatkozott úgy, hogy bármi köze volna a modellek, a divat világához. Egy fő említette, hogy őt érdeklik a divatbemutatók, és néha néz ilyeneket a televízióban, egy másik pedig, hogy az egyik barátnője modellkedik.

Összefoglalóan elmondható, hogy az alkalmazást érintő első benyomásuk a résztvevőknek pozitív volt, nem okozott nekik különösebb erőfeszítést a feladatok megoldásai, egyértelmű volt a navigáció működése a számukra is. Itt is a könnyű olvashatóság meglete merült fel alapkritériumként a felhasználói felület design kialakítása kapcsán. A második körben a kifejezetten pozitív megélésre utaltak a kutatási személyek által használt „nagyszerű”, „izgalmas”, kifejezetten érdekes” szavak és kifejezések. Az interjúalanyok elmondták, hogy tetszett nekik, hogy nagyon valóságos volt a környezet („hasonlított az élmény egy találkozásra”, „jó volt a tetős háttér, félttem is, hogy leesek”), továbbá a controller nélküli irányítás lehetősége, a hátterek közti váltás opciója, illetve a videók kellően rövid időtartama is.

A *hand tracking* funkció tetszett a résztvevőknek, a felsorolt ambivalens tényezők ellenére is. Összességében ugyan nehéznek ítélték a *hand tracking* működését, ami több esetben nem is elég pontos, mégis nagyobb volt az új élmény miatt érzett örömük, mint a nehézségekből fakadó frusztrációjuk.

A navigációról azt nyilatkozták, hogy egyszerű és gyors, valamint hogy nagyon rövid idő alatt hozzá lehet szokni. Részint azért, mert hasonlít az érintőképernyős eszközökhöz, illetve okostelefonokhoz, részint mivel ez az ő generációjuk innovatív megoldása („a fiataloknak nem olyan nagy kihívás az ilyesmi”). Amit többen nehezményeztek, az a pontosság, illetve, hogy meg akartak nyomni valamit, de nem sikerült. Többen elégedettek voltak az interakciót indukáló mozdulatokkal, lehetőségekkel (pl. controller nélküli irányítás, „Hogy nem nyilakkal kellett lépkedni” stb.).

Az alkalmazás nyújtotta visszajelzésekkel szemben összességében elégedettek voltak a kutatási személyek. Pozitívumként jegyezték meg a gombok színének kijelölésre történő megváltozását, ugyanakkor volt, aki bajlódott az előjövő ablakok bezárásával, mert túl kicsinek ítélte a „kiikszelésre használandó gombot”.

Ennél a csoportnál is elmondható, hogy számos fejlesztési javaslatot meg tudtak fogalmazni a kutatási alanyok, ami az alkalmazással, szemüveggel kapcsolatos érintettségüket

jelzi. Őket is érdekelte a szoftver, kíváncsiak voltak rá, és motiváltak voltak a fejlesztésében. Jellemző volt az is, hogy a feladatok során átélt nehézségeiket inkább szoftverhibának tekintették, nem úgy élték meg, hogy ők rontottak el valamit: úgy voltak vele, hogy az alkalmazás „feladata”, hogy kiszolgálja őket, és a különféle funkciók könnyen és egyértelműen használhatóak legyenek.

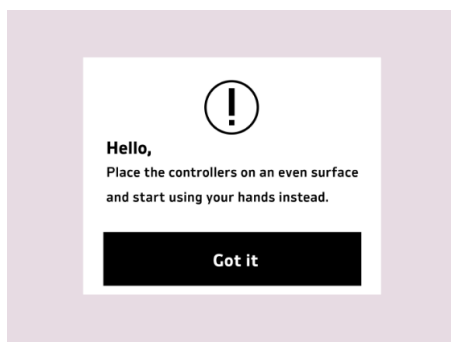
Kutatási alanyaink számos dologra alkalmasnak találnák egy ilyen szemüveg használatát (pl. tervezéskor modellezés, filmek tartalomfogyasztása, orvosi alkalmazás /MRI képek 3D-ben történő megnézése/, streaming, irodai munkakörnyezet fejlesztésére /könnyen helyettesíthetünk vele 6 monitort/, virtuális vidámpark, online meetingek, maratonfutás, állásra jelentkezéshez pályázati anyag). Kreativitásukat szabadjára engedve, izgatottan ötleteltek.

Mind az öt kutatási személy egyetértett abban, hogy a vizsgált szoftverhez hasonlóak fokozatosan egyre jobban el fognak terjedni, és az élet egyre több területén fogunk majd velük találkozni. Az egyik résztvevő szerint azért, mert így sok költséget meg lehetne spórolni (például egy eszköz-, hely- és egyéb erőforrásigényes irodai környezetet le lehetne cserélni egy ilyen szemüveggel). Két fő azonban egyelőre szkeptikus a tekintetben, hogy a családok háztartásaiba mikor tudnak bekerülni ezek a szoftverek. Egy fő továbbá azt is kiemelte, hogy a szoftvereknek a jelenleginél még pontosabbnak kell lenniük, fejlődnie kell a technológiának annak érdekében, hogy még immerzívebb legyen az átélt élmény.

4.6. Fejlesztési javaslatok (2. iterációs szakasz)

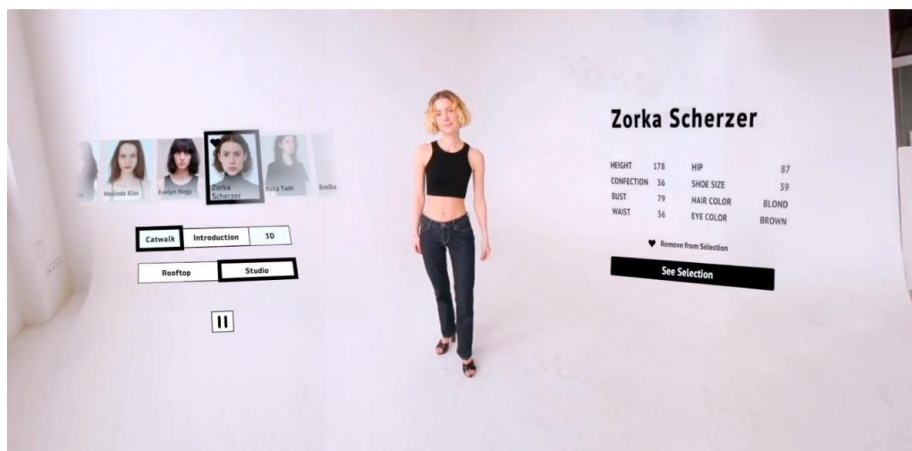
A 2. iterációs szakasz szintén számtalan fejlesztési javaslat megfogalmazását tette lehetővé, amelyek egy része egybevág az első vizsgálat eredményeivel. Ezek az alábbiak voltak:

- Kezdő felugró ablak: A háttér egyszínű legyen, ne a szoftver kezdőoldala legyen látható. **Itt a *hand tracking* funkció bemutatására és elmagyarázására lenne érdemes fektetni a hangsúlyt.** Javaslatok a kezdő szövegre: „Hello, navigate with your index finger and make sure you always use it extended.” vagy „Hello, navigate with your hands and work with your index finger extended.” Egy felkiáltójel ikonnal fel lehetne hívni a figyelmet ennek elolvasására (9. ábra).



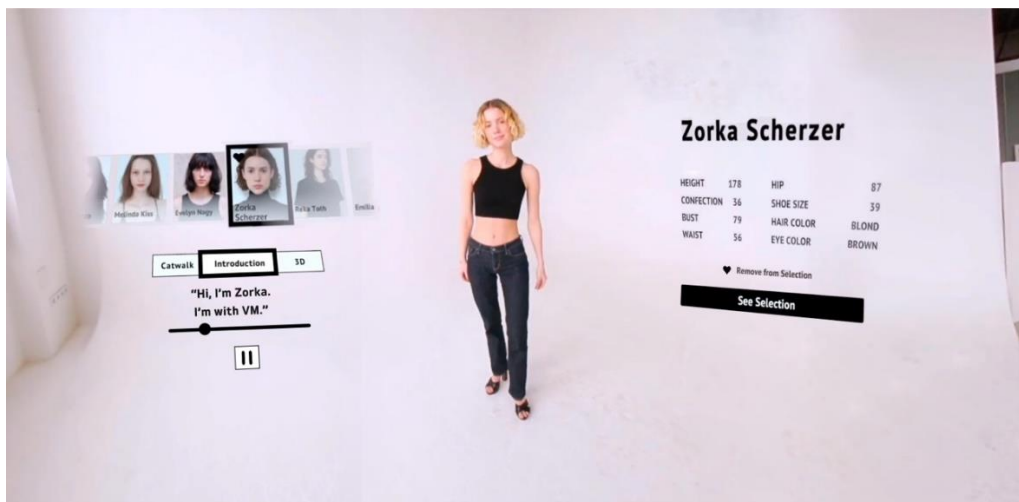
9. ábra: Példa a kezdő felugró ablak megjelenítésére

- Érdemes lenne az első szoftverhasználat (onboarding) folyamatát alaposan kidolgozni a *hand tracking* vezérlés bemutatásán túlmutatóan is, mert azt a feladatmegoldás több pontján hiányolták a felhasználók. (Pl: egy Tutorial a használatról: egy minta a gomblenyomásra – kinyújtott mutatóujjal egy árnyék kéz végezze el, amit a felhasználónak követnie kell.)
- **Javasoljuk a jobb oldali panelen lévő funkcióknál a fizikai gombokra hasonló design alkalmazását (pl. billenőkapcsolós gomb).**
- **A gombnyomás mozdulatán és sikerén a gomb sorok széthúzása (sorközök duplázása) is segíthet**, ekkor kevésbé félnének a felhasználók attól, hogy mutatóujjukat felemelve az alatta levő gombokat is megnyomják.
- A modellek arcképeit és neveit kissé kinagyítanánk és feljebb helyeznénk, hogy jobban láthatók legyenek.
- **Térben különüljenek el a modell kiválasztási funkciók a modell megtekintési funkcióktól (helyszín változtatás, illetve *introduction* opció).** Ennek megoldása lehet, ha átkerülnek a megtekintési funkciók a bal oldalra (10. ábra)



10. ábra: Példa a modellválasztási menü átalakítására

- Érdekes lenne a „Rooftop” lehetőséget megszüntetni a kellemetlen, szédelő érzés megléte miatt.
- *Introduction* funkció módosítása – ezzel biztosítva, hogy a felhasználó uralhassa a párbeszédet (Shneiderman 7. irányelve):
 - A modellt bemutatkozás közben egy gombbal meg lehessen állítani, és be lehessen tekerni igény szerint (11. ábra).



11. ábra: Példa a modellek bemutatkozásának az átalakítási lehetőségére

- A modellek bemutatkozását érdemes lehet feliratozni. Ez a nyelvi különbségek áthidalására alkalmas, későbbi szoftver lokalizálás lehetőségét támogatja.
- **E-mail visszaigazolás: A modell kiválasztás után egy visszaigazoló üzenet megjelenítése külön felugró ablakban, hogy az e-mail sikeresen el lett küldve. Ezzel informatív visszajelzést adunk a felhasználóknak (Shneiderman 8. irányelve).**

A felsorolt fejlesztési javaslatok közül a harmadik körre a vastagon kiemelték kerültek részben vagy egészben implementálásra a rendelkezésünkre álló rövid fejlesztési idő miatt. Fontosabb megvalósult fejlesztések:

- A kezdő szöveg változott: „Use you index finger to interact with the interface.” és egy mutatóujj ikont került a szöveg mellé.
- A gombok árnyékolást kaptak, így térbeli érzetet keltenek.
- A kijelölt modell képkerete és az aktív gombok világos kék színűek, árnyékoltak.
- A gombsorok a jobb oldali panelen távolabb kerültek egymástól.
- A kezelőpanelek áttetsző szürke hátteret kaptak.

- Megtörtént a funkciók átrendezése: a megtekintési opciók maradtak jobb oldalon és a modell-választási opciók bal oldalra kerültek.
- A *Catwalk* opción belül nincsen helyszínválasztási lehetőség (stúdió helyett azonban a rooftop nézet jelenik meg).
- A kiválasztást *Check selection* és *Finish selection* funkciókkal lehet megtekinteni és elküldéssel befejezni.
- Elküldés előtt felugró ablak jelenik meg: „Are you sure you want to send it”?
- Megváltozott a kiválasztott modellek jelölése: a képeken pipával jelölt, a kiválasztó funkcióknál pedig +/- jellel.

4.7. 3. iterációs szakasz (használatossági vizsgálat)

A 3. iterációs szakasz résztvevői 34, 32, 23 és 24 évesek voltak. Akadt köztük „Computer Vision” PhD-val rendelkező informatikus, olyan, aki molekuláris bionikával foglalkozik, épületgépész hallgató, illetve keleti nyelvek és kultúrákat tanuló MSc-s hallgató is. Mind a 4 fő dominánsan jobbkezes.

E vizsgálati szakaszban volt alany, aki számára „remegett a kép”, úgy érezte, hogy „villog az egész”, ami befolyásolhatta az élményét.

Az résztvevők könnyedén tudtak a sétálás, bemutatkozó funkciók között váltani. Az átrendezett panelek csoportosítása megfelelően működött, átláthatóbbá vált. A gombok megnyomására továbbra is nehezen éreztek rá, és ebben a körben a modellek görgetése se volt zökkenőmentes, nagyon lassúnak bizonyult a szoftver. A felhasználók helyzetét az is nehezítette, hogy a rendszer visszajelzései nem voltak elég egyértelműek számukra (pl. a modellek kiválasztásánál, e-mail küldésénél). Az sem volt egyértelmű minden résztvevő számára, hogy pontosan hány modell van, hol tart a felhasználó a görgetésben.

Többen említést tettek, hogy az egyhelyben álló modelleknek a képminősége zavarja őket, nagy a kontraszt a „járós” megjelenéshez képest.

Lassúnak érezték a szoftver reakcióidejét, nem tudták, hogy miért nem sikerül megnyomni egy-egy gombot, aktiválni egy-egy funkciót. Többször előfordult, hogy a felugró panelek nagyon közel kerültek a felhasználókhoz. Például az „Are you sure you want to finish selection?” is közel jött fel a szemhez, ami miatt nehezen volt olvasható a szöveg. A legtöbb esetben úgy reagáltak erre a felhasználók, hogy reflexből hátrébb léptek, amit nem is észleltek csak jelezték szóban, hogy „szeretném távolabb tenni magamtól”. Kezdő felhasználóként

ugyanis nem ismerték az automatikus követést és tévesen nagyításként érzékelték, elbizonytalanodtak, hogyan tudnának változtatni ezen a túlzott közelségen.

A *rooftop* nézet kizökkentette a felhasználókat a térérzetből, a modell nem illett annyira a környezetbe. Egyértelműen a *studio* nézetet érezték valósabbnak.

A kiválasztott modellek listáját nehezen lehetett megtalálni, mert csak vékony betűkből állt és nem volt eléggé gombként kijelölve.

4.8. 3. iterációs szakasz (utólagos interjú)

A 3. iterációs szakasz interjúalanyai használtak már a vizsgálthoz hasonló eszközt, akadt, aki szabadulósobára. Egyiküknek se volt modellekkel, a divatvilággal kapcsolata.

Összefoglalóan elmondható, hogy egyszerűnek érzékelték az UI-t, tetszett nekik, hogy kevés a gomb, egyértelmű volt az elrendezés. A kézi navigáció mellett megjelent annak az értéke is, hogy a „térben lehet látni a videót”. Hiányolták a navigálási bemutató (tutorial) anyagot: „A végéig sem éreztem rá, hogyan működik a kiválasztás, mit tettem ahhoz, hogy a gomb lenyomódott.” A legkellemetlenebb élmény pedig a túl közel jött panelek, felugró ablakok voltak: „Nagyon bejött az aurámba.”

A kézi navigációt ebben a körben a „furcsa” és „szokatlan” jelzőkkel illették. Volt, akinek a lassú reagálás diszkomfort érzetett keltett, de akadt olyan is, aki pontosnak és gyorsnak érzekelte. Az előző tesztekhez képest élesebben szétvált, hogy volt, aki ráérezett és jól tudott váltani, és volt, akinek a végére se sikerült. Aki nem érzett rá, annak nem volt egyértelmű, hogyan működik pontosan a kiválasztás. „Úgy próbáltam, mint a telefonon, de nem működött.” Hiányolta, hogy a kezdeti feliratban nem szerepel a *swipe* mint egy navigációs mód. Akinek működött, annak „egészen természetesnek tűnt, a gombok megnyomása volt a szokásoshoz képest nehezebb”, de „próbálkozás után ment”, „hamar ráéreztem, hogy két ujjal megy a *swipe*”. Volt, akit az zavart meg, hogy kicsi volt „a filmszalagon a modellek arca”. Az viszont kiemelten tetszett, hogy ahova nézett a felhasználó ott volt a modell. Többen megjegyezték, hogy a megjelenő információkat viszont jó lenne összecsukhatóvá tenni (mint egy ablak esetében kis iksz a sarokba). Továbbá a görgethető menüszalag is nagy sikert aratott.

A rendszer visszajelzések hiányára több helyen is emlékeztek: az e-mail küldésénél („azt hittem, hogy lefagyott a rendszer”), nem változott a gomb a *catwalk* és az *introduction* esetében, a modell kiválasztásnál fordítva volt a plusz (+) és mínusz (–) jel, a *Finish selection* gomb

funkciója sem volt egyértelmű. Az egyik alany a *Finish selection* gombra kattintva hiányolta, hogyha még nem választott ki modellt, akkor jöjjön fel egy üzenet, hogy válasszon ki egyet.

A kezelőpanelek méreteivel alapvetően elégedettek voltak, kivéve a kiválasztás gombbal, az lehetett volna nagyobb. Meg alapvetően jó lenne, ha bele lehetne nagyítani a szövegekbe (nevek, feliratok, méretek). Felmerült javaslatként, hogy a *swipe* mellett megjelenhetnének nyilak is (affordanciaként segítve), hogy a felhasználó biztosan ráérezzen arra, hogy vannak még látható modellek. Újra felmerült, hogy jó lenne, ha lehetne a kezelő paneleket feljebb helyezni interaktívan.

A kép minőségével kapcsolatban is érkeztek negatív visszajelzések mint „sok fehér villogott, „pixeles a videó, amikor a kifutón volt a modell”. Volt, aki pedig a háttérzenét hiányolta.

Az eszköz felhasználási területeire a következők merültek fel: VR chat, múzeum, filmek megtekintése, fotográfia (hogyan sikerült), kreatív programok mint VR festés, idegenvezetés (el lehetne jutni olyan helyekre, ahova amúgy nem), robotika, bányászat.

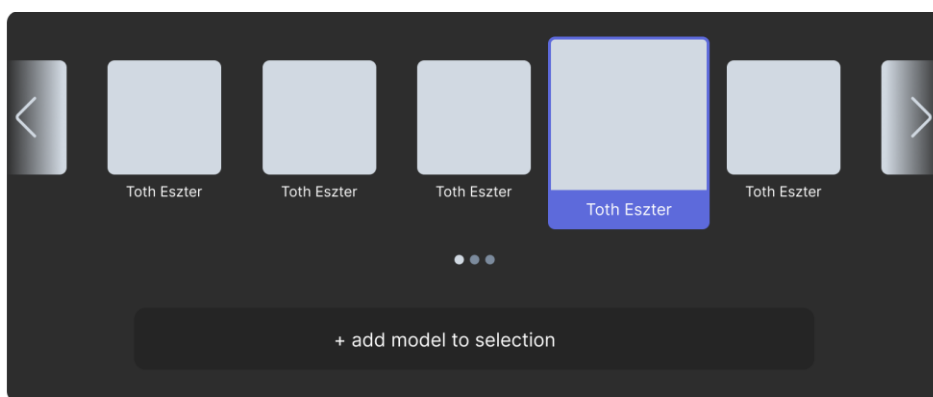
Abban mind egyetértettek az alanyok, hogy sok mindenre lehet használni, van jövője („Előbb-utóbb működni fog, csak valami még hiányzik”).

4.9. Fejlesztési javaslatok (3. iterációs szakasz)

A 3. iterációs szakasz szintén számtalan fejlesztési javaslat megfogalmazását tette lehetővé, amelyek egy része egybevágh az első két vizsgálat eredményeivel. Ezek az alábbiak voltak:

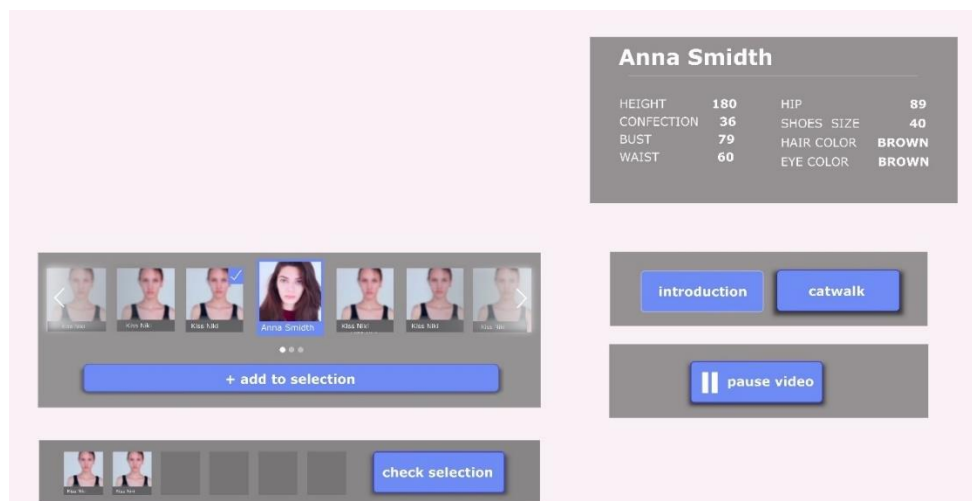
- Érdemes lenne az első szoftverhasználat (onboarding) folyamatát alaposan kidolgozni a *hand tracking* vezérlés bemutatásán túlmutatóan is, mert azt a feladatmegoldás több pontján hiányolták a felhasználók. (pl. interaktív onboarding tippek, leírások a használathoz.) Hosszas inaktivitás esetén pedig felugró üzenetek jelenjenek meg a helyes navigációs technikára vonatkozóan.
- A kezdésnél az instrukciókat adó ablak mögött ne látszódjon a háttérben a modell és a kezelőszervek, hanem legyen semleges (üres) háttér.
- Legyen olyan opció (vagy jól definiált kézmozdulat), amellyel az összes kezelőpanel eltüntethető (és csak a modell látszik), majd vissza gombbal újra előhozható (Shneiderman 7.)
- A kezelőpanelek helyzetén a felhasználó tudjon állítani, változtatni.

- A felugró értesítések (pl. „are you sure...”, e-mail elküldés) ne kerüljenek közvetlenül a felhasználó látóterébe. A többi panel ekkor halványodjon el, hogy egyértelmű legyen, hogy azokkal nem tud dolgozni a felhasználó ameddig a felugró ablak meg van nyitva.
- Javasoljuk nyilak elhelyezését a kiválasztósáv szélén, ha nem érezze rá a felhasználó a *swipe* megfelelő működésére (pl.: a nyíl megnyomásával annyi képet ugorjon a sáv, amennyi egyszerre ráfér). Érdeemes lenne továbbá láthatóvá tenni, hogy hol tart a szalagon a felhasználó (pl. *carousel* megoldás segítségével) (12. ábra)



12. ábra: Példa a modellválasztó menüszalag átalakítására

- *Catwalk* funkcióban a *Rooftop* helyett csak a stúdió helyszín jelenjen meg.
- A kiválasztott képek jobb sarkába megjelenő pipa legyen nagyobb, jobban látható.
- A *Finish selection* helyett legyen a *Check selection* nagyobb betűkkel, és erre rányomva nyíljon meg a *Selection* (*Collection* elnevezés helyett). A *Selection* ablakból lehessen elküldeni a kiválasztott modelleket e-mail-ben a 2. szakasz eredményeihez hasonlóan (rendszerüzenettel, hogy sikerült-e).
- Minden funkciógomb legyen térbeli hatással megjelenített, mivel a sávokra írt és keretezett funkciók használata nem volt egyértelmű a felhasználók számára. Az éppen aktív funkció jelenjen meg árnyékolás nélkül (vékony fehér kerettel) (13. ábra).



13. ábra: Példa a kezelőfelület átalakítására

4.10.SUS kérdőív

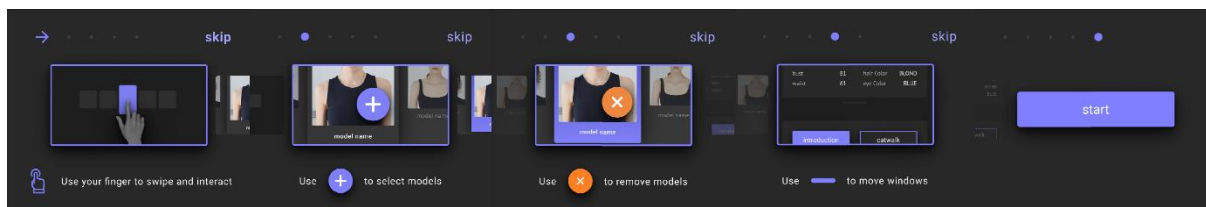
A SUS kérdőívek számszerűen is megerősítik a használhatósági vizsgálatok eredményeit. A felhasználók az 1. körben a szoftvertermék használhatóságát 77,5%-os átlagértékkel (továbbiakban $\bar{x}$ jelölés) értékelték, 6,12-es szórás (σ) értékkel. Ez az érték a következő két iterációs szakasz során is hasonlóan magas maradt: a 2. körben $\bar{x}=76\%$ ($\sigma=11,81$), a 3. körben pedig $\bar{x}=78,75\%$ ($\sigma=4,33$).

A magas SUS átlagértékek annak köszönhetők, hogy a résztvevők az átélt újdonságélményre összpontosítottak. A jövőbe mutató technológia kipróbálása, az innovatív *hand tracking* vezérléssel összekötve felülírta azt a sok apróságot, amit a használhatósági vizsgálat során fejlesztendő területként azonosítottak.

5. MÁSODIK PROTOTÍPUS VÁLTOZAT BEMUTATÁSA

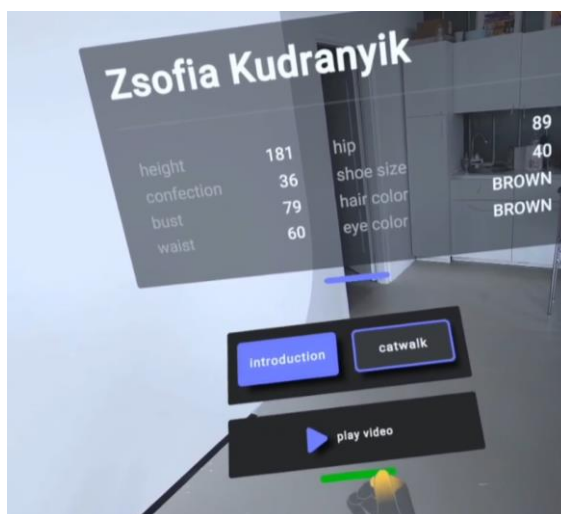
Az iteratív termékfejlesztésnek köszönhetően a szoftver sok apró pont mentén fejlődött és idomult a felhasználói igények szerint, a módszer lehetővé tette a termék megfelelő irányba való fejlesztését. Mivel az empirikus használhatósági vizsgálat kéthetes fejlesztési periódusokból állt, így a javaslatok teljeskörű beépítése nem volt kivitelezhető. Ráadásul a 3. iterációs szakasz végén is számos fejlesztési ötlet született, amelyek nagy része – az első két kör kimaradt javaslataival egyetemben – átbeszélésre került az AR Analytics munkatársai részéről. A vezetői döntés értelmében az alábbi változtatások jelentek meg a szoftver továbbfejlesztett (második) prototípusába (2023 augusztusára):

- Az első szoftverhasználat (**onboarding**) folyamata részletesebb lett (14. ábra), valamint belekerültek hand tracking információk is, arra vonatkozóan, hogy hogyan lehet az egyes elemekkel interakcióba lépni. Az instrukciók semleges háttér elé lettek helyezve, így a háttérben lévő elemek és a videó nem vonja el a felhasználó figyelmét.



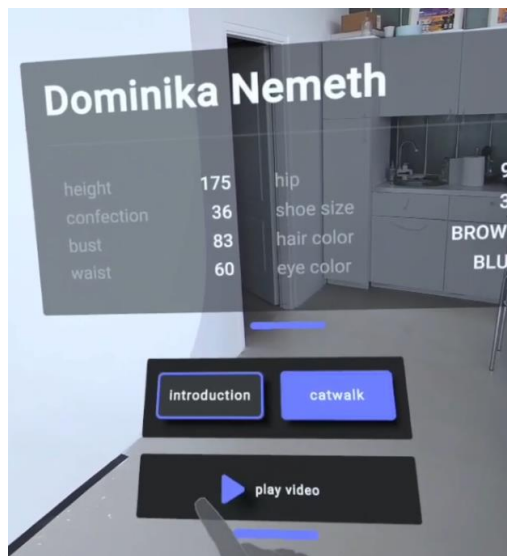
14. ábra: Onboarding lépései

- Személyre szabhatóvá vált a panelek elhelyezése egy fogantyú segítségével (15. ábra).



15. ábra: Panel mozgatása

- A felugró értesítések (**pop up**) elsődlegessé váltak, így nem végezhető el más művelet addig, amíg a felugró ablak nyitva van.
- A kifutón való sétálás(catwalk) esetében eltávolításra került a Rooftop opció.
- A **funkciógombok** megjelenítése **térbeli** lett az affordancia jelzése, valamint a statikus, illetve inaktív elemektől való elkülönítés céljából (16. ábra).



16. ábra: Térbeli (árnyékolt) funkciógombok

- A fent említett részletek és funkciók mellett a kezelőfelület megjelenése is nagy mértékben megváltozott; a funkciók tagolása, és alap helyzete átalakult, valamint megnőtt a környezet és a panelek közötti kontraszt.

6. ANALITIKUS VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

A továbbfejlesztett második prototípust tehát 2023 őszén heurisztikus vizsgálat körében teszteltük. Az első lefolytatott (pilot) (szakértői) vizsgálatot követően arra jutottunk a tesztelés sikeressége és a visszajelzések alapján, hogy nem szükséges a vizsgálat menetének módosítása, így az ID1 résztvevőtől kapott gondolatok a többi vizsgálattal együtt lett kiértékelve.

6.1. ID1 résztvevő

A heurisztikus tesztelés első alanya 8 éve VR/AR területen dolgozó 43 éves férfi volt, aki kognitív kísérletek virtuális valóságba adaptálásával foglalkozik. Jelenleg VR térben olyan módszertan kialakításán dolgozik, ami a szervezetek számára a megfelelő emberi erőforrások (HR) egyszerűbb kiválasztásában segít. A vizsgálat során komfortosan érezte magát, azonban kiemelte, hogy a kézkövetés (hand tracking) funkció még nem megfelelő, sok hiányossága van – például egyszerre csak egy aktív kéz van -, és nehézkes a használata.

Számára az onboarding nehezen ment, mert azt érezte nem kap visszajelzést a rendszertől, továbbá interaktív elemeknek gondolta a statikus képeket, amelyek azonban nem reagáltak az érintésre. Az alkalmazásba belépést követően egyértelműen zavaró és diszkomfortos volt

számára a modellek közelsége („belemásznak az arcomba”), valamint a modellek sétálás közbeni gyors sebessége („mintha kicsit gyorsan jönne”).

Funkciók kiosztására, struktúrájára vonatkozóan pozitív visszajelzést adott, azonban a paneleken belüli információk elrendezése nem volt számára egyértelmű, esztétikus („mintha össze lennének csúsztatva az információk”). Hasonlóan a panelek mozgathatósága sem volt evidens a számára. Zavarta, hogy „belecsúszik a modell ebbe a panelba”, nem jött rá magától (csak moderátori segítséggel), hogy azok áthelyezhetőek.

A modellek áttekintése közben kis méretűnek érezte a kiválasztott modelleket megjelenítő sávot, valamint hiába kereste, de nem találta sehol a rendszerben megtekinthető modellek számát. Nem volt magától értetődő a számára, hogy a középen elhelyezkedő modell ki van-e választva, így újabb gesztussal (kattintás) ismét kiválasztotta azt. Ennek a plusz gesztusnak köszönhetően jött elő a kiválasztás (selection) gomb elhelyezésével kapcsolatos kiválasztás/törlés probléma.

„Akkor amikor ráböksz a lányra, akkor önkéntelenül magára a képre böksz, és nem azt nézed, hogy a képen hova, és hogyha véletlenül pont benne van az ujjad az x gombnak az interaktív területében (collider), akkor egyből ki is választja.”

ID1 javaslatot tett a panelek méretének a növelésére, valamint a modellválasztási panel átalakítására annak érdekében, hogy kiválasztás gomb kevésbé legyen középpontban. Fontosnak gondolta továbbá a más alkalmazásokból ismert görgetősáv (scroll bar) hiányát is, hiába tudta a kezével kezelni a kiválasztásokat, szükségesnek érezte volna a jól megszokott „csúszka” vizuális megjelenítését, amely affordanciaként segítené a munkáját.

Igényként fogalmazódott meg a teszt során, hogy a felugró (pop up) ablakok a felhasználó helyzetéhez, vagy az áthelyezett panelek lokációjához igazodjanak, és ne egy előre definiált helyen jelenjenek meg.

Az **utólagos interjú** során főként a tesztelés folyamán felmerült problémákat, nehézségeket emelte ki, ráerősítve azok fontosságára. Itt a gyors séta, modellek közelsége került nevesítésre. ID1 véleménye szerint továbbá az elemek közötti távolság (offset) kialakítására is szükség lenne, illetve probléma az is, hogy nem látszik egyben a lány (, ha elég közel jön). ID1 az interjú során kiemelte azt is, hogy véleménye szerint ez a termék nem nevezhető XR szoftvernek, mivel a jelenleg használt kamerák nem alkalmasak a téri elemek valósághű átadására, így ez egy VR tartalom a számára.

Az eszközről „erős” véleménye volt, főként a kézkövetés korlátaival kapcsolatban.

„Én a korlátot abban éreztem, hogy a kézkövetés (hand tracking) nem feltétlen mindig követi le úgy a dolgokat, mint ahogy egyébként kellene. Meglepetés ebből a szempontból nem volt, a kézkövető beépülő modulok ennyit tudnak.”

6.2. ID2 résztvevő

A második résztvevő 1 év aktív UX tapasztalattal rendelkező 30 éves nő, a Moholy-Nagy Művészeti egyetem innovációs központjának junior kutatója. Jelenleg az interakció és immerzió kutatócsoportban, főként VR projekteken dolgozik. ID2 résztvevő a funkciókat alaposan tesztelte, kipróbálva a szoftver minden részletet. Számára fontos volt a konzisztencia ellenőrzése, hogy a modellek kiválasztása valóban egy vezérelv, logika mentén valósul meg, ami mentén a potenciális felhasználók dönthetnek.

A folyamat során, az első használatkor (onboarding során) minden lépésnél interakcióba próbált lépni a megjelenő elemekkel, kipróbálva a funkciókat, valamint a kezdés (start) előtt szeretett volna visszalépni a korábbi oldalakra, azonban ez nem sikerült neki, ami frusztrációval töltötte el.

Számára is zavaró volt a modellek közelsége, a paneleket is azért helyezte át többször, hogy a modelleket jobban láthassa.

„Hátra kell lépnem, hogy lássam a lábait.”

ID2 kellemesnek találta a teret („klassznak” nevezte, hogy valódi modelleket látott és életnagyságban, önmagához viszonyítva).

„Az kifejezetten tetszik, hogy nagyon letisztult, nem vagyok leterhelve egy csomó egyéb cuccal”.

A fehér háttérrel kicsit vibrálónak találta, és nem tudta eldönteni, hogy a kép/videó remeg, vagy csak ő lát így, mivel már egy ideje az immerzív térben nézelődik. Végül azonban a bő 40 perc, amit az applikációban töltött, nem váltott ki rosszullétet vagy kellemetlen érzést belőle.

ID2 praktikusnak és jól működőnek találta a mozgatható kezelőpaneleket, valamint az azokon elhelyezett, és könnyen olvasható információkat. Javaslatot tett a videó indítás/leállítás

(play/pause) funkció kiegészítésére videó folyamatjelzősávjának megjelenítésével, valamint a megjelenő új panelek helyzetével kapcsolatban.

A kiválasztásnál (selection) kevésnek találta a kifutós munka (catwalk) funkciót, a többi lehetőséget is szívesen használta volna (pl. információk a modellről, bemutatkozás meghallgatása). Az említett bemutatkozás (Introductin) beszédes tartalmat sugallt számára, más, a modell szakmában használt elnevezés egyértelműbbé tette volna a számára a kifutós munka elindításának a lehetőségét.

A folyamat végén, a „done” felirat őt is összezavarta, hogy gombként működött, de nem adott visszajelzést a megnyomása után a rendszer.

„Ha lenne nálam egy egér, valószínű akkor ez már egy impulzív egér kattogtatás lenne, csak valahogy nem jön, hogy impulzívan nyomogassam a levegőt.”

Az **utóinterjú** során ID2 ismét kiemelte a számára eleinte zavaró a vibrálást, amely másra fókuszálva megszűnt számára. Megjegyezte, hogy frusztráló volt, hogy nem tudta eldönteni, hogy a paneleket nem tudja megfelelően használni, vagy a kezeit. Ennek oka a vizsgálat elején fellépő technikai hiba lehetett, amelynek során nem reagált megfelelően az applikáció. Ez volt számára az első VR, amiben 40 perc eltöltése után sem volt rosszul.

A beszélgetés során említette, hogy tetszett neki, hogy az elküldéshez két lehetséges útvonal is vezetett.

Az interjú során megerősítette a használhatósági vizsgálat során is említett problémáit például, hogy az első használat (onboarding) során nehezen jött rá, hogy azok statikus tartalmak.

A kézkövetés funkcióval pozitív megélése volt. („Jól követte a kezemet, az nagyon tetszett (...) meglepően jól működött.”). Az összebenyomása a szoftveres elemekkel való interakciók kérdőjeles működése miatt változott.

„Azt én nehezebbnek találtam az eddigi controller-es élményeimhez képest, hogy ugye mivel nincs taktilis visszajelzés, hogy mikor nyomom be a gombot (...) sokkal rosszabbul tanultam meg ezt a feedback kört, hogy mennyire kell, hogy benyomjam, az is fura, hogy látok egy panelt és néha mögé kell nyomjak. De amúgy meg könnyen tanulható volt az app.”

ID2 kiemelte azt is, hogy az általa sokszor megtekintett modelleknél mennyire túlstimuláló volt a hang, valamint, hogy az applikációban teljesen másokra figyelt, mint amikre gondolt, hogy kéne/fog.

Nagyon fontos megfigyelése volt a sugó hiánya, ami kötelező heurisztika a szakmai véleménye szerint.

„Nem volt benne sugó. Párszor meg kellett kérdeznielek titeket, hogy én csinálom-e valamit rosszul. Ha otthon egyedül próbálom ki, akkor nem lett volna, amit elolvassak.”

6.3. ID3 résztvevő

A vizsgálatban részt vett harmadik alany a műszaki egyetem 31 éves oktatója, aki 9 év UX területén szerzett kutatási tapasztalattal, rendelkezett. ID3 a tesztelés elején bizonytalanul volt jelen az immerzív térben a saját elmondása szerint, de a folyamat végére már magabiztosan, és határozottan boldogult az XR térben.

Az első használat (onboarding folyamata során még nem érezte a kézkövetés (hand tracking) sajátosságait, így a szoftverbe is véletlenül lépett be, és váratlanul érték az ingerek, amihez a számára túl alacsonyan elhelyezkedő kezelőpanelek is nagyban hozzájárultak. A panelek mozgathatóságára nem jött rá magától, ugyanis a hozzá képest alacsonyan elhelyezkedő információkhoz lehajolt, majd két kézzel szeretne volna felemelni őket.

Ő is úgy érezte, hogy ki kell lépnie a térből, hogy láthassa a modellt. Továbbá probléma volt neki, hogy a modellválasztó funkciónál kattintásra nem kerültek középre a modellek, csak görgetés (scroll) esetén. Ez nehezen ment, mert az általa ismert és megszokott kétdimenziós képernyőkhöz (flat screen) hasonlóan szeretne volna kezelni a paneleket (mint egy érintőképernyőt). Ez az erős megszokás a görgetés funkciónál is nehézséget okozott eleinte, azt érezte, hogy bele kell nyúljon a panelekbe.

Több esetben is, amikor valami nem sikerült elsőre, mindkét kezét szeretne volna használni. A tesztelés során az ő esetében is előfordult, hogy véletlenül, a görgetés (scroll) mozdulat során került eltávolításra egy már kiválasztott modell.

A „done gomb” itt is összezavaró volt, hogy az csak visszajelzés és nem interaktív elem.

Utóinterjú során megjegyezte, hogy milyen igényesen és szépen volt kivitelezve a tér, valamint, hogy megfelelőnek gondolja a szoftverterméket a modellügynökségek számára.

A vizsgálat során felmerült nehézségek közül többet is megerősített az interjú során is (pl. a panelek helyzete és a térben való navigálás nehézsége).

„Ami meglepő volt, azok a különböző gesztusok, hogy mi az, amire reagál a tér és mi az, amire nem”.

6.4. ID4 résztvevő

A vizsgálat negyedik alanya 7 év UX tapasztalattal rendelkező 48 éves nő volt, aki jelenleg szabadúszóként logó tervezéssel és weboldalak kialakításával foglalkozik.

Az onboarding során ő is interaktív elemnek értelmezte a funkciókat bemutató képeket. A haladást jelző pöttyöket nem vette rögtön észre, meg is jegyezte, hogy ő azokat inkább középre tenné. A start gombot véletlenül nyomta meg, miközben a következő lépéshez szeretett volna egy görgető (swipe) mozdulattal eljutni.

„Ha távolabb állok, akkor sokkal jobban belátom az információkat.”

A színeknek nagy jelentőséget tulajdonított, például azért szürke az információs tábla, mert nincs interakció. Ennek ellenére a modellválasztó panel használatakor nála is előfordult, hogy nem szándékosan választott ki modellt.

Ismét szóba került a vizsgálat során a modellek száma, ID4 elsöre azt hitte három modell van csak a rendszerben, mert nem utalt semmi arra, hogy többen lennének.

A kiválasztott modellek (selection) megtekintése során nem jött rá a kifutós munka (catwalk) funkcióra való váltásra, mivel az nem látszott egyből, csak lebegtetés (hover) esetén. Mikor három modellnél többet választott ki szeretett volna prioritást felállítani. Itt zavarta, hogy nem látja az összes kiválasztottat, nem volt számára egyértelmű, hogy hogyan lehet lefelé görgetni, mivel nem jelent meg oldalt a weboldalakon jól ismert görgetőszávját.

A „done” gomb esetében zavarta őt is, hogy megnyomható, de nem funkcionál gombként.

ID4 már a vizsgálat során is visszajelzett a gombok és információk megjelenítésére, és javaslatot tett, nagyobb kontraszt kialakítására az információs tábla, valamint a kék gombok és fehér felirat esetén is. Továbbá a nem kiválasztott modellek nevei összefolytak számára „túl közel vannak” jegyezte meg.

Az **utóinterjú** során is kiemelte, hogy a terméket más egyéb eszközökhöz hasonlította, mivel hasonlót még nem használt korábban.

„Olyan viselkedési mintákat próbáltam előkapni, amit az eszközök 90%-kánál használunk, ezért kicsit furcsa volt nekem, hogy rá kellett jönni, (...) hogy hozzányúlok és odébb rakom, de tök jó volt.”

ID4 a kézkövetés (hand tracking) funkcióval is megfogalmazott szakmai kritikát, annak gyorsaságával, reakció idejével kapcsolatban.

„Gyorsabb reakciót vártam. Azt várom, hogyha valahova oda bökök, mert mondjuk ott van egy szín, amit ki lehet választani, az egyből reagáljon. Amikor ott van az egér a kezében, akkor az egyből reagál, itt pedig nem éreztem ezt. Kicsit szerencsétlennek éreztem magam, hogy na, hát már oda nyomtam vagy akkor mégse nyomtam oda?”

6.5. ID5 résztvevő

Az ötödik vizsgálat alanya egy több, mint 20 éve UX-szel foglalkozó 43 éves férfi volt, aki saját céggel rendelkezik, emellett a UX Budapest csoport egyik szervezője. Fő tevékenysége a designerek és terméktervező vezetők mentorálása.

Az onboarding bevezető szakaszának utolsó lépésében tudatosult benne, hogy a funkciókat bemutató kártyák csak képek és nem interaktívak, ezt zavarónak találta ugyanis nem értette, hogy oda kell „böknie”, vagy odébb kell görgetnie az egyes kártyákat. Továbbá a helyes távolság megtalálása nehéznek bizonyult a számára a teljesen fekete térben, amiben úgy érezte nem volt támpontja.

A modellek közelsége őt is zavarta, meghökkentette. A panelek mozgatására magától rájött, és élvezettel használta a funkciót, ugyanakkor megjegyezte, hogy a két kézzel való mozgatás sokkal kényelmesebb lenne számára. Igényként fogalmazódott meg benne a panelelrendezés elmentésének lehetősége, hogy következő használatkor az alkalmazható legyen, ne kelljen újra testre szabnia a teret.

Az, hogy a modellek végig a kamerába néztek zavarta (intimnek ugyanakkor élettelennek találta), valamint furcsa volt számára, hogy nem ugyanúgy állnak meg a modellek a séta végén. A kevés megjelenő információ, a letisztult megjelenés és a „fixáló” modellek sterillé tették számára az összképet, úgy érezte a térben a modellek egyfajta identitásvesztésen estek át így. Ennek orvoslására egy személyesebb bemutatkozást javasolt.

A bemutatkozás (introduction) esetében furának találta, hogy a modellek nem beszélnek.

A videó esetében ő is megfogalmazta az igényét a beletekerés funkcióra, annak érdekében, hogy könnyebben tudja befolyásolni mikor induljon el a videó, és hol álljon meg.

Szakmailag megfelelőnek találta az XR környezetet, kifejezetten tetszett neki a „szoba” megvilágítása és a tér világossága.

Esetében az email elküldését követően a kiválasztás panel mögött jelent meg a felugró ablak, és csak a visszalépést követően vált láthatóvá. Előkerült továbbá más esetben is a felugró ablakok előre definiált helyzetben való megjelenése, amely nem idomult a felhasználó által preferált helyzethez, így az információk valamelyike látótéren kívül került.

A kiválasztás elküldésének során frusztrálta az odáig vezető lépések száma, szeretne volna rögtön elküldeni. A „done” gomb zavaró volt, a működése miatt is, valamint, hogy a feltett kérdésre nem a „done”, hanem a „yes” lett volna helyes válasz. Az említett okokból kifolyólag azt érezte, hogy „hülyének nézi az alkalmazás”.

A szoftver elemzésénél a fizikai világból indult ki, és azt javasolta, hogy legyen egy tábla, amire kiragaszthatja/tűzheti a modellek képeit, mert az nagyban segítené a kiválasztási folyamatot, továbbá jegyzetelési lehetőség bevezetését is megfogalmazta. Szívesen használta volna, ha van „csillagozás” (kedvencek funkció). Tetszett neki, hogy hallotta a modellek lépéseinek kopogó hangját, ez növelte a tér ökológiai validálását.

UX szempontból összességében meg volt elégedve a szoftverrel, ugyanakkor megjegyezte, hogy a „play video” gomb esetében csak az ikonnak van árnyéka a szövegnek nincs és más megjelenése van, mint a többi gombnak (nem konzisztens). Továbbá, hogy a modell neve vertikálisan nem középen van az információs panelen (Gestalt szabály szerint nem a betű aljához kell igazodnia). A modellkártyák esetében zavarta, hogy csak a kiválasztottnak van árnyéka, valamint, hogy a képek széle nem egyenlő távolságban van a kártya oldalaitól.

Az **utóinterjúban** arról számolt be, hogy tetszett neki az alkalmazás.

„Tök jó érzés az, hogy minden világos (...), maga a felhasználói felület szépen ki van dolgozva, nagyon tetszik, hogy ilyen letisztult, illetve a háttérhez is, jó volt a kis konyha a kis szalvétával; a kettő együtt jól ki volt találva”.

Az interjú során több, a tesztelés során is felmerült dologra erősített még rá (mint például a modellek túlzott közelsége, illetve az, hogy a videó végén nem azonos pozícióban állnak meg).

Amellett, hogy tetszett neki, hogy „minden digitális”, fontosnak gondolta szakmailag, hogy a valóságban használt, fizikai dolgok is átültetésre kerüljenek a térbe (például tábla, füzet). Továbbá javasolta a valódi modellválogatások mélyebb elemzését, összegyűjtve a résztvevők tevékenységét, az általuk használt eszközöket, valamint a modellekhez képesti térbeli helyzetüket, esetleges mozgásaikat.

A modellek kiválasztásánál jelölőnégyzet (checkbox) alkalmazását javasolta, mert ahhoz vannak hozzászokva a felhasználók, az az, amit értenek. Azt javasolta minden lépésnél egy elsődleges gomb legyen, ami vezeti a felhasználót, hogy mi lenne a következő lépés, és minden más másodlagos gomb lehetne.

A kézkövetésről úgy nyilatkozott, hogy „eleinte vicces volt”, de a végén mikor nem mindig működtek a gombok, akkor jó lett volna, ha a szemüvegen meg tudott volna nyomni egy fizikai gombot (mintha hogyha más programok esetén ismert gyorsbillentyűk (short cut) alkalmazására lett volna lehetősége), hogy azonnal elérhesse a kívánt eredményt.

Számára hiányzott a márka (szoftvernév) megjelenítése, valamint az információ, hogy ő hol van. Az üres szoba feliratok nélkül zavarta. Több információra lett volna szüksége azzal kapcsolatban is, hogy ő milyen szerepben van, mire válogatja a modelleket, mi a kontextus (kevésnek érezte a helyzetbe való megérkezéshez a bevezető során elmondottakat). Véleménye szerint ezen kérdésekre adott válasz definiálására a szoftveren belül is szükség van. Felmerült az a kérdés is, hogy használhatják-e ezt egyszerre többen, valamint, hogy ülve lehet-e használni (és ez a lányok magasságát vajon akkor hogyan módosítja).

6.6. ID6 résztvevő

A vizsgálat hatodik résztvevője 24 év UX tapasztalattal rendelkező 40 éves férfi volt, aki jelenleg szabadúszó és tanácsadó. Elsősorban design csapatok jóllétének a megteremtésén dolgozik képzéseken, oktatáson és tanácsadáson keresztül, valamint olyan szoftverek segítségével, amik ezt a folyamatot segítik.

Az onboarding nehezen ment végig a bevezető lépéseken, mind a kattintás, mind a görgetés funkcióra való ráérzés sokadik próbálkozásra való elsajátítása miatt. Ő is szerette volna kipróbálni a funkciókat, nem volt egyértelmű számára, hogy ezek képek, és nem tud velük interakcióba lépni.

Mikor elsőre nem sikerült valaminek az aktiválása, akkor gyakran „dupla kattintással” próbálta megoldani a problémát. Több esetben is hosszan nyomva tartotta a gombot, nem érezte, mikor szükséges azt elengedni.

Az onboarding alapján emlékezett rá, hogy hogyan lehet mozgatni a paneleket, azonban egy ujj használatával próbálkozott, így csak kis segítséget követően tudta magabiztosan és élvezettel használni a funkciót.

Felmerült kérdésként, hogy vajon elküldésre kerülne-e az email, hogyha a „done” felirat helyett az applikációból való kilépést választaná. Erre vonatkozóan nem egyértelmű a szoftver kommunikációja, mivel a „done” felirat nem idéz elő változást, nem ad egyértelmű visszajelzést.

A tesztelés során szinte végig egy helyzetben állt, csak a végén próbált meg mozogni, akkor is furcsa volt neki, hogy ha fizikailag közelebb megy, akkor a távolság miért nem változik a térben.

„Én közelebb mehetek hozzá, de a távolság nem változik.”

Az **utólagos interjú** során úgy nyilatkozott, hogy komfortos volt számára a szoftver használata (leszámítva az eszköznek a beállítását).

„Nem éreztem azt egyszer sem, hogy rettenetesen béna vagyok, vagy nem volt olyan érzésem sem, hogy nem fogom tudni megcsinálni, amit a feladatom lenne, ami nekem tök jó.”

A kezelőfelülettel összességében meg volt elégedve, csak a vizualizáció kisebb finomításait javasolta.

A funkciókat általánosságban egyértelműnek ítélte, a „check selection” részt emelte ki, mint nehézséget, amely gomb esetében nem tudta, hogy milyen válaszra számítsa a lenyomást követően.

Az utólagos interjú során megerősítette, hogy számára relatív nehezen ment a kézzel való navigálás (hand tracking) megtanulása, azonban miután megtanulta használni már egyáltalán nem okozott gondot.

A gomb „aktiválása” volt számára a legnehezebb, vagyis a nyomás „mélységének” megérzése. Kiderült továbbá, hogy a gombokkal való interakció az alkalmazáson belül volt csak számára nehezen tanulható, az applikációból kilépve, a főmenüben sokkal egyszerűbben tudott interakcióba lépni az elemekkel.

Összességében pozitív fejlesztési iránynak gondolta, amit látott, de a tér kialakításával és a valóságűség növelésével kapcsolatban építő jellegű kritikát fogalmazott meg.

„Jó az irány UX szempontból. Azt érzem, hogy nagyon próbálja leképezni a való életet, a reális modellválogatást, és nem használja ki teljesen a térnek a lehetőségeit. Jó, hogy nincsenek elrejtve a panelek, amiből szerintem hiányzik a további életszerű lehetőség, ami abból adódik, hogy maga a tér az teljesen alakítható. Olyasmi, hogy egy normál modellválogatás esetében feltételezem, hogy ülnek az emberek, de azt is eltudom képzelni, hogy mozognak is stb.”

6.7. Analitikus vizsgálat összefoglaló

A heurisztikus vizsgálatok alapján összességében elmondható, hogy a szakértők élménye, megélése is pozitív volt a termékről. Az utólagos interjú során főként a vizsgálat közben megállapított, verbalizált problémákat emelték ki, valamint pontosították, kiegészítették azokat.

Az **onboarding** résznél minden szakértőnek zavaró volt, hogy képek mutatták be a funkciókat, amelyek nem voltak interaktívak. Ezt a szakaszt kevesen lépték át (skip), ugyanakkor legtöbbször csak végigrohantak rajta, nem olvasták el figyelmesen. Vélhetően nagyobb figyelmet és elköteleződést érne el a szoftvertermék ezen szakasza, amennyiben interaktív lenne (tehát a statikus információk, azonnal kipróbálhatók lennének a betanulás közben).

A modellek kiválasztása során sokszor merült fel az a probléma, hogy a **kiválasztás** (+/-) gombra **véletlenül** kattintottak rá a résztvevők a görgetés (swipe) során, ezzel eltávolítva, vagy hozzáadva modelleket a kiválasztásból. Több esetben zavarodottságot keltett, hogy a kiválasztásban nem annyi modell szerepelt, mint ahányat ők hozzáadtak.

A kifutós munka (**cat walk**) bizonyos részletei mindenki számára zavarónak bizonyultak. A modellek közelsége zavaró volt a térben, ami hátralépésre készítette a felhasználókat. Ennek az átalakítása a személyes tér megtartása miatt fontos, más részről pedig annak érdekében, hogy az egész modellt lássák egyben.

A **panelek mozgatása** gyakori problémát okozott. Volt, aki nem emlékezett rá, hogy lehet ilyet, valaki nem a megfelelő gesztussal szerette volna használni; egy esetben egy ujjal való mozgatás, illetve két kézzel való felemelés, könyvhöz vagy papírlaphoz hasonlóan. Többször statikus elemként kezelték annak ellenére is, hogy az információk láthatóságát nagymértékben

befolyásolta a panelek helyzete, inkább ők igazodtak testtartásukban az elrendezéshez. A panelek mozgatásának az elsajátítása után mindannyian lelkesen szabták személyre a kezelő felületet. Érdekes volt látni, hogy egy kivétellel minden alany a jobb oldalra, egymás alá helyezte el a paneleket.

A tér személyre szabását követően, különböző mértékben, de minden vizsgálat során probléma volt a felugró (**pop up**) ablakok előre definiált helyzete. Ennek köszönhetően volt, hogy az információ más ablak mögött, periférián kívül jelent meg. Mivel ezek az elemek nem rendelkeztek mozgatást lehetővé tévő elemmel, így a felhasználónak kellett a panelhoz viszonyított helyzetét megváltoztatnia a folyamatban való továbblépés érdekében.

A folyamat végén mindenkit frusztrációval és bizonytalansággal töltött el a „**done**” felirat, mely interaktívnak tűnt, de változást nem eredményezett, és visszajelzést sem nyújtott. Továbbá az sem volt egyértelmű, hogy mi a teendő, sikeres volt-e a szelekció elküldése.

A kézzel való navigálásra (**hand tracking**) többféle visszajelzés érkezett; valaki szerint ez a módszer még kiforratlan és problémás, míg volt, aki számára kifejezetten könnyű és kellemes volt a használata. Több esetben is az okozta a problémát, hogy a hozott eszközhasználati mintákat (2D-s eszközök) próbálták meg alkalmazni, azoktól nehezen tértek el. A kézzel navigáláshoz tartozik továbbá a szoftveren belüli összes interakció; megfigyelhető volt még a szakértők esetében is, hogy erős a felhasználói bizonytalanság annak kapcsán, hogy ők csinálnak-e valamit rosszul. Mikor valamelyik gesztus nem volt elsőre sikeres, sokan nagyobb felülettel, tenyérrel vagy több ujjal, esetleg dupla-, vagy sok egymást követő kattintással megoldani a problémát (2D eszközhasználatból származtatható felhasználói magatartás).

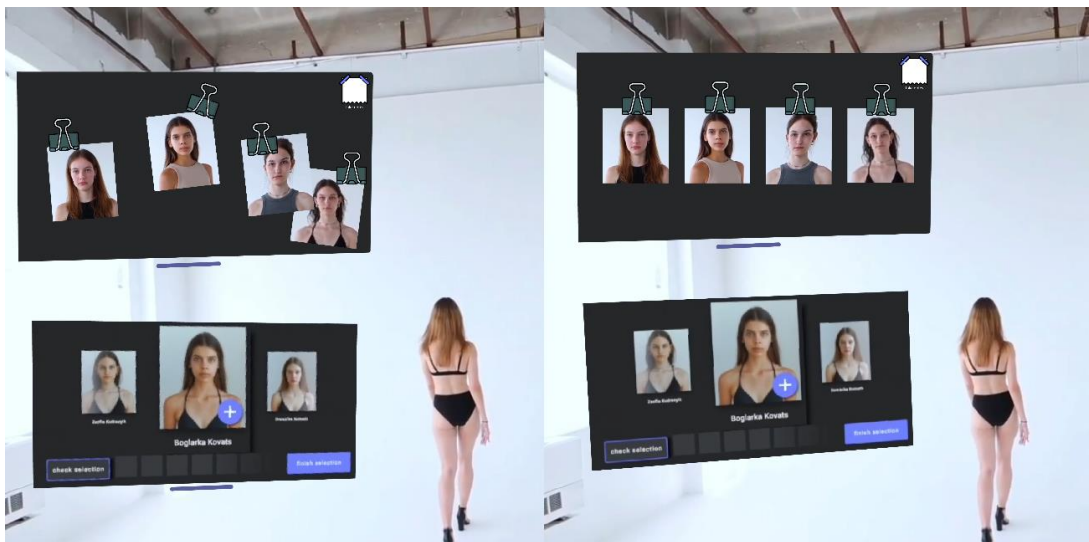
A **panelek esztétikája** különböző érzéseket keltett a résztvevőkben. Az információk tagolásáról mindannyian pozitív véleménnyel voltak, azonban a paneleken belüli színhasználat, kontraszt, méretek és igazítások (alignment) azonban megosztónak bizonyultak.

6.8. Fejlesztési javaslatok

A szakértők észrevétele alapján az alábbi fejlesztési javaslatokat lehet megfogalmazni:

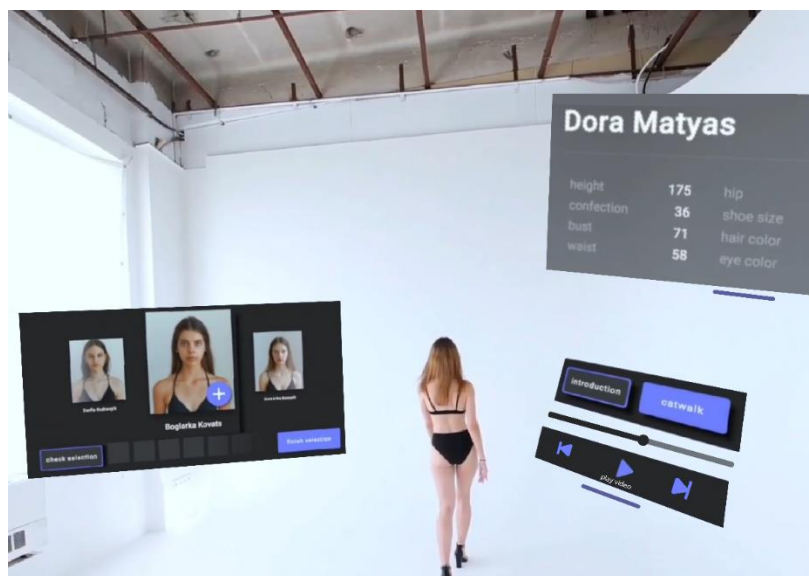
- Az első használat során bemutatott funkciókat (**onboarding**) érdemes lenne kiegészíteni néhány információval arra vonatkozóan, hogy a felhasználónak milyen lehetőségei vannak az szoftverhasználat során (introduction, cat walk stb.), valamint a felhasználó térben való elhelyezéséről is (hogy hol van pontosan, mit fog csinálni).

- A **valóság**ból, hétköznapi használatból ismert elemek immerzív térbe való átültetése könnyebben használhatóvá tenné a szoftvert a felhasználók számára. Ezen elemek lehetnek akár gesztusok, mint például a panel két kézzel (papírlaphoz hasonlóan való megemelése), vagy akár egy virtuális tábla (pl. parafa), ahol el lehet helyezni a kiválasztott modellek fotóit (17. ábra), esetleg egy jegyzetelésre alkalmas opcionális funkció.



17. ábra: Példák jegyzettömb és virtuális tábla elhelyezésére

- A modellek bemutatkozása (**introduction**) félrevezetőnek bizonyult, ugyanis a kifejezés alapján szóbeli bemutatkozásra számítottak a felhasználók. Olyan javaslat is született, hogy érdemes lenne ebbe a funkcióba akár a modellekre vonatkozóan valami közvetlenebb, egyedi megnyilvánulás beépítésére annak érdekében, hogy kevésbé váljanak személytelenné (a kiválasztás folyamata előben valóban személytelen, de az XR térben a modelleket közelebb lehetne hozni a döntéshozókhoz), például opcionálisan megjeleníthető információkkal (modellkedési tapasztalat, hobbi stb.).
- A videó azonnali, magától való elindulása is egyfajta kontrollvesztés érzését keltette a felhasználókban. Saját bevallásuk szerint a videó manuális elindítása, valamint **beletekerés**, és a folyamatjelző sáv megléte (18. ábra) többek számára javította volna az élményt. Apró részlet volt, de több esetben is zavarónak bizonyult, hogy a modellek a sétálás végén nem ugyanott (kezdő pozíció) állnak meg, így több modell videója is mozdulat közben ér véget, így olyan hatást keltve, mintha lefagyott volna a szoftver.



18. ábra: Példa folyamatjelző sáv beépítésére

- A modellek kiválasztása több esetben véletlenül történt meg, ennek orvoslására a gomb máshova helyezését javasolták. Az ikonra vonatkozóan pedig egy jelölőnégyzet (**check box**) használata merült fel javaslatként, amely elem széles körben ismert. Felmerült továbbá a kérdés a modellek számát illetően, valamint az a lehetőség, ha név szerint, vagy valamilyen ismertetőjel alapján szeretne a felhasználó keresni.
- A felhasználói élményt nagymértékben rontotta a folyamat végén problémát jelentő és bizonytalanságot, frusztrációt keltő „**done**” felirat. Főként amiatt mert nem adott visszajelzést, továbbá mert nem volt konzekvens, nem úgy működött, mint amit vártak a felhasználók. Emellett a „done” felirat állapotjelző volt, de nem adott választ a panelen szereplő kérdésre.
- A panelmozgatásnak nagy sikere volt, kontrollérzést adott a felhasználóknak, vszemélyre szabhatóságot biztosított. Ezt az onboarding során is be kéne mutatni, mint lehetőséget, illetve felmerült az igény, hogy az egyéni panelelrendezés **elmenthető** legyen.
- Amiatt, hogy a terméket különböző korcsoportok is használhatják, melyek között a felhasználási szokásokban nem elhanyagolhatóak a különbségek, felmerült az igény a korosztályok szerinti **szoftververziók** kialakítására. Ennek egy lehetséges módja a laikus felhasználókat segítő funkciók beépítése (pl. részletesebb onboarding, hand tracking kipróbálása, hagyományos affordanciák- legördülő sáv). Érdeemes lenne ezen funkciókat opcionálissá, vagy kikapcsolhatóvá tenni, ugyanis a skillek elsajátításával, valamint rutinszerzéssel feleslegessé válnak.

- Az analitikus vizsgálatok során szembeűnő volt, hogy egy XR termék használatának bizonyos aspektusai (hand tracking, panelmozgatás stb.) még a szakértők számára sem egyértelműek és megszokottak. Emiatt érdemes lenne a cég által egy **edukációs platform** létrehozása a potenciális felhasználók számára. Ez a felület egyfajta érzékenyítő szerepet tudna betölteni az innovatív világ bemutatásával, XR-ral kapcsolatos fogalmak ismertetésével, fejlesztések bemutatásával, valamint a használat sajátosságainak (gesztúrák) megismertetésével.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakirodalmi összefoglaló világossá tette, hogy az eXtended Reality (XR) egy olyan gyűjtőfogalom, amely magába foglalja az Augmented Reality-t (AR), a Virtual Reality-t (VR) és a Mixed Reality-t (MR). Ezek a különböző technológiák az XR tartományán belül a virtuális környezetben való elmélyülésük, a valós és a virtuális világ közötti interakció szintje alapján vannak csoportosítva. A szakirodalmak alapján jól látszott, hogy ezek a fogalmak még a szakértőkben is keverednek és az XR egy nem jól ismert ernyőfogalom még. Ez egy esetben a heurisztikus szakértők körében is előkerült. Az analitikus vizsgálatok ID1 alanya nem értette, hogy a szoftvertermék miért XR, amikor ő VR tartalomnak gondolta a látottakat.

A termék továbbfejlesztése empirikus és analitikus vizsgálatok segítségével történt. Az empirikus vizsgálatokat két pilot vizsgálattal kezdtük, amelyre az innovatív technológia bizonytalansága miatt volt szükségünk. Úgy tűnik, hogy egy ennyire jövőbe mutató technológia tesztelése során az empirikus használhatósági vizsgálati protokoll összeállítása is igen sok bizonytalanságot rejthet, így a pilot vizsgálatok relevanciája kiemelten fontos.

Végeredményül megállapítható, hogy a kutatási módszertan együttes jól működött, az empirikus és az analitikus vizsgálatok alapján is releváns mennyiségű javaslat került megfogalmazásra, amelyek egy részének javítása hozzájárult a különböző „érettségű” prototípusok fejlesztéséhez. A *handtracking* funkció iránt érzékelhető volt a felhasználók nyitottsága és érdeklődése, de az még biztosan további fejlesztést igényel, egyrészt az újfajta interakciók oktatása, másrészt pedig a tér sajátosságaihoz illeszkedő új gesztusok beépítése is szükséges lenne. Továbbá segítené a funkció sikerességét a jelenlegi 2D-s eszközhasználatból megszokottá vált mozdulatok, valamint a hand tracking által felismert mozdulatár közelítése.

Az analitikus vizsgálatok pilot tesztelése alapján nem volt szükség a folyamat módosítására. A vizsgálat során a szakértők sok esetben hasonló problémákra világítottak rá, és azok megoldására számos javaslatot tettek. A széleskörben elismert azonban hagyományos weblapok és applikációk megfelelőségére fókuszáló heurisztikák (9.5.1. melléklet) közül több irányelv az XR felhasználói felülete esetében is aktuálisnak bizonyult, ilyen például a súgó, valamint a short cutok megléte.

Az is egyértelműen elmondható volt, hogy az *onboarding* folyamat megfelelő kialakítása továbbgondolandó. Az empirikus vizsgálatoknál minden potenciális felhasználó értetlenkedett ezekkel kapcsolatban, míg a szakértők megerősítették, hogy meglehetősen érdekes, hogy nem lehet interakcióba lépni a funkciókat bemutató kártyákkal.

Ezekon kívül az analitikus vizsgálatok alapján körvonalazódott még az ökológiai validitás növelésének az igénye is. Egyrészt fizikai elemek elhelyezésére a térben (pl. parafatábla, csipesz), vagy akár más szoftverekből ismert funkciók beépítése (jegyzetelés, videóba beletekérés, profilbeállítások és azok elmentése), továbbá való életben használt gesztusok felismerése (panel két kézzel papírlaphoz hasonló megemelése).

Továbbá egyéb valós mozgások élethű beépítése is nevesítve lett ID6 által (például kanapén ücsörgés, perspektíva váltás, modellek körbesétálása), valamint más személyekkel való interakció közös szoftverhasználat által (shared space).

A korábban említett potenciális felhasználók edukálása tehát igen fontos a jövőre nézve, annak érdekében, hogy a téma iránt érdeklődők megismerjék, felfedezzék majd hatékonyan használják a terméket, és általa újfajta élményekkel gazdagodjanak.

Elmondható tehát, hogy mind az empirikus, mind az analitikus vizsgálatok hasznos visszajelzéseket adtak. Az alapvető különbség az volt, hogy az analitikus vizsgálat észrevételei átfogóbbak voltak, így azok bármilyen XR szoftvertermék tervezéshez felhasználhatók, amelyek figyelembevétele nagymértékben javítja a felhasználói élményét. Ezzel szemben az empirikus eredmények konkrét, de általánosabb fejlesztési ötleteket adtak. Ami mindkét vizsgálat során közös az pedig designt kiegészítő elemek (például vezérlés és hangalapú elemek) fejlesztése az XR környezet általános valóság-hűségének javítása érdekében (1. táblázat).

1. táblázat: Empirikus és analitikus vizsgálatok különbségei és hasonlóságai

Empirikus vizsgálat	Analitikus értékelés
Kisebb, megjelenéshez köthető hibák (pl. zavaró háttérszín, kisméretű gombok)	Átfogó design észrevételek (pl. túlsúlyosság, konzisztencia hiánya)
Nem megfelelő vizualizáció, elhelyezkedés funkciók logikátlan csoportosítása	Személyreszabhatóság hiánya, szoftverváltozatok létrehozása
Onboarding hiánya	Tanulhatóság teljeskörű fejlesztése (onboarding megoldáson túlmutatóan)
Nagyobb hangsúly az XR környezet átfogó kidolgozása során (pl. gesztúrák, vizuális jelzések, mozgás, hangzás)	

7.1. Kutatás korlátai

A 2 hetes fejlesztési időtartamok rövidnek bizonyultak az empirikus vizsgálatok során a fejlesztési javaslatok teljes körű beépítéséhez, érdemes lett volna hosszabb időt hagyni a változtatások átbeszélésére és implementálásra.

A használhatósági vizsgálatokat minden körben 4 fővel terveztük, de végül az egyik körre öt felhasználót sikerült toborozni. Ez kismértékben torzíthatta az eredmények összemérhetőségét.

A vizsgálatba nem volt lehetőségünk divatipari szereplőket bevonni, annak magas költségvonzata miatt. Ez is torzította az eredményeket. Ha a termék kiadásra kész változata elkészül, akkor előtte érdemes lenne újra lefolytatni velük is hasonló vizsgálatot.

Az analitikus vizsgálatra felkért szakértők között volt néhány olyan, aki kevesebb UX/UI tapasztalattal rendelkezett, jellemzően ezek az alanyok fogalmaztak meg több, kisebb részletekre vonatkozó meglátásokat.

8. IRODALOMJEGYZÉK

Adriana Cárdenas-Robledo, Leonor, Óscar Hernández-Urbe, Carolina Reta, and Jose Antonio Cantoral-Ceballos. 2022. 'Extended Reality Applications in Industry 4.0. – A Systematic Literature Review'. *Telematics and Informatics* 73 (July 2021). <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101863>.

Aghaei, Sareh, Mohammad Ali Nematbakhsh, and Hadi Khosravi Farsani. 2012. 'Evolution of the World Wide Web: From Web 1.0 to Web 4.0'. *International Journal of Web & Semantic Technology (IJWesT)* 3 (1): 1–10. <http://airccse.org/journal/ijwest/papers%5Cn%5Cn>.

Almeida, Fernando Luis. 2017. 'Concept and Dimensions of Web 4.0'. *International Journal*

of *Computers & Technology* 16 (7): 7040–46. <https://doi.org/10.24297/ijct.v16i7.6446>.

Azuma, Ronald T. 1997. 'A Survey of Augmented Reality'. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6 (4): 355–85.

Åsa Fast-Berglund, Liang Gong, Dan Li. 2018 'Testing and validating Extended Reality (xR) technologies in manufacturing, *Procedia Manufacturing*' 25 (1): 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.054>.

Bakonyi, Péter, András György, and Beatrix Tóth. 2007. 'Az Internet Jövője'.

Bangor, Aaron, Philip T Kortum, and James T Miller. 2008. 'An Empirical Evaluation of the System Usability Scale'. *International Journal of Human–Computer Interaction* 24 (6): 574–94. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>.

Beck, Julia, Mattia Rainoldi, and Roman Egger. 2019. 'Virtual Reality in Tourism: A State-of-the-Art Review'. *Tourism Review* 74 (3): 586–612.

Bello, Sururah A., Lukumon O. Oyedele, Olugbenga O. Akinade, Muhammad Bilal, Juan Manuel Davila Delgado, Lukman A. Akanbi, Anuoluwapo O. Ajayi, and Hakeem A. Owolabi. 2021. 'Cloud Computing in Construction Industry: Use Cases, Benefits and Challenges'. *Automation in Construction* 122: 103441. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103441>.

Berryman, Donna R. 2012. 'Augmented Reality: A Review'. *Medical Reference Services Quarterly* 31 (2): 212–18.

Billinghurst, Mark, Adrian Clark, and Gun Lee. 2015. 'A Survey of Augmented Reality'. *Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction* 8 (2–3): 73–272.

Bown, Johnathan, Elisa White, and Akshya Boopalan. 2017. 'Chapter 12 - Looking for the Ultimate Display: A Brief History of Virtual Reality'. In , edited by Jayne Gackenbach and Johnathan B T - Boundaries of Self and Reality Online Bown, 239–59. San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804157-4.00012-8>.

Carmigniani, Julie, Borko Furht, Marco Anisetti, Paolo Ceravolo, Ernesto Damiani, and Misa Ivkovic. 2011. 'Augmented Reality Technologies, Systems and Applications'. *Multimedia Tools and Applications* 51 (1): 341–77. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>.

Chen, Yunqiang, Qing Wang, Hong Chen, Xiaoyu Song, Hui Tang, and Mengxiao Tian. 2019. 'An Overview of Augmented Reality Technology'. *Journal of Physics: Conference Series* 1237 (2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>.

Choudhury, Nupur. 2014. 'World Wide Web and Its Journey from Web 1.0 to Web 4.0'. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)* 5 (6): 8096–8100.

Chuah, S.H.W., 2018. Why and who will adopt extended reality technology? 'Literature review, synthesis, and future research agenda'. *Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3300469>

Eckert, Martin, Julia S Volmerg, and Christoph M Friedrich. 2019. 'Augmented Reality in Medicine: Systematic and Bibliographic Review'. *JMIR MHealth and UHealth* 7 (4): e10967.

Farah, Maya F, Zahy B Ramadan, and Dana H Harb. 2019. 'The Examination of Virtual Reality at the Intersection of Consumer Experience, Shopping Journey and Physical Retailing'. *Journal of Retailing and Consumer Services* 48: 136–43.

- Feiner, Steven, Blair MacIntyre, Marcus Haupt, and Eliot Solomon. 1993. 'Windows on the World: 2D Windows for 3D Augmented'. *UIST 1993 - Proceedings of the 6th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 145–55. <https://doi.org/10.1145/168642.168657>.
- Geszten, Dalma, Balázs Péter Hámornik, Anita Komlodi, Károly Hercegfí, Bálint Szabó, and Alyson Young. 2015. 'Qualitative Analysis of User Experience in a 3D Virtual Environment'. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology* 52 (1): 1–4.
- Geszten, Dalma, Anita Komlódi, Károly Hercegfí, Balázs Hámornik, Alyson Young, Máté Köles, and Wayne G Lutters. 2018. 'A Content-Analysis Approach for Exploring Usability Problems in a Collaborative Virtual Environment'.
- Griffin, Tom, Juleigh Giberson, Seung Hwan Mark Lee, Daniel Guttentag, Maria Kandaurova, Ksenia Sergueeva, and Frederic Dimanche. 2017. 'Virtual Reality and Implications for Destination Marketing'.
- Héder, Mihály. 2020. 'A Criticism of AI Ethics Guidelines'. *Információs Társadalom* 20 (4): 57–73.
- Hercegfí, Károly, Anita Komlódi, Bálint Szabó, Máté Köles, Emma Lógó, Balázs P Hámornik, and Gyöngyi Rózsa. 2015. 'Experiences of Virtual Desktop Collaboration Experiments'. In *2015 6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 375–79. IEEE.
- Hiremath, Banesh K, and Anand Y Kenchakkanavar. 2016. 'An Alteration of the Web 1.0, Web 2.0 and Web 3.0: A Comparative Study'. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research* 2 (4): 705–10.
- Jääskeläinen, Riitta. 2010. 'Think-Aloud Protocol'. In *Handbook of Translation Studies*, edited by Yves Gambier and Luc van Doorslaer, 371–72. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Jeon, Chihyung. 2015. 'The Virtual Flier: The Link Trainer, Flight Simulation, and Pilot Identity'. *Technology and Culture*, 28–53.
- Jerdan, Shaun W, Mark Grindle, Hugo C Van Woerden, and Maged N Kamel Boulos. 2018. 'Head-Mounted Virtual Reality and Mental Health: Critical Review of Current Research'. *JMIR Serious Games* 6 (3): e9226.
- Kákai, László, and Petra Hamerli. 2019. 'Az Informatikai Fejlődés. Az Internet Elterjedésének Jelentősége És Hatása a Kutatómunkára'. In *Digitális Forradalom Világunkban*, edited by Judit Dombi and Dávid Rimai, 85–108. Pécs: Instituio. http://www.ckh.hu/sites/default/files/letoltesek-file/digitalis_forradalom.pdf#page=86.
- Khaleel Ibrahim, Asaad. 2021. 'Evolution of the Web: From Web 1.0 to 4.0'. *Qubahan Academic Journal* 1 (3): 20–28. <https://doi.org/10.48161/qaj.v1n3a75>.
- Kosko, K. W., Ferdig, R. E., & Zolfaghari, M. 2021. 'Preservice teachers' professional noticing when viewing standard and 360 video.' *Journal of Teacher Education*, 72 (3): 284–297. <https://doi.org/10.1177/0022487120939544>
- Lee C, Rincon GA, Meyer G, Höllerer T, Bowman DA. 2013 'The effects of visual realism on search tasks in mixed reality simulation.' *IEEE Trans Vis Comput Graph*. 19 (4): 547-56. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2013.41>.

- Lewis, James R. 2018. 'The System Usability Scale: Past, Present, and Future'. *International Journal of Human-Computer Interaction* 34 (7): 577–90. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>.
- Machado, Luís Miguel Oliveira, Renato Rocha Souza, and Maria da Graça Simões. 2019. 'Semantic Web or Web of Data? A Diachronic Study (1999 to 2017) of the Publications of Tim Berners-lee and the World Wide Web Consortium'. *Journal of the Association for Information Science and Technology* 70 (7): 701–14.
- Manzari, L., & Trinidad-Christensen, J. 2006. 'User-Centered Design of a Web Site for *Library and Information Science Students: Heuristic Evaluation and Usability Testing*.' *Information Technology and Libraries*, 25 (3): 163–169. <https://doi.org/10.6017/ital.v25i3.3348>
- Medlock, Michael C., Dennis Wixon, Mick McGee, and Dan Welsh. 2005. 'The Rapid Iterative Test and Evaluation Method: Better Products in Less Time'. In *Cost-Justifying Usability*, 489–517. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-012095811-5/50017-1>.
- Megyeri, Mária, and Bálint Szabó. 2021. 'Első Szoftverhasználatot Segítő Megoldások Hatékonyságának Vizsgálata Szemmozgáskövetéssel'. *Marketing & Menedzsment* 55 (Különszám 1.): 83–94. <https://doi.org/10.15170/mm.2021.55.ksz.01.08>.
- Milgram, Paul, and Fumio Kishino. 1994. 'A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays'. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems* 77 (12): 1321–29.
- Miller, Mark Roman, Hanseul Jun, Fernanda Herrera, Jacob Yu Villa, Greg Welch, and Jeremy N. Bailenson. 2019. 'Social Interaction in Augmented Reality'. *PLoS ONE* 14 (5): 1–26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216290>.
- Montori, Federico, Luca Bedogni, Marco Di Felice, and Luciano Bononi. 2018. 'Machine-to-Machine Wireless Communication Technologies for the Internet of Things: Taxonomy, Comparison and Open Issues'. *Pervasive and Mobile Computing* 50: 56–81. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2018.08.002>.
- Nielsen, J. 1994. 'Enhancing the explanatory power of usability heuristics.' *Proc. ACM CHI'94 Conf.* Boston, MA, April 24-28, 152-158.
- O'reilly, Tim. 2009. *What Is Web 2.0*. 'O'Reilly Media, Inc.'
- Obead Alhadreti and Pam Mayhew. 2018. 'Rethinking Thinking Aloud: A Comparison of Three Think-Aloud Protocols.' In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '18)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Paper 44, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173618>
- Park, Minjung, Hyunjo Im, and Do Yuon Kim. 2018. 'Feasibility and User Experience of Virtual Reality Fashion Stores'. *Fashion and Textiles* 5 (1): 1–17.
- Perannagari, Krishna Teja, and Somnath Chakrabarti. 2020. 'Factors Influencing Acceptance of Augmented Reality in Retail: Insights from Thematic Analysis'. *International Journal of Retail & Distribution Management* 48 (1): 18–34.
- Pintér, Róbert. 2004. 'A Magyar Információs Társadalom Fejlődése És Fejlettsége a Fejlesztők Szempontjából'. Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Plakas, George, S T Ponis, K Agalinos, E Aretoulaki, and S P Gayialis. 2020. 'Augmented Reality in Manufacturing and Logistics: Lessons Learnt from a Real-Life Industrial

Application'. *Procedia Manufacturing* 51: 1629–35.

Pranay, Kujur, and Bijoy Chhetri. 2015. 'Evolution of World Wide Web: Journey From Web 1.0 to Web 4.0'. *International Journal of Computer Science and Technology* 6 (1): 134–38.

Quiñones, D., Rusu, C., & Rusu, V. 2018. 'A methodology to develop usability/user experience heuristics'. *Computer Standards & Interfaces* 59 (C): 109–129. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2018.03.002>

Rauschnabel, Philipp A., Reto Felix, Chris Hinsch, Hamza Shahab, and Florian Alt. 2022. 'What Is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality'. *Computers in Human Behavior* 133 (March): 107289. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107289>.

Rauschnabel, Philipp A, Barry J Babin, M Claudia tom Dieck, Nina Krey, and Timothy Jung. 2022. 'What Is Augmented Reality Marketing? Its Definition, Complexity, and Future'. *Journal of Business Research*. Elsevier.

Renganayagalu, Sathiya Kumar, Steven C Mallam, and Salman Nazir. 2021. 'Effectiveness of VR Head Mounted Displays in Professional Training: A Systematic Review'. *Technology, Knowledge and Learning*, 1–43.

Rogers, Yvonne, Helen Sharp, and Jenny Preece. 2011. *Interaction Design: Beyond Human - Computer Interaction*. 3rd ed. Wiley Publishing.

Rosenbaum, Stephanie, Janice Anne Rohn, and Judee Humburg. 2000. 'A Toolkit for Strategic Usability: Results from Workshops, Panels, and Surveys'. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings* 2 (1): 337–44. <https://doi.org/10.1145/332040.332454>.

Rossi, Silvia, Irene Viola, Laura Toni, and Pablo Cesar. 2021. 'From 3-DoF to 6-DoF: New Metrics to Analyse Users Behaviour in Immersive Applications'. *ArXiv Preprint ArXiv:2112.09402*.

Rubin, Jeffrey, Dana Chisnell, and Jared Spool. 2008. *Handbook of Usability Testing: Howto Plan, Design, and Conduct Effective Tests Cover*.

Sala, Nicoletta. 2021. 'Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Education: A Brief Overview'. *Current and Prospective Applications of Virtual Reality in Higher Education*, 48–73.

Seidametova, Zarema S, Zinnur S Abduramanov, and Girey S Seydametov. 2021. 'Using Augmented Reality for Architecture Artifacts Visualizations'. In . *CEUR Workshop Proceedings*.

Şen, Güzin, and Bahar Şener. 2022. 'Experience Prototyping through Virtual Reality Head-Mounted Displays: Design Appraisals of Automotive User Interfaces'. *The Design Journal* 25 (5): 807–27.

Shneiderman, Ben. 2020. 'Bridging the Gap between Ethics and Practice: Guidelines for Reliable, Safe, and Trustworthy Human-Centered AI Systems'. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)* 10 (4): 1–31.

Shneiderman, Ben, Catherine Plaisant, Maxine S. Cohen, and Steven M. Jacobs. 2009. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. 5th ed. Pearson.

- Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., and Elmqvist, N. 2016. 'Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction'. Sixth Edition, Pearson.
- Speicher, Maximilian, Brian D. Hall, and Michael Nebeling. 2019. 'What Is Mixed Reality?' *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300767>.
- Suh, A., & Prophet, J. 2018. 'The state of immersive technology research: A literature analysis.' *Computers in Human Behavior*, 86 (1): 77–90. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.019>
- Szabó Bálint (2023). Felhasználó-központú szempontok megjelenése a szoftverfejlesztés folyamataiban. Doktori értekezés. Budapest: Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem. <https://repozitorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/51365/ertekezes.pdf>
- Szűts, Zoltán, and Yoo Jinil. 2016. 'Big Data , Az Információs Társadalom Új Paradigmája'. *Információs Társadalom* 16 (1): 8–28.
- Usability.GOV. 2013. 'Running a Usability Test'. 2013. <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/running-usability-tests.html>.
- Velev, D. 2009. 'Defining Basic Components of Web 3.0 Applications'. *Proc. DSS*, 240–43.
- Webster, Frank. 2002. 'The Network Society'. In *Theories of the Information Society*, 109–28. New York, USA: Routledge.
- Yung, Ryan, and Catheryn Khoo-Lattimore. 2019. 'New Realities: A Systematic Literature Review on Virtual Reality and Augmented Reality in Tourism Research'. *Current Issues in Tourism* 22 (17): 2056–81.
- Zhang, Z., Basili, V. & Shneiderman, B. 1999. 'Perspective-based Usability Inspection: An Empirical Validation of Efficacy.' *Empirical Software Engineering* 4 (1): 43–69. <https://doi.org/10.1023/A:1009803214692>
- Zimmerman, Carissa A, and Colleen M Kelley. 2010. "I'll Remember This!" Effects of Emotionality on Memory Predictions versus Memory Performance'. *Journal of Memory and Language* 62 (3): 240–53.