Többrétegű rendszerszemléletű megközelítés a felhasználói- és játékosélmény modellezéséhez interaktív digitális környezetekben

Dr. Guzsvinecz Tibor

2026. április 14.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés **2**
1.1. Perceptuális-kognitív alapok 3
1.2. Részvételi feltételek és korlátok digitális környezetekben 3
1.3. Strukturális-affektív dinamikák és modellezés 4
1.4. A felhasználói és játékélmény javasolt modellje 4
1.5. A tézisfüzet felépítése 5
1.6. Statisztikai jelölések 5

2. Első téziscsoport: Perceptuális-kognitív réteg **6**
2.1. Az immerzió és az emberi tulajdonságok hatása a távolságbecslésre virtuális környezetekben 6
2.2. A hanglokalizáció befolyásolása immerzív környezetekben 11

3. Második téziscsoport: Részvételi feltételek és akadálymentesség rétege **15**
3.1. A kiberbetegség mint visszatérő korlát a kereskedelmi VR-játékokban 15
3.2. Az akadálymentesség mint strukturális részvételi korlát 19

4. Harmadik téziscsoport: Strukturális-affektív réteg **22**
4.1. A felső szintű műfaj mint affektív makroarchitektúra 22
4.2. Játékos-interakciós módok mint mezo-strukturális affektív operátorok 25
4.3. Tervezési paradigmák és alműfajok mint mikro-strukturális affektív operátorok 27

5. Diszkusszió és következtetések **32**

1. Bevezetés

A jelen habilitációs tézisfüzetben bemutatott kutatásomban a digitális felhasználói élményt (user experience, UX) és a játékélményt (player experience, PX) olyan komplex ember-számítógép interakciós rendszerként értelmezem, amely egy többrétegű modellben írható le. Ahelyett, hogy a digitális környezeteket és játékokat csak kulturális vagy szórakoztató termékként vizsgálnám, interaktív információs rendszerekként kezelem őket. Ebben a modellben a felhasználó, illetve játékos a rendszer szerves részévé válik, nem csupán passzív megfigyelő. A játékmotor ingereket szolgáltat, a játékos ezeket érzékeli és reagál rájuk, a reakciókat pedig a program logikája értelmezi. Informatikai szempontból ez az interakció egy visszacsatolás-orientált rendszerként írható le, amely összeköti az emberi észlelést és a szoftverarchitektúrát.

Az UX és PX tehát egy integrált interakciós rendszer eredményeként kezelhető. Az immerziót, az akadálymentesítést, a játékmechanikákat és az érzelmi kifejezést nem különálló kutatási területekként, hanem egy közös modellen belül vizsgálom. Megközelítésem formális modellezést és adatelemzést ötvöz, hogy jobban megértsük, hogyan hatnak egymásra ezek az elemek. Az általam javasolt modell három elkülönülő, de szorosan összekapcsolódó rétegre épül:

1. **Perceptuális-kognitív réteg:** Ebben a rétegben azt vizsgálom, hogy az immerzív technológiák hogyan befolyásolják az észlelést és a kognitív feldolgozást – hogyan alakul a térbeli tudatosság, az érzékszervek összehangolt működése és a felhasználói viselkedés, amikor az interakció digitális környezetben zajlik.

2. **Részvételi feltételek és korlátok rétege:** Ebben a rétegben azt tárgyalom, mi korlátozza az alkalmazások használatát. Fiziológiai tényezők, mint a kiberbetegség, valamint az akadálymentesítéssel kapcsolatos tervezési döntések olyan elemekként jelennek meg, amelyek meghatározzák, ki és milyen feltételek mellett tud használni egy adott digitális környezetet.

3. **Strukturális-affektív réteg:** Ebben a rétegben arra helyeződik a hangsúly, hogy a játékmenet szerkezete és a szabálystruktúrák hogyan kapcsolódnak az érzelmi kifejezés mintázataihoz. A nagymintás játékosvisszajelzésben megfigyelhető érzelmi válaszokat az interakciótervezés, a műfaji jellemzők és a játéktervezési tendenciák összefüggésében értelmezem.

A három réteg együtt egy olyan egységes keretet ad, amelyben a felhasználói- és a játékélményt különböző szinteken értelmezem. A legközvetlenebb szinten az észlelés határozza meg, hogyan érzékeljük és értelmezzük az interakciót. A következő szinten az határozza meg az élményt, hogy a felhasználók mennyire tudják korlátozó tényezők nélkül, megfelelő módon használni a rendszert, amit a tervezési döntések alapvetően befolyásolnak. A legátfogóbb szinten a játékmenet szerkezete és a műfaji jellemzők járulnak hozzá a játékos-diskurzusban megfigyelhető visszatérő érzelmi és értékelő mintázatokhoz.

1.1. Perceptuális-kognitív alapok

Az interakció legközvetlenebb szintjén az immerzív digitális környezetek meghatározzák, hogyan jelenik meg és miként észlelhető az érzékszervi információ. Az immerzív virtuális környezetek (immersive virtual environments, IVE-k) befolyásolják a térbeli ingerek feldolgozását, a test térbeli helyzetének érzékelését, valamint a vizuális és auditív információk összehangolását. Ennek következtében az észlelés ezekben a környezetekben lényegesen eltér a hagyományos, képernyőalapú interakciótól.

A habilitációs tézisfüzetemben bemutatott eredményeim azt mutatják, hogy az immerzió és a felhasználók tulajdonságai együttesen befolyásolják az egocentrikus és exocentrikus távolságbecslést, valamint a hanglokalizációt is **[GT1–GT15]**. Ezek a különbségek nem csupán a kijelző minőségéből vagy a grafikai részletességből fakadnak. Maga az észlelés is megváltozik attól függően, hogyan érkezik és hogyan kerül feldolgozásra az érzékszervi információ.

Informatikai szempontból az immerzív rendszerek megváltoztatják az ember-számítógép interakció feltételeit. Ahogyan a szoftver az információt előállítja és megjeleníti, az befolyásolja, hogyan értelmezi azt a felhasználó és hogyan reagál rá. Az UX és PX így már az észlelés szintjén formálódik, még mielőtt a játékmechanikák vagy a narratív elemek bármilyen érzelmi hatást fejtenének ki.

1.2. Részvételi feltételek és korlátok digitális környezetekben

Az interaktív rendszerekben a korlátok meghatározzák, hogy a felhasználók hogyan és mennyire tudják használni a rendszert. Digitális környezetekben ezek a korlátok két oldalról formálódnak: a felhasználók adottságaiból és a szoftvertervezési döntésekből.

Ennek egyik kiemelt példája a kiberbetegség az immerzív virtuális környezetekben. Több mint egymillió felhasználó által írt értékelés elemzése azt mutatja, hogy a mozgással kapcsolatos diszkomfort nem ritka vagy elhanyagolható panasz, hanem a virtuális valóság (virtual reality, VR) élmények visszatérő és jól azonosítható jellemzője **[GT16]**. Az ilyen hatások befolyásolják, hogy a felhasználók mennyi ideig és mennyire kényelmesen tudnak egy rendszerrel interakcióba lépni, és ezért gyakorlati következményeik vannak az IVE-k tervezésére nézve.

A fiziológiai tényezők mellett az akadálymentességi megoldások is meghatározó szerepet játszanak abban, hogy a felhasználók mennyire tudják használni a digitális környezeteket. Az akadálymentesítési funkciók nem egységesen kerülnek implementálásra a játékokban, számuk sem nő feltétlenül az idő előrehaladtával. Jelenlétük és kidolgozottságuk szorosan kapcsolódik a műfaji jellemzőkhöz és a játékmódokhoz – ez különösen igaz többjátékos környezetekben. Mindez arra utal, hogy az akadálymentesség a játékok tervezésének szerves része, nem pedig egy utólagos kiegészítés **[GT17]**.

Az eredményeim azt mutatják, hogy a rendszer használhatósága a felhasználók adottságai, esetleges korlátaik és a tervezési döntések együttes hatásából fakad. A használhatóság tehát nem tekinthető a rendszer önálló tulajdonságának, hanem

dinamikusan alakul attól függően, hogy a felhasználók képességei és a tervezési megoldások hogyan illeszkednek egymáshoz.

1.3. Strukturális-affektív dinamikák és modellezés

Az UX és PX nemcsak kontrollált kísérleti körülmények között tanulmányozható, hanem nagymintás szöveges adatokban is. Több tízmillió Steam-értékelés elemzése azt mutatja, hogy a játékosok érzelmi kifejezésmódja felismerhető mintázatokat követ, amelyek nem magyarázhatók pusztán azzal, hogy a játékosok különböznek egymástól. Ezek a mintázatok szorosan kapcsolódnak magához a játéktervezéshez. Három összekapcsolódó szint különíthető el.

Egyrészt a felső szintű műfajok (top-level genres, TLG-k) tágabb keretet adnak a játékoknak. Ezek eltérnek abban, hogyan épül fel a játékmenet, mennyire gyors, milyen az interakció magával a játékkal, illetve hogyan bontakozik ki a történet. Milliónyi szöveges értékelés alapján a TLG-k különböznek egymástól az érzelmi valencia, az értékelés hossza, az értékelésig eltelt játékidő és az érzelemösszetétel tekintetében **[GT18]**. Másrészt a játékkal való interakciós módok (player engagement modes, PEM-ek) – mint az egyjátékos, kooperatív vagy többjátékos formátumok – mezo-strukturális szinten működnek. Míg a TLG-k tartalomalapú osztályozást adnak, a PEM-ek az interakció módját írják le. Meghatározzák, hogyan viszonyulnak a játékosok a rendszerhez és egymáshoz. Ez hatással van arra is, hogy mit és hogyan írnak le az élményről, hogyan mesélik el azt, és mikor születnek az értékelések **[GT19]**. Harmadrészt, a specifikus tervezési paradigmák és alműfajok mikro-strukturális szinten működnek. Ide tartoznak például a komoly kockázattal járó, készségre építő játékelemek (mint a Soulslike mechanikák), az immerzív VR-játékok, a térbeli bizonytalanságra építő megoldások (liminális tereket tartalmazó játékok), vagy a versengésre épülő játékok (e-sport). Ezek befolyásolják, mennyire nehéz egy játék, milyen a játékbeli megtestesülés élménye, milyen a játékosok közötti feszültség, és hogyan működik a játékosok jutalmazása. Ezek a paradigmák jellegzetesek, ugyanakkor stabil affektív mintázatokat generálnak játékok között és az idő múlásával **[GT20–GT29]**.

Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a játékosok érzelmi kifejezésmódját többféle strukturális tényező alakítja egyszerre. Az érzelmek tehát nem véletlenszerűen jelennek meg az értékelésekben, hanem annak eredményeként, ahogyan a szabályrendszerek, az interakciós módok és a fejlődő tervezési gyakorlatok formálják az élményt. Ez a szemlélet összeköti az észleléssel és a részvétellel kapcsolatos alacsonyabb szintű folyamatokat a játékos-diskurzusban megfigyelhető magasabb szintű mintázatokkal. Erre az elgondolásra alapozva a következő alfejezetben mutatom be a többrétegű modellt.

1.4. A felhasználói és játékélmény javasolt modellje

A fent leírt rétegek egy strukturált rendszert alkotnak, amelyben minden szint befolyásolja a következőt. A legközvetlenebb szinten az észlelés határozza meg,

hogyan érzékeljük és értelmezzük az interakciót. A fiziológiai tényezők és az akadálymentesítési szempontok befolyásolják, hogy a felhasználók mennyire tudják a rendszert megfelelően használni. A legátfogóbb szinten pedig a játékmenet szerkezete – a TLG-k, a játékmódok és a konkrét játékmechanikák – alakítja a visszatérő érzelmi és értékelési mintázatokat.

Ebben a habilitációs tézisfüzetben azt állítom, hogy a felhasználói- és a játékélmény ezeknek a rétegeknek a kölcsönhatásából jön létre. A digitális környezeteket ezért nem pusztán technikai megoldásokként értelmezem, hanem olyan ember-számítógép modellként, amelyben a környezet észlelése, a használat és a tervezés szorosan összefonódik. Bár az elemzéseim egyértelmű és stabil tendenciákat tárnak fel, a rendszer nem determinisztikus: a felhasználók tulajdonságai és a szituációs tényezők továbbra is változatosságot eredményeznek. Ez a többrétegű megközelítés adja az alapját a következő fejezetekben bemutatott téziseknek.

1.5. A tézisfüzet felépítése

A következő fejezetek az itt bemutatott modell alapján megfogalmazott habilitációs téziseket mutatják be. A fent említett három réteg mindegyike egy-egy téziscsoportot és egyben egy-egy fejezetet alkot. Ennek megfelelően a 2. fejezet az 1. téziscsoportot, a 3. fejezet a 2. téziscsoportot, a 4. fejezet pedig a 3. téziscsoportot mutatja be. Végül az 5. fejezet tartalmazza a rövid diszkussziót és a következtetéseket. Megjegyzendő, hogy minden téziscsoporton belül egy-egy alfejezet felel meg egy-egy tézisnek.

1.6. Statisztikai jelölések

Minden statisztikai változó és érték az American Psychological Association kézikönyvében (7. kiadás) leírt konvenciók szerint kerül közlésre [1]. A tézisfüzetben továbbá a következő statisztikai rövidítések szerepelnek:

- Átlag (M),
- Szórás (SD),
- Medián (Mdn),
- Standard hiba (SE),
- Konfidenciaintervallum (CI),
- Mintaelemszám (N a résztvevőkre, R az értékelésekre),
- Valószínűség (P),
- Szignifikanciaszint (p),
- Korrelációs együttható (r),
- Spearman-féle rangkorrelációs együttható (r_s),

- Pontbiszeriális korrelációs együttható (r_{pb}),
- Nem standardizált regressziós együttható (b),
- t-statisztika (t),
- F-statisztika (F),
- Mann–Whitney-féle U-statisztika (U),
- Wilcoxon-próba statisztikája (W),
- Cramér-féle V (V),
- Likelihood-arány statisztika (G),
- Khi-négyzet statisztika (χ^2),
- Varianciaanalízis (ANOVA).

2. Első téziscsoport: Perceptuális-kognitív réteg

2.1. Az immerzió és az emberi tulajdonságok hatása a távolságbecslésre virtuális környezetekben

Háttérirodalom és kapcsolódó munkák

A méréseket egy Unityben fejlesztett virtuális környezetben végeztem. A virtuális szoba 12 m × 12 m méretű volt, minimális környezeti jelzésekkel, hogy a becsléseket ne befolyásolják a látható környezeti elemek. A virtuális környezetnek két változata készült el: egy asztali verzió (billentyűzet- és egérvezérléssel) és egy immerzív verzió a Gear VR fejre helyezhető kijelzőhöz (head-mounted display, HMD). A résztvevők a virtuális szoba közepén helyezkedtek el, és nem mozoghattak szabadon; csak a fej, illetve a kamera forgatása volt engedélyezett. A virtuális kamera magasságát minden résztvevő valós testmagasságához igazítottam. Az objektumtípusokat (kockák, hengerek, gömbök) véletlenszerűen változtattam, hogy az objektum alakja ne befolyásolja a becslések pontosságát.

Felhasznált módszertan

A minta $N = 229$ résztvevőből állt, akik közül 157 ($M_{kor} = 19{,}80, SD_{kor} = 2{,}09$) az asztali kijelzőt, 72 ($M_{kor} = 22{,}51, SD_{kor} = 6{,}63$) pedig a Gear VR HMD-t használta. A férfiak közül 128-an az asztali kijelzőt, 49-en a Gear VR HMD-t használták. A nők esetében 29-en, illetve 23-an használták e két eszközt. A mérések során az immerzió szintje volt az elsődlegesen vizsgált tényező. Egocentrikus távolságbecslés esetén a céltárgyak 25 cm és 160 cm közötti távolságokra kerültek elhelyezésre, 15 cm-es lépésközökkel. Minden távolság kétszer jelent meg: egyszer virtuális mérőskálával, egyszer anélkül. Exocentrikus távolságbecslés során két objektum került a résztvevő elé, a köztük lévő távolság 60 cm és 150 cm között

változott, 10 cm-es lépésközökkel. A résztvevők centiméterben adták meg a becsléseiket; a válaszidőt milliszekundumban rögzítettem, majd másodpercre konvertáltam.

Legyen i a résztvevő indexe és j a mérési próba indexe. Jelölje d_j a j-edik mérési próbában lévő valós távolságot, $\hat{d}_{ij}$ pedig az i-edik résztvevő által adott becslést. A relatív becslési hiba az (1). egyenlet szerint definiálható.

$$\epsilon_{ij} = \frac{\hat{d}_{ij} - d_j}{d_j}. \tag{1}$$

Egy becslést akkor tekintettem pontosnak, ha a relatív becslési hiba abszolút értéke nem haladja meg a 10%-ot. A pontossági indikátor $Y_{ij} \in \{0, 1\}$, ahol az 1 pontos becslést jelent, a (2). egyenletben látható.

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ha } |\epsilon_{ij}| \leq 0{,}10, \\ 0 & \text{különben.} \end{cases} \tag{2}$$

A pontos becslés valószínűségét logisztikus regresszióval modelleztem [2]. A logit formula a (3). egyenletben látható.

$$\operatorname{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right). \tag{3}$$

A pontos becslés valószínűségét a (4). egyenletben látható logisztikus regresszióval modelleztem.

$$\operatorname{logit}(P(Y_{ij} = 1)) = \beta_0 + \beta_1 I_c + \beta_2 G_i + \beta_3 D_i + \beta_4 H_i + \beta_5 W_i + \beta_6 V_i + \beta_7 d_j, \tag{4}$$

ahol

- Y_{ij} az i-edik résztvevő pontossági indikátora a j-edik mérési próbában,
- $I_c \in \{0, 1\}$ a c megjelenítő eszközhöz tartozó immerziós szint,
- G_i a résztvevő neme,
- D_i a résztvevő domináns keze,
- H_i a résztvevő testmagassága,
- W_i a résztvevő heti játékóráinak száma,
- V_i a résztvevő korábbi VR-tapasztalata,
- d_j a j-edik mérési próbában lévő valós távolság,
- $\beta_0, \ldots, \beta_7$ regressziós együtthatók.

Bár a (4). egyenletet additív formában írtam fel, az interakciós tényezőket tartalmazó bővített modelleket is becsültem, hogy feltárjam, mely tényezők befolyásolják az immerzió hatásának erősségét és irányát. Ez a módszer lehetővé teszi, hogy az immerziót ne csupán additív prediktorként, hanem olyan tényezőként értelmezzem, amelynek hatása más változók függvényében változik.

A becslési idő (T_{ij}) modellezése lineáris regresszióval történt, az (5). egyenletben látható módon.

$$T_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 I_c + \alpha_2 G_i + \alpha_3 D_i + \alpha_4 H_i + \alpha_5 W_i + \alpha_6 V_i + \alpha_7 d_j + \varepsilon_{ij}, \quad (5)$$

ahol T_{ij} az i-edik résztvevő válaszidejét jelöli a j-edik mérési próbában, $\alpha_0, \ldots, \alpha_7$ regressziós együtthatók, ε_{ij} pedig a reziduális tényező. A többi változót már fentebb definiáltam.

Megjelent egocentrikus és exocentrikus mintázatok

Az eredmények azt mutatják, hogy az immerzió szintje hatással volt a távolságbecslések pontosságára. Egocentrikus távolságok esetén a Gear VR HMD-t használó résztvevők alulbecsülték a távolságokat megközelítőleg 40 cm és 130 cm között, míg az asztali kijelzőt használók pontosabb vagy enyhén felülbecsült eredményeket adtak a nagyobb távolságoknál (130–160 cm). A becslési idők szignifikánsan rövidebbek voltak HMD használatakor, a csökkenés 35% és 57% között mozgott a távolság függvényében. Exocentrikus távolságok esetén viszont a Gear VR HMD használata csökkentette a pontos becslés valószínűségét az asztali kijelzőhöz képest. A pontossági valószínűség csökkenése a távolságtól függően 11,86% és 17,08% között változott.

Az immerzió hatása különbözött a résztvevők között. A nem és a heti játékórák száma szignifikánsan hatott a pontosságra. Rövidebb távolságoknál (60 cm és 70 cm) a férfi résztvevők 80,35%-kal, illetve 90,65%-kal nagyobb valószínűséggel adtak pontos becslést. Nagyobb távolságoknál (110 cm és 120 cm) a heti 3–4 órát játszó résztvevők 83,49%-kal és 92,00%-kal nagyobb valószínűséggel becsültek pontosan. Ezzel szemben egyes csoportok alacsonyabb pontosságot mutattak. A nem játszókhoz képest a heti 11–19 órát játszó résztvevők 65,94%-kal kisebb valószínűséggel becsültek pontosan 40 cm-nél. A heti 1–2 órát játszók szintén kevésbé voltak pontosak: 64,97%-kal és 55,38%-kal kisebb valószínűséggel adtak pontos becslést 40 cm-nél, illetve 145 cm-nél. A korábbi VR-tapasztalat pozitív hatást mutatott rövidebb távolságoknál: az ilyen tapasztalattal rendelkező résztvevők 68,55%-kal nagyobb valószínűséggel becsültek pontosan 40 cm esetében.

Az interakciós tényezők vizsgálatánál ezek a hatások jelentősen felerősödtek. Például a heti 1–2 órát játszó résztvevők 88,88%-kal kisebb valószínűséggel becsültek pontosan 55 cm-nél, míg a heti 11–19 órát játszó, korábbi VR-tapasztalattal nem rendelkező résztvevők 84,85%-kal kisebb valószínűséggel adtak pontos becslést 100 cm-nél. Egyes kombinált tényezőkonfigurációknál a pontossági valószínűség csökkenése meghaladta a 90%-ot.

Ezek az eredmények arra utalnak, hogy az immerzió nem befolyásolja egyformán a becslések pontosságát. Hatása olyan tényezőktől függ, mint a távolság

nagysága, a távolságbecslés típusa és a felhasználó egyéni jellemzői.

A sebesség és pontosság közötti kapcsolat

Az eredményeim alapján megállapítható, hogy az átlagos válaszidő alacsonyabb volt immerzív VR-ban ($I_c = 1$), mint nem immerzív asztali kijelzővel ($I_c = 0$). Ezt formálisan a (6). egyenlet fejezi ki.

$$M(T_{ij} \mid I_c = 1) < M(T_{ij} \mid I_c = 0). \tag{6}$$

A pontos becslések valószínűsége azonban csökkent immerzió ($I_c = 1$) esetén a nem immerzív verzióhoz ($I_c = 0$) képest, ahogyan azt a (7). egyenlet mutatja.

$$P(Y_{ij} = 1 \mid I_c = 1) < P(Y_{ij} = 1 \mid I_c = 0). \tag{7}$$

A Spearman-féle rangkorreláció eredményei alapján (lásd 1. táblázat) nem volt érdemi korreláció a válaszidő és a pontos egocentrikus/exocentrikus távolságbecslések száma között.

1. táblázat. A válaszidő és a pontos távolságbecslések száma közötti korreláció.

	Egocentrikus becslés	Exocentrikus becslés
Teljes adathalmaz	$r_s(4\,578) = -,067$, $p < ,001$	$r_s(4\,578) = ,080$, $p < ,001$
Asztali kijelző	$r_s(3\,138) = -,075$, $p < ,001$	$r_s(3\,138) = ,070$, $p < ,001$
Gear VR HMD	$r_s(1\,438) = ,000$, $p = ,989$	$r_s(1\,438) = ,010$, $p = ,520$

Az eredmények értelmezése

Az immerzió szintje nem vezet be állandó torzítást, hanem megváltoztatja, hogyan észlelik és értelmezik az emberek a térbeli információt. Ez a hatás mind az egocentrikus, mind az exocentrikus távolságbecslésben megjelenik, és nem egyforma minden résztvevőnél. A változások nagysága és iránya a felhasználó tulajdonságaitól és jellemzőitől függ mint a nem, a heti játékidő és a korábbi VR-tapasztalat. Bár a felhasználók általában gyorsabban válaszoltak az IVE-ben, a pontosság nem követte ezt a tendenciát. A válaszidő és a pontosság között nem volt érdemi korreláció, ami arra utal, hogy az immerzió nem vált ki klasszikus sebesség-pontosság kompromisszumot: az időbeli és térbeli feldolgozást egymástól függetlenül is befolyásolhatja.

Legyen $\mathbf{H}_i = (G_i, D_i, H_i, W_i, V_i)$ az i-edik résztvevő tulajdonságainak vektora. Legyen Q_{I_c} egy immerzió-függő transzformációs operátor, amely meghatározza, hogyan alakul a távolságbecslések eloszlása I_c immerziós szint mellett. Az immerzió szintjének hatását a távolságbecslésekre a (8). egyenlet formalizálja.

$$P(\hat{d}_{ij} \mid d_j, I_c, \mathbf{H}_i) = \mathsf{Q}_{I_c}\left(P(\hat{d}_{ij} \mid d_j, \mathbf{H}_i)\right). \tag{8}$$

Az immerzió szintje, a felhasználó tulajdonságai és a távolság tehát együttesen alakítják a becslési hibák eloszlását. A virtuális környezetek így nemcsak az

ingerek bemutatásának módját, hanem azok értelmezését is befolyásolják. Mindez alapján az első tézis (T1) az alábbiak szerint fogalmazható meg.

T1. Az immerzió szintje befolyásolja, hogyan becsülik a felhasználók az egocentrikus és exocentrikus távolságokat, és milyen gyorsan teszik ezt. Ezek a változások nem egységesek, mivel a felhasználók tulajdonságai tovább módosíthatják őket. A virtuális környezetekben megfigyelhető perceptuális különbségek tehát az immerzió szintje és a felhasználó közötti interakcióból erednek.

T1-et alátámasztó publikációk

A T1-et 10 publikáció támasztja alá **[GT1–GT10]**:

[GT1] **T. Guzsvinecz**, J. Szűcs, and E. Perge, „Examining the influence of egocentric distance on exocentric distance estimation in virtual environments," *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 22, no. 7, pp. 163–179, 2025, doi: 10.12700/APH.22.7.2025.7.9. **(Q_{2024}: Q2 IF_{2024}: 1,8)**

[GT2] **T. Guzsvinecz**, J. Szűcs, and E. Perge, „The effects of immersion level, human characteristics, and a virtual scale on exocentric distance perception," *Infocommunications Journal*, vol. 17, Special Issue on Cognitive Infocommunications, pp. 24–31, 2025, doi: 10.36244/ICJ.2025.6.4. **(Q_{2024}: Q3 IF_{2024}: 1,3)**

[GT3] **T. Guzsvinecz**, J. Szűcs, and E. Perge, „How egocentric distance estimation changes in virtual environments by using a desktop display or the Gear VR," *Acta Cybernetica*, vol. 27, no. 1, pp. 15–41, 2025, doi: 10.14232/actacyb.307740. **(Q_{2024}: Q3 IF_{2024}: –)**

[GT4] **T. Guzsvinecz**, J. Szűcs, and E. Perge, „Examination of accurate exocentric distance estimates in a virtual environment using a desktop display and the Gear VR," *Electronics*, vol. 13, no. 8, Art. no. 1536, 2024, doi: 10.3390/electronics13081536. **(Q_{2024}: Q2 IF_{2024}: 2,6)**

[GT5] **T. Guzsvinecz**, J. Szűcs, and E. Perge, „Towards understanding exocentric distance estimation skills of university students in virtual reality," in *Proc. 2024 IEEE 22nd World Symp. Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*, 2024, pp. 481–486, doi: 10.1109/SAMI60510.2024.10432814.

[GT6] **T. Guzsvinecz** and J. Szűcs, „Az egocentrikus és exocentrikus távolságok kapcsolata az e-sporttal," in *II. PE ZEK E-Sport Szakmai Napok: Összefoglaló kiadvány*, Zalai Egyetemi Sportegyesület, 2024, p. 8.

[GT7] **T. Guzsvinecz**, E. Perge, and J. Szűcs, „Examining the results of virtual reality-based egocentric distance estimation tests based on immersion level," *Sensors*, vol. 23, no. 6, Art. no. 3138, 2023, doi: 10.3390/s23063138. **(Q_{2023}: Q1 IF_{2023}: 3,4)**

[GT8] **T. Guzsvinecz**, E. Perge, and J. Szűcs, „Analyzing accurate egocentric distance estimates of university students in virtual environments with a desktop

display and Gear VR display," *Electronics*, vol. 12, no. 10, Art. no. 2253, 2023, doi: 10.3390/electronics12102253. **(Q_{2023}: Q2 IF_{2023}: 2,6)**

[GT9] **T. Guzsvinecz**, J. Szűcs, and E. Perge, „Egocentrikus és exocentrikus távolságok vizsgálata virtuális környezetben," in *Orvosi informatika: A XXXVI. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa*, 2023, pp. 40–46, doi: 10.5281/zenodo.10432880.

[GT10] **T. Guzsvinecz**, J. Szűcs, and E. Perge, „An overview of display parameters and devices that affect egocentric distance estimation in virtual environments," in *9th Winter School for PhD Students in Informatics and Mathematics*, Association of Hungarian PhD and DLA Students, 2023, p. 17.

2.2. A hanglokalizáció befolyásolása immerzív környezetekben

Háttérirodalom és kapcsolódó munkák

A hanglokalizáció fontos szerepet játszik a térbeli tájékozódásban mind fizikai, mind virtuális környezetekben. Bár a hangalapú észlelés általában kevésbé domináns, mint a látás, az emberek hétköznapi körülmények között jelentős pontossággal képesek azonosítani a hangforrásokat, főként a horizontális síkban [3, 4]. Virtuális környezetekben azonban a térbeli hallás fontosabbá válik, mivel a felhasználók digitálisan generált jelzésekre támaszkodnak a szimulált terek értelmezéséhez és navigálásához [5].

Kutatások kimutatták, hogy a hanglokalizációt több tényező együttesen befolyásolja virtuális környezetben [6, 7]. Szerepet játszanak ebben az auditív mechanizmusok – például a két fül közötti idő és hangerőkülönbségek –, a technológiai megoldások, mint a fejhez kötött átviteli függvények (head-related transfer functions, HRTF-ek), valamint a felhasználók tulajdonságai, mint a nem, a korábbi VR-tapasztalat vagy természetesen a hallásképesség.

Korábbi kutatások asztali és immerzív kijelzőkkel, a felhasználók jellemzőivel és akusztikai manipulációkkal foglalkoztak [8, 9]. Ezeket a tényezőket azonban ritkán vizsgálták együtt, azonos kísérleti környezetben. A második tézishez kapcsolódó kutatásomban ezt a hiányosságot kezelem: azt vizsgálom, hogy az immerzió és a felhasználók tulajdonságai hogyan befolyásolják együttesen a horizontális hanglokalizációs teljesítményt egy olyan virtuális környezetben, amelynek a mérete dinamikusan változik.

Felhasznált módszertan

Unityben egy zárt, téglalap alapú virtuális szobát hoztam létre, amelyben a résztvevők asztali kijelzőn (egérinterakcióval) és Gear VR HMD-n (fejkövetéssel) egyaránt elvégezhették a lokalizációs feladatot. Nyolc egyforma, gömb alakú hangforrást helyeztem el egyenletes szögtávolságokra egy vízszintes körön, mindegyiket 8,3 virtuális méterre a résztvevő pozíciójától. Minden próbában egy véletlenszerűen kiválasztott gömb térbeli hangot bocsátott ki, vizuális jelzés

nélkül. Mindkét eszközön ugyanazt a Sony PlayStation 4 Platinum Wireless fejhallgatót használtuk, virtuális 7.1 módban.

A hangvisszaverődési feltételek szabályozott változtatása érdekében a szoba méretét minden mérési próba után véletlenszerűen skáláztam az alapméretének 100%-a és 250%-a között. Ez megváltoztatta a visszazengés időzítését és a visszaverődések szerkezetét, miközben a térbeli elrendezés változatlan maradt. Összesen $N = 110$ résztvevő vett részt a vizsgálatban, akik kijelzőeszközönként 10-10 mérési próbát teljesítettek. Jellemzőik:

- 86 férfi, 24 nő,
- 103 jobbkezes, 7 balkezes,
- 59 szemüveges, 51 nem viselt szemüveget,
- 4 jelezte, hogy hallásproblémája van, 106 nem,
- 18-nak volt korábbi VR-tapasztalata, 92-nek nem,
- átlagéletkor: 24,92 év ($SD = 7{,}42$).

A lokalizáció pontosságát két egymást kiegészítő módon elemeztem. Először próbánkénti pontosságot vizsgáltam logisztikus regresszióval [2]. A korábbiakhoz hasonlóan legyen i a résztvevő indexe és j a mérési próba indexe. Jelölje $Y_{ij} \in \{0, 1\}$, hogy az i-edik résztvevő válasza a j-edik mérési próbában helyes volt-e (0 = helytelen, 1 = helyes). Legyen $c \in \{0, 1\}$ a megjelenítő eszköz (0 = asztali kijelző, 1 = HMD), és I_c a hozzá tartozó immerzió szintje. Legyen T_{ij} a válaszidő és R_{ij} a szobaskálázási tényező az i-edik résztvevő j-edik mérési próbájában. A helyes lokalizáció valószínűségét logisztikus regresszióval modelleztem, a (9). egyenlet szerint.

$$\text{logit}(P(Y_{ij} = 1)) = \beta_0 + \beta_1 I_c + \beta_2 T_{ij} + \beta_3 R_{ij}, \tag{9}$$

ahol $\beta_0, \ldots, \beta_3$ regressziós együtthatók.

Ezt követően az egyes résztvevők pontosságát vizsgáltam lineáris regresszióval, a helyes válaszok számát alapul véve [2]. Legyen K_{ic} az i-edik résztvevő helyes lokalizációinak száma a c megjelenítő használatával. A felhasználók tulajdonságai prediktorokként kerültek a modellbe, a (10). egyenletben látható módon.

$$K_{ic} = \beta_0 + \beta_1 I_c + \beta_2 G_i + \beta_3 D_i + \beta_4 Z_i + \beta_5 U_i + \beta_6 A_i + \beta_7 V_i + \varepsilon_{ic}, \tag{10}$$

ahol I_c az immerzió szintje, G_i a nem, D_i a domináns kéz, Z_i a szemüveghasználat, U_i a hallásproblémák, A_i az életkor, V_i a korábbi VR-tapasztalat, $\beta_0, \ldots, \beta_7$ pedig regressziós együtthatók.

A következőkben χ^2-próbákat [10] alkalmaztam a hibás hanglokalizációs arányok vizsgálatára.

A válaszidő elemzése lineáris regresszióval történt [2]. Legyen T_{ic} az i-edik résztvevő mind a 10 mérési próbájának összesített válaszideje a c megjelenítőt használva. A regressziós modellt a (11). egyenlet definiálja.

$$T_{ic} = \alpha_0 + \alpha_1 I_c + \alpha_2 G_i + \alpha_3 D_i + \alpha_4 Z_i + \alpha_5 U_i + \alpha_6 A_i + \alpha_7 V_i + \varepsilon_{ic}, \quad (11)$$

ahol $\alpha_0, \ldots, \alpha_7$ regressziós együtthatók és ε_{ic} a reziduális tényező.

Végül a válaszidő és a lokalizációs pontosság közötti kapcsolatot logisztikus regresszióval vizsgáltam, a (12). egyenlet szerint.

$$\text{logit}(P(Y_{ij} = 1)) = \gamma_0 + \gamma_1 T_{ij}, \quad (12)$$

ahol γ_0 és γ_1 regressziós együtthatók.

Pontos hanglokalizáció

Összességében a leíró statisztikák hasonlóak voltak a két immerzió szint között ($M_{PC} = 7{,}94$, $SD_{PC} = 2{,}51$; $M_{HMD} = 7{,}81$, $SD_{HMD} = 2{,}43$). A regresszióanalízis alapján megállapítható, hogy a felhasználók számos tulajdonsága szignifikánsan befolyásolta a lokalizációs pontosságot. A férfi résztvevők magasabb pontosságot értek el a nőknél, mivel megközelítőleg 87%-kal nagyobb eséllyel lokalizáltak helyesen. Asztali kijelzőn a férfiak szignifikánsan pontosabbak voltak a nőknél ($W = 1\,562{,}5$, $p < {,}001$). HMD használatával ez a különbség eltűnt, mivel a nők pontossága 25%-kal növekedett. A nők pontossága a két immerzió szint között szignifikánsan különbözött ($W = 33$, $p = {,}002$).

A korábbi VR-tapasztalat hasonlóan erős pozitív hatást mutatott, a helyes válasz esélye több mint kétszeresére nőtt (megközelítőleg +111%). Ezzel szemben a szemüvegviselés csökkentette a pontosságot, megközelítőleg 32%-os esélycsökkenéssel. A szemüveget viselők és nem viselők közötti különbség szintén szignifikáns volt ($W = 1\,110{,}5$, $p = {,}015$). Az életkor negatív összefüggést mutatott a teljesítménnyel: minden további életév megközelítőleg 2,8%-kal csökkentette a helyes válasz esélyét.

Maga az immerzió szintje nem befolyásolta szignifikánsan a lokalizációs pontosságot. Hasonlóképpen a domináns kéz és az önbevallott hallásproblémák sem mutattak statisztikailag megbízható hatást. A 100% és 250% közötti szobaskálázás szintén nem befolyásolta szignifikánsan a helyes válasz valószínűségét.

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a jelen esetben a hanglokalizáció pontosságát elsősorban a felhasználók tulajdonságai határozták meg, nem az immerzió szintje vagy a szoba mérete.

A helytelen hanglokalizációk szerkezete

A válaszok helyességén túl a hibaarányokat is elemeztem. Asztali kijelzővel a legtöbb hiba a szomszédos frontális pozícióknál fordult elő, $\chi^2(6, N = 227) = 243{,}91$, $p < {,}001$. A „jobb-elől" és a „bal-elől" irány volt a két leggyakrabban választott helytelen irány. Gear VR HMD-vel ez a hibaeloszlás kis mértékben eltolódott: a „bal-elől" vált a leggyakoribb hibairánnyá, $\chi^2(6, N = 241) = 400{,}18$, $p < {,}001$. A feltételek közötti Pearson-féle khinégyzet-próba megerősítette, hogy az arányok szignifikánsan különböztek az immerzió-szintek között, $\chi^2(6, N = 468) = 20{,}848$, $p = {,}001$.

Ezek az eredmények azt mutatják, hogy az immerzió szintje nem csupán a teljesítményt befolyásolja, hanem módosítja a lokalizációs hibák mintázatát is. Az immerzió tehát a térbeli tájékozódást alakítja, nem egyszerűen javítja vagy rontja az összteljesítményt.

A válaszidőre vonatkozó eredmények

A regresszióelemzés feltárta, hogyan befolyásolták a felhasználók tulajdonságai a lokalizációs teljesítményt. A férfi résztvevők szignifikánsan gyorsabban végezték el a feladatot, átlagosan körülbelül 30%-kal kevesebb összidőt igényelve, ami nagyjából 33 másodperces csökkenésnek felelt meg. A korábbi VR-tapasztalat hasonlóan pozitív hatást mutatott: az immerzív környezetekben tapasztalt résztvevők körülbelül 26%-kal gyorsabban végezték el a hanglokalizációs feladatot. Az életkor pozitív összefüggést mutatott a válaszidővel: minden további életév megközelítőleg 2,9 másodperccel növelte a teljesítési időt. A hallásproblémákat jelző résztvevők szignifikánsan több időt igényeltek (megközelítőleg 52%-kal hosszabb összidő). Ezt az eredményt azonban óvatosan kell értelmezni a kevés résztvevőre való tekintettel.

Maga az immerzió szintje nem mutatott statisztikailag szignifikáns hatást a válaszidőre. Bár a résztvevők HMD-vel átlagosan körülbelül 5%-kal lassabbak voltak, ez a különbség kicsi és statisztikailag nem szignifikáns volt.

A válaszidőt a pontossághoz kapcsoló regressziós együttható nem különbözött statisztikailag nullától ($\gamma_1 \approx 0$). Ez arra utal, hogy a hosszabb válaszidők nem befolyásolták szignifikánsan a helyes válasz valószínűségét. A gyorsabb válasz tehát nem járt együtt pontosságvesztéssel.

Az eredmények értelmezése

Az eredményeim azt mutatják, hogy az immerzió nem javítja és nem is rontja automatikusan a hanglokalizáció pontosságát. A teljesítménykülönbségeket elsősorban a felhasználók tulajdonságai magyarázzák. A nem, a korábbi VR-tapasztalat, az életkor és a szemüvegviselés szignifikánsan befolyásolják a lokalizáció pontosságát és a válaszadás sebességét. Maga az immerzió szintje nem határozza meg önállóan az összteljesítményt, de módosítja a lokalizációs hibák mintázatát. A válaszidő-különbségek főként a felhasználók tulajdonságaihoz köthetők, nem az immerzió szintjéhez.

Legyen E_{ij} a kategoriális hiba a j-edik mérési próbában az i-edik résztvevőnél, amely az érzékelt és a valós irány közötti eltérést jelöli. Legyen $\mathbf{H}_i = (G_i, D_i, Z_i, U_i, A_i, V_i)$ az i-edik résztvevő tulajdonságainak vektora. Legyen Q_{I_c} az előző alfejezetben bevezetett immerzió-függő perceptuális transzformáció. Az immerzió hatása a hibák irányának eloszlására a (13). egyenletben látható.

$$P(E_{ij} \mid I_c, \mathbf{H}_i) = \mathsf{Q}_{I_c}\left(P(E_{ij} \mid \mathbf{H}_i)\right). \tag{13}$$

Ahogyan a (13). egyenlet mutatja, a modell azonos logikát követ, mint a T1-ben bemutatott (8). egyenlet: az immerzió szintje megváltoztatja a hang-

lokalizáció pontosságának mintázatát, nem egyszerűen javítja vagy rontja az összteljesítményt.

T2. Dinamikusan skálázott virtuális környezetben a hanglokalizációt elsősorban a felhasználó tulajdonságai befolyásolják. Az immerzió szintje nem határozza meg önállóan az összpontosságot, hanem az immerzió szintjétől függően módosítja az iránybeli hibákat és a teljesítménykülönbségeket. A válaszsebességkülönbségek az érzékelés alkalmazkodását tükrözik, nem a megjelenítő eszköz műszaki korlátait.

T2-t alátámasztó publikációk

A T2-t öt publikáció támasztja alá **[GT11–GT15]**:

[GT11] **T. Guzsvinecz**, „The effects of display devices on locating sound sources in virtual environments," *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 22, no. 6, pp. 153–170, 2025, doi: 10.12700/APH.22.6.2025.6.10. **(Q_{2024}: Q2 IF_{2024}: 1.8)**

[GT12] **T. Guzsvinecz**, „How sound localization is affected in virtual environments," *Infocommunications Journal*, **bírálat alatt. (Q_{2024}: Q3 IF_{2024}: 1.3)**

[GT13] A. Szelinger and **T. Guzsvinecz**, „Hanghatás alapú akadálymentesítési vizsgálat virtuális környezetben," in *Orvosi informatika: A XXXVI. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa*, 2023, pp. 27–33, doi: 10.5281/zenodo.10461807.

[GT14] **T. Guzsvinecz**, M. Szabó, B. Halmosi, and C. Sik-Lányi, „The virtual reality sound-based spatial orientation project," in *Proc. 12th IEEE Int. Conf. Cognitive Infocommunications (CogInfoCom 2021)*, 2021, pp. 11–16.

[GT15] **T. Guzsvinecz**, M. Szabó, and C. Sik-Lányi, „Háromdimenziós virtuális környezet fejlesztése hanghatás alapú HCI és akadálymentesítési vizsgálatra," in *Orvosi informatika 2020 – A XXXIII. Neumann Kollokvium konferencia kiadványa*, 2020, pp. 22–27.

3. Második téziscsoport: Részvételi feltételek és akadálymentesség rétege

3.1. A kiberbetegség mint visszatérő korlát a kereskedelmi VR-játékokban

Háttérirodalom és kutatási rés

Az első téziscsoportban az immerziót olyan tényezőként írtam le, amely megváltoztatja, hogyan érzékelik a felhasználók a teret. Az eredmények azt mutatták, hogy az immerzió szintjétől függően mérhető különbségek figyelhetők meg a térbeli pontosságban és a válaszidőben. A kiberbetegség – más néven vizuálisan

kiváltott mozgásbetegség (visually induced motion sickness, VIMS) – ugyanennek a folyamatnak egy kapcsolódó következményeként értelmezhető. A T1 és T2 eredményei azt mutatták, hogy az immerzió megváltoztatja az észlelést, de ezek a változások általában tolerálható keretek között maradnak. Bizonyos tervezési döntések és felhasználói adottságok kombinációja esetén azonban a hatás átléphet egy küszöböt: a felhasználó már nem csupán pontatlanabbul vagy máshogy észlel, hanem fizikailag rosszul lesz. A kiberbetegség tehát nem különálló jelenség, hanem az immerzió egy szélső esete: az a pont, ahol a rendszer és a felhasználó közötti feszültség testi tünetekben csapódik le.

A kiberbetegséget leggyakrabban azzal magyarázzák, hogy az érzékszervek ellentmondásos jelzéseket kapnak, illetve hogy a test egyensúlyát fenntartó rendszer megzavarodik [11]. Laboratóriumi vizsgálatok szerint a HMD-k erősebb tüneteket váltanak ki, mint az asztali kijelzők [12] – főként azért, mert intenzívebb mozgásélményt keltenek, miközben a látott és az érzékelt mozgás között eltérés marad [13, 14]. A legtöbb ilyen vizsgálat azonban kis mintán, mesterségesen kialakított körülmények között zajlik. Ez alkalmas arra, hogy megértsük, mi okozza a jelenséget. Arról azonban keveset árul el, hogyan jelenik meg a gyakorlatban, ahol a játékosok hosszabb ideig játszanak, más-más módon, és nagyon eltérő érzékenységgel.

Mindebből következik, hogy a kiberbetegség valós, laboratóriumon kívüli megjelenéséről viszonylag keveset tudunk. Ennek pótlására több mint egymillió, belső nézetű (first-person shooter, FPS) VR-játékokhoz írt felhasználói értékelést elemzek. Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy a kiberbetegséget ne csak észlelési jelenségként vizsgáljam, hanem olyan tényezőként is, amely befolyásolja, hogy a felhasználók egyáltalán részt tudnak-e venni egy immerzív rendszer használatában – és ha igen, hogyan élik meg, értékelik, és hogyan alkalmazkodnak hozzá.

Felhasznált módszertan

Az adathalmaz $R = 1\,375\,125$ angol nyelvű játékértékelésből áll, amelyeket FPS VR-játékokhoz írtak a Steam platformon. Az értékeléseket a Steam API és az R környezetben megvalósított automatizált gyűjtési módszerek segítségével töltöttem le. Minden azonosított FPS VR-játékhoz legfeljebb 1 000 legfrissebb angol nyelvű értékelést gyűjtöttem, hogy az adatok naprakészek és konzisztensek legyenek. Az ismétlődő és üres bejegyzések eltávolítása után állt össze a végleges adathalmaz. A kiberbetegséggel kapcsolatos tartalmak azonosítására témamodellezést (BERTopic) alkalmaztam kulcsszószűréssel kombinálva. Azokat az értékeléseket tartottam meg, amelyek olyan témákhoz tartoztak, ahol a mozgásbetegségre utaló kulcsszavak aránya elérte a 20%-ot. Így alakult ki az 1 898 értékelésből álló szűkített részhalmaz. Minden értékelés könnyen besorolható volt polaritás szerint (pozitív vagy negatív), mivel ez az adat a metaadatokban szerepelt, és maga az értékelő állította be.

A következő statisztikai módszereket alkalmaztam: χ^2-próbákat az értékelések arányainak vizsgálatára [10]; Mann–Whitney-féle U-próbát a csoportok közötti szignifikáns különbségek elemzésére [15]; a pontbiszeriális korrelációt [16] pedig az értékelés polaritása és az értékeléskor mért játékidő, illetve az értékelés hossza

(szószám) közötti összefüggés feltárására használtam. Az elemzés kiterjedt a VADER-féle összetett szentimentpontszámok vizsgálatára is [17].

Legyen r az értékelés indexe, $i(r)$ pedig a r-edik értékelés szerzője. Jelölje $Y_r \in \{0, 1\}$ az értékelés polaritását, ahol 0 negatív, 1 pozitív értékelést jelöl. Jelölje $CS_r \in \{0, 1\}$, hogy a r-edik értékelésben szerepel-e utalás kiberbetegségre (0 = nem szerepel, 1 = szerepel). Legyen τ_r az értékelés írásának időpontjában mért játékidő, L_r pedig a r-edik értékelés hossza szavakban mérve.

A kiberbetegséggel kapcsolatos értékelések elemzése

A szűkített részhalmazban ($R = 1\,898$) a kiberbetegségre a negatív értékelések 28,40%-a, a pozitív értékelések 15,62%-a utalt. Az arányok közötti különbség statisztikailag szignifikáns volt ($\chi^2(1, R = 1\,898) = 34{,}95$, $p < {,}001$, $V = {,}135$), ami szisztematikus, de gyenge összefüggésre utal. A kiberbetegség tehát növeli a negatív értékelés valószínűségét, de nem jelenti szükségszerűen az elégedetlenséget. A kiberbetegség-megemlítés és a negatív értékelés közötti összefüggést a (14). egyenlet formalizálja.

$$P(CS_r = 1 \mid Y_r = 0) > P(CS_r = 1 \mid Y_r = 1). \tag{14}$$

A kiberbetegséget megemlítő negatív értékelések korábban születtek ($Mdn = 49{,}00$, $M = 909{,}60$, $SD = 6\,024{,}32$ perc), mint az ugyanilyen tartalmú pozitív értékelések ($Mdn = 322{,}00$, $M = 1\,740{,}00$, $SD = 7\,592{,}63$ perc). A különbség statisztikailag szignifikáns volt: $U = 445\,167$, $p < {,}001$, $r = {,}31$. A két csoport közötti játékidő-különbség a (15). egyenletben látható.

$$M(\tau_r \mid CS_r = 1, Y_r = 0) < M(\tau_r \mid CS_r = 1, Y_r = 1). \tag{15}$$

Bár a játékidő és a kiberbetegség-megemlítés közötti pontbiszeriális korreláció statisztikailag szignifikáns volt ($r_{pb}(1\,891) = -{,}074$, $p = {,}001$, 95%-os CI $[-{,}119, -{,}030]$), a hatásméret elhanyagolható. A negatív előjel arra utal, hogy a kiberbetegséget megemlítő értékelők kevesebb játékidővel rendelkeztek az értékelés írásakor, ami összhangban van azzal a mintázattal, hogy a negatív értékelők korábban hagyták abba a játékot.

A kiberbetegséget megemlítő negatív értékelések hosszabbak voltak ($Mdn = 37{,}50$, $M = 72{,}26$, $SD = 115{,}74$), mint a témát érintő pozitív értékelések ($Mdn = 21{,}00$, $M = 51{,}61$, $SD = 86{,}45$). A különbség statisztikailag szignifikáns volt ($U = 252\,627$, $p < {,}001$, $r = {,}14$). A két csoport közötti értékelésihossz-különbség a (16). egyenletben látható.

$$M(L_r \mid CS_r = 1, Y_r = 0) > M(L_r \mid CS_r = 1, Y_r = 1). \tag{16}$$

A kiberbetegséggel kapcsolatos részhalmazon belül az értékelés polaritása és hossza között pozitív, statisztikailag szignifikáns pontbiszeriális korreláció mutatkozott: $r_{pb}(1\,896) = {,}122$, $p < {,}001$, 95%-os CI $[{,}078, {,}167]$. A hatásméret ugyan kicsi, az eredmények mégis arra utalnak, hogy a negatív élmények hosszabb és részletesebb értékeléseket eredményeznek.

Legyen V_r a r-edik értékelés VADER-féle összetett szentimentpontszáma. A kiberbetegséggel kapcsolatos részhalmazon belül – amely pozitív és negatív értékeléseket egyaránt tartalmaz – a VADER-féle átlagos összetett szentimentpontszám ,360 volt, ami arra utal, hogy a diszkomfort pozitív megítéléssel is együtt járhat. Ezt az átlagon alapuló összefüggést a (17). egyenlet fejezi ki.

$$M(V_r \mid CS_r = 1) > 0. \tag{17}$$

Az eredmények értelmezése

A T1 és T2 eredményei alapján az immerzió befolyásolja, hogyan érzékeli a felhasználó a környezetet. Ezt a hatást a modellben a $\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}$ operátor jelöli. A kiberbetegség akkor lép fel, ha ezek a változások meghaladják a felhasználó fiziológiai tűréshatárát.

A jelen tézishez kapcsolódó korpuszban minden elemzett játék immerzív VR-játék volt, ezért az immerzió szintje az összes értékelésnél rögzített, 1 értékű. A kiberbetegség előfordulásának változatossága így a tervezési paraméterek és a felhasználók érzékenységének kölcsönhatásával magyarázható.

Legyen $g(r)$ az r-edik értékelésben szereplő játék. Jelölje $D_{g(r)}$ a $g(r)$ játék tervezési jellemzőit (pl. mozgásmód, a látott mozgás intenzitása, komfortbeállítások), $S_{g(r)}$ pedig azokat a játékbeli ingereket, amelyek mozgásérzetet keltenek. Legyen $\mathsf{T}_{C_{i(r)}}$ az egyéni érzékenységet leíró toleranciaoperátor. Annak valószínűsége, hogy egy értékelésben megjelenik a kiberbetegség, a (18). egyenletben látható.

$$P\big(CS_r = 1 \mid D_{g(r)},\ \mathsf{T}_{C_{i(r)}}\big(\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}(S_{g(r)})\big)\big) = g\big(D_{g(r)},\ \mathsf{T}_{C_{i(r)}},\ \mathsf{Q}_{I_{i(r)}}\big)\,, \tag{18}$$

ahol $g\big(D_{g(r)},\ \mathsf{T}_{C_{i(r)}},\ \mathsf{Q}_{I_{i(r)}}\big)$ összefoglalja, hogyan befolyásolja együttesen a játék tervezése, az egyéni tolerancia és az immerzió szintje annak valószínűségét, hogy egy értékelésben megjelenik a kiberbetegség. A többrétegű modellben tehát a kiberbetegség azt a pontot jelöli, ahol az észlelésben bekövetkező változás részvételi korláttá válik, és ezzel átvezet a részvételi feltételek és akadálymentesség rétegébe.

T3. A kiberbetegség visszatérő korlát a kereskedelmi VR-játékokban. Az immerzív megjelenítés és a felhasználói érzékenység kölcsönhatásából ered, növeli a negatív értékelések és a játék korai befejezésének valószínűségét, és gyakran részletesebb élményleírásokat eredményez. Ugyanakkor nem zárja ki a pozitív érzelmi reakciókat. Mindez arra utal, hogy a kiberbetegség olyan részvételi akadályként működik, amely az immerzív virtuális környezetekben felhasználónként eltérő módon hat.

T3-at alátámasztó publikáció

A T3-at egy publikáció támasztja alá **[GT16]**:

[GT16] **T. Guzsvinecz**, K. Németh, and J. Szűcs, „Cybersickness in Commercial First-Person Virtual Reality Video Games: Analysis of Player Experience in

Steam Reviews," *Virtual Reality*, vol. 30, art. 83, 2026, doi: 10.1007/s10055-026-01353-y. **(Q_{2024}: Q1 IF_{2024}: 5)**

3.2. Az akadálymentesség mint strukturális részvételi korlát

Háttérirodalom és kutatási rés

A játékok akadálymentességét általában irányelvek vagy segédtechnológiák szempontjából vizsgálják, elsősorban az érzékszervi, motoros és kognitív akadályozottság kategóriáira összpontosítva [18]. Bár léteznek tervezési módszertanok – köztük az International Game Developers Association Game Accessibility Special Interest Group (IGDA GA SIG) irányelvei [19] – a kereskedelmi videójátékok nem akadálymentesek egységesen [20]. Ennek hátterében az áll, hogy a kereskedelmi játékok tervezési logikája alapvetően különbözik a laboratóriumi vagy fejlesztő játékokétól [21].

A korábbi vizsgálatok többsége vagy fejlesztő játékokat elemzett, vagy csak korlátozott számú kereskedelmi játékra terjedt ki [22]. Ennek következtében kevés nagymintás adat áll rendelkezésre arról, hogyan oszlanak el az akadálymentesítési funkciók a különböző TLG-k, megjelenési időszakok és játékmódok között a kereskedelmi játékokban és digitális környezetekben. Ez szakadékot teremt az akadálymentesítési ajánlások és azok tényleges megvalósítása között. A jelen tézisem ezt a hiányosságot kívánja pótolni.

Felhasznált módszertan

Az adathalmazt $N = 260$ kereskedelmi PC-s videójátékból építettem fel (TLG-nként 25 játék, kivéve a kísérleti játékokat, amelyekből $n = 10$ szerepel), amelyeket a Steam platform által meghatározott 11 TLG szerint kategorizáltam [23]. A vizsgált játékok 2002 és 2023 között jelentek meg. Az akadálymentesítési funkciókat kézzel rögzítettem az adathalmazban, és három akadályozottsági területre bontottam, ahogyan az a szakirodalomban is megjelenik: érzékszervi, motoros és kognitív akadálymentesítési funkciók. Az adatok rögzítése elsősorban a játékon belüli ellenőrzésen alapult, amelyet szükség esetén hivatalos dokumentáció és áruházi leírás segítségével ellenőriztem.

Jelölje $F_g^{(k)} \in \mathbb{N}_0$ a g játékban szereplő k típusú akadálymentesítési funkciók számát, ahol $k \in \{1, 2, 3\}$ az érzékszervi, motoros, illetve kognitív típust jelöli. Egy játék összes akadálymentesítési funkciójának száma a (19). egyenlet szerint adható meg.

$$F_g^{\text{összes}} = \sum_{k=1}^{3} F_g^{(k)}. \tag{19}$$

A játékokat TLG, megjelenési év és játékmód szerint csoportosítottam (csak egyjátékos, illetve többjátékos móddal is rendelkező játékok). Az arányok közötti különbségeket likelihood-arány próbákkal (G-próbákkal) vizsgáltam [24], a hatásméretet Cramér-féle V-vel jellemeztem [25]. Az akadálymentesítési funkciók számát befolyásoló tényezőket regresszióanalízissel és egyszempontos ANOVA-val

azonosítottam, a TLG és az akadálymentesítési funkció típusa közötti kölcsönhatást pedig kétszempontos ANOVA-val vizsgáltam.

Az akadálymentesítési funkciók aránya

A TLG-k között szignifikáns különbségek mutatkoztak az akadálymentesítési funkciók arányában. Ez megfigyelhető a teljes adathalmazban ($G(160, N = 1\,257) = 371{,}99$, $p < {,}001$, $V = {,}170$), az érzékszervi akadálymentesítési funkciók ($G(80, N = 666) = 222{,}59$, $p < {,}001$, $V = {,}195$) és a kognitív akadálymentesítési funkciók esetén is ($G(50, N = 157) = 110{,}51$, $p < {,}001$, $V = {,}369$). A motoros akadálymentesítési funkciók aránya ezzel szemben nem különbözött szignifikánsan a TLG-k között: $G(10, N = 434) = 4{,}79$, $p = {,}904$, $V = {,}150$.

A megjelenési év nem befolyásolta szignifikánsan az akadálymentesítési funkciók arányát (a G-próbákban minden $p > {,}90$). A játékmódok azonban szignifikáns különbségeket mutattak a különböző akadálymentesítési típusok között a következő esetekben: teljes adathalmaz ($G(16, N = 936) = 1\,119{,}8$, $p < {,}001$), érzékszervi funkciók ($G(8, N = 487) = 164{,}2$, $p < {,}001$), motoros funkciók ($G(1, N = 333) = 448{,}02$, $p < {,}001$) és kognitív funkciók ($G(5, N = 116) = 30{,}334$, $p < {,}001$).

A TLG-k, a megjelenési évek és a játékmódok hatása az akadálymentesítési funkciókra

A regresszióanalízisek azt mutatták, hogy a TLG szignifikáns hatással volt az akadálymentesítési funkciók számára mindhárom típus esetén. Az akciójátékokhoz (referenciakategória) képest a legtöbb más TLG szignifikánsan kevesebb érzékszervi akadálymentesítési funkciót tartalmazott. Az egyszempontos ANOVA megerősítette a TLG-szintű különbségeket az érzékszervi akadálymentesítési funkciókban: $F(10,\ 249) = 6{,}928$, $p < {,}001$. Hasonló mintázat figyelhető meg a motoros akadálymentesítési funkciók esetén is: $F(10,\ 249) = 2{,}296$, $p = {,}013$, valamint a kognitív akadálymentesítési funkciókra vonatkozóan: $F(10,\ 249) = 2{,}011$, $p = {,}038$.

A kétszempontos ANOVA mindkét tényezőre szignifikáns főhatást jelzett: TLG ($F(10,\ 812) = 17{,}300$, $p < {,}001$) és akadálymentesítési funkciótípus ($F(2,\ 812) = 148{,}200$, $p < {,}001$). Az akadálymentesítési funkciók tehát nem véletlenszerűen jelennek meg a játékokban – eloszlásukat a műfaj és az akadálymentesítési funkció típusa együttesen alakítja.

A megjelenési évnek nem volt szignifikáns hatása az akadálymentesítési funkciók számára: $b = -0{,}003$, $SE = 0{,}015$, $t = -0{,}256$, $p = {,}798$. Bár a leíró statisztikák enyhe növekedési tendenciát sejtetnek az idő előrehaladtával, a statisztikai próbák nem erősítették meg az idővel összefüggő szisztematikus hatást. Az akadálymentesítési funkciók számának változása tehát nem magyarázható pusztán az eltelt idővel.

A játékmódokat illetően a regresszióanalízis azt mutatta, hogy az egyjátékos játékokhoz képest a többjátékos módot is támogató játékok szignifikánsan több

motoros akadálymentesítési funkciót tartalmaztak: $b = 0{,}37$, $SE = 0{,}18$, $t = 2{,}10$, $p = {,}036$. A többi akadálymentesítési típusnál a játékmód nem befolyásolta szignifikánsan a funkciók számát.

Az eredmények értelmezése

A tézisfüzetben bemutatott többrétegű modellben az akadálymentesítési funkciók olyan tervezési elemekként értelmezhetők, amelyek segítségével a különböző adottságú játékosok is tartósan tudják használni az adott digitális környezetet. Mivel az immerzió szintje befolyásolja a térbeli észlelést és a válaszidőt (T1–T2), a kiberbetegség pedig akkor lép fel, ha ezek a változások meghaladják a fiziológiai tűréshatárt (T3), az akadálymentesítési funkciók kiegészítő szerepet töltenek be a rendszerben. Lehetővé teszik, hogy azok a játékosok is részt vehessenek, akiket az alapértelmezett tervezési megoldások kizárnának vagy hátrányosan érinthetnének.

Jelölje TLG_g, MOE_g és RY_g a g játék felső szintű műfaját, játékmódját, illetve megjelenési évét. Az akadálymentesítési funkciók beépítésének strukturális feltételei a (20). egyenletben foglalhatók össze.

$$F_g^{\text{összes}} = h(TLG_g, MOE_g, RY_g), \tag{20}$$

ahol h a TLG- és játékmóddal összefüggő tervezési tendenciákat foglalja össze. Az akadálymentesítési funkciók hatását a többrétegű modellben az A_g operátor írja le, amelyet a (21). egyenlet definiál.

$$\mathsf{A}_g = \mathsf{A}\big(F_g^{\text{összes}}\big) = \mathsf{A}(h(TLG_g, MOE_g, RY_g))\,. \tag{21}$$

Az akadálymentesség nem merül ki abban, hogy egy játék hány ilyen funkciót tartalmaz. Valójában azt befolyásolja, hogy a különböző képességű és érzékenységű játékosok mennyire tudnak tartósan játszani egy játékkal. Bár ezt ebben az adathalmazban közvetlenül nem mértem, a többrétegű modell a (22). egyenletben látható monoton összefüggést feltételezi. Legyen $X_i \in \{0, 1\}$ annak jelzője, hogy az i-edik játékos folyamatosan játszik-e (0: ha nem, 1: ha igen), $\mathbf{H}_i$ a játékos jellemzőinek vektora, $g(i)$ pedig az i-edik játékos által játszott játék.

$$P(X_i = 1 \mid F_{g(i)}^{\text{összes}}, \mathbf{H}_i) = f(F_{g(i)}^{\text{összes}}, \mathbf{H}_i), \tag{22}$$

ahol f várhatóan növekszik $F_{g(i)}^{\text{összes}}$ értékével, azaz több akadálymentesítési funkció esetén – más tényezőket rögzítve – a játékosok szélesebb köre tud tartósan játszani. Ebben az értelemben az akadálymentesség olyan tervezési rétegként működik, amely segít csökkenteni azokat a korlátokat, amelyek a játékosok eltérő képességeiből és testi adottságaiból fakadnak. Mindez alapján a negyedik tézis (T4) az alábbiak szerint fogalmazható meg.

T4. A kereskedelmi videójátékokban az akadálymentesítési funkciók megvalósítása a felső szintű műfajhoz és a játékmódhoz köthető mintázatokat követ, tehát nem véletlenszerűen alakul. A felhasználói és játékélmény többrétegű modelljében az akadálymentesítési funkciók csökkentik azokat a részvételi korlátokat, amelyek a játékosok eltérő testi és kognitív jellemzőiből fakadnak, és

ezáltal lehetővé teszik, hogy a különböző képességű és érzékenységű játékosok is tartósan tudják használni az adott digitális környezetet.

T4-et alátámasztó publikáció

A T4-et egy publikáció támasztja alá **[GT17]**:

[GT17] **T. Guzsvinecz**, „Video game accessibility in the top-level genres," *Universal Access in the Information Society*, vol. 24, pp. 1479–1494, 2025, doi: 10.1007/s10209-024-01154-7. **(Q_{2024}: Q2 IF_{2024}: 2.7)**

4. Harmadik téziscsoport: Strukturális-affektív réteg

4.1. A felső szintű műfaj mint affektív makroarchitektúra

Háttérirodalom és kutatási rés

Az előző téziscsoportok azt mutatták be, hogyan alakítják az érzékelés sajátosságai és a rendszer korlátai a felhasználói- és játékélményt. Ezek a rétegek azonban az élmény belső működésére összpontosítanak, és nem adnak teljes képet arról, hogyan jelenik meg mindez a játékosok szöveges kifejezésmódjában. A játékosok értékelései és véleményei ezért egy további réteget alkotnak – azt, ahol az élmény diskurzussá alakul. Ez a réteg nagymintás értékelési adatokon keresztül válik vizsgálhatóvá: a játékosok írásban fogalmazzák meg az élményüket, értékelésüket és érzésüket.

Egy TLG több mint egy egyszerű osztályozási eszköz. Egy műfaj meghatározza, milyen tempóban zajlik a játék, hogyan épülnek fel a mechanikák, és hogyan bontakozik ki a történet – ezáltal keretet ad annak, hogyan érzékelik és élik meg a játékosok a játékkal való interakciót. Meglepő módon viszonylag kevés kutatás vizsgálta átfogóan, hogy ez a keret hogyan tükröződik a játékosok érzelmi kifejezésmódjában. A meglévő vizsgálatok többnyire egyedi mechanikákra, konkrét játéksorozatokra vagy csak néhány műfajra fókuszáltak [26–28], és kevés figyelmet fordítottak arra, hogy az érzelmi tónus, az értékelések hossza vagy az érzelmek összetétele eltér-e TLG-nként. A jelen tézis ezt a hiányosságot pótolja: több mint 30 millió Steam-értékelés elemzésével azt vizsgálom, hogyan működik a TLG affektív makroarchitektúraként – azaz hogyan alakítja a műfaj a játékosok érzelmi diskurzusát.

Felhasznált módszertan

A Steam API segítségével 2022 augusztusa és szeptembere között játékonként legfeljebb az 1 000 legfrissebb angol nyelvű értékelést gyűjtöttem össze. Az értékeléseket a Steamworks dokumentációjában meghatározott 11 TLG szerint csoportosítottam [23]: akció, kaland, alkalmi, kísérleti, logikai, verseny, szerepjáték (RPG), szimuláció, sport, stratégia és társasjáték.

A szentimentanalízist az NRC Emotion Lexicon segítségével végeztem, az R környezet syuzhet csomagjának használatával [29, 30]. Minden értékelésből kinyertem az érzelmi valenciát és nyolc diszkrét érzelemkategóriát (harag, félelem, várakozás, bizalom, meglepetés, szomorúság, öröm, undor). Emellett rögzítettem az értékelés hosszát (szószám), polaritását (pozitív vagy negatív) és az értékelés írásakor mért játékidőt. A szükséges statisztikai elemzéstől függően Wilcoxon-féle rangösszeg-próbát [15], Wilcoxon-féle előjeles rangpróbát [31] és ANOVA-t [32] alkalmaztam a TLG-k közötti összehasonlításhoz. Az érzelmi íveket úgy becsültem meg, hogy minden értékelést 25 egyenlő részre osztottam, és részenként kiszámítottam az átlagos valenciát.

Műfajszintű különbségek az érzelmi kifejezésben

A több mint 30 millió értékelésből álló teljes korpuszban szignifikáns különbségek mutatkoztak a TLG-k között az érzelmi valencia, az értékelés hossza, az értékeléskor mért játékidő és az érzelemkategóriák összetétele tekintetében.

Az értékelések hossza szignifikánsan különbözött a TLG-k között: $F(10,\ 31\,653\,105) = 1\,604$, $p < ,001$. Az átlagos szószám $M = 58{,}9$ (verseny) és $M = 71{,}4$ (RPG) között mozgott, a globális medián 22 szó volt. Polaritás szerint csoportosítva a negatív értékelések minden TLG-ben szignifikánsan hosszabbak voltak a pozitívaknál: $815\,690\,850 \leq W \leq 4\,286\,245\,480\,401$, minden $p < ,001$. A pozitív értékelések mediánja 19, a negatívaké 40 szó volt. Az átlagok $M_{poz} \in [52{,}7;\ 64{,}5]$ és $M_{neg} \in [83{,}4;\ 100{,}3]$ között szóródtak, ami TLG-nként 33,28% és 39,45% közötti növekedést jelent.

Az értékeléskor mért játékidő szintén szignifikánsan különbözött a TLG-k között: $F(10,\ 31\,566\,213) = 1\,024$, $p < ,001$. Az átlagos játékidő 708,5 perctől (kísérleti) 2 285,3 percig (szimuláció) terjedt, a teljes medián 344 perc volt. Polaritás szerint csoportosítva minden TLG-ben szignifikánsan később születtek a pozitív értékelések, mint a negatívak: $416\,352\,427 \leq W \leq 2\,286\,496\,892\,581$, minden $p < ,001$. A pozitív értékelések mediánja 406 perc, a negatívaké 124 perc volt.

Az érzelmi valencia minden TLG-ben csökkent az értékelés narratív ideje során. A legnagyobb csökkenés a kísérleti játékoknál volt megfigyelhető (40,66%), ezt követte a logikai (30,30%) és a kaland műfaj (23,93%). A legkisebb csökkenés a sportjátékoknál mutatkozott (0,40%). Polaritás szerint csoportosítva a pozitív és negatív értékelések közötti valenciakülönbségek minden TLG-ben szignifikánsak voltak: $300 \leq V \leq 325$, minden $p < ,001$.

Az érzelemkategóriák aránya is különbözött a TLG-k között. A harag az akciójáték esetében volt a legmagasabb (10,62%); a félelem szintén az akciójátékoknál tetőzött (12,24%); az öröm (18,43%), a szomorúság (13,32%) és a meglepetés (9,20%) a kísérleti játékoknál volt a legmagasabb; a bizalom a társasjátékoknál (19,05%) és a szimuláció műfajnál (19,05%) volt a legerősebb; az undor a verseny- (6,29%) és sportjátékoknál (6,21%) dominált. A TLG-párok közötti összehasonlítások túlnyomó többsége erősen szignifikáns volt (minden $p < ,001$), csupán néhány összehasonlítás nem mutatott szignifikáns különbséget. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy a különböző TLG-k eltérő mintázatokat

mutatnak az értékeléshossz, az időbeli elköteleződés, az érzelmi valencia és az érzelemösszetétel tekintetében.

Az eredmények értelmezése

A jelen habilitációs tézisfüzetben bemutatott többrétegű modellben a TLG-k olyan makroszintű struktúraként értelmezhetők, amelyek alakítják, hogyan fejeződnek ki nyilvánosan a felhasználói- és játékélmények. Az eredmények azt mutatják, hogy a TLG-k közötti különbségek nem csupán statisztikailag szignifikánsak, hanem eltérő mintázatokat is mutatnak. Az elégedetlenség általában hosszabb és részletesebb értékelésekhez vezet, míg a pozitív élményeket rendszerint tömörebben fogalmazzák meg a játékosok. A pozitív értékelések hosszabb játékidő után születnek, a negatívak viszont korábban. Az értékelések gyakran viszonylag pozitív hangnemben kezdődnek, és a szöveg előrehaladtával egyre negatívabbá válnak. Ezek a mintázatok arra utalnak, hogy a TLG-k nem közvetlenül határozzák meg az érzelmeket, hanem azt befolyásolják, hogyan fejeződnek ki és szerveződnek az érzelmi élmények a játékosok értékeléseiben. Mindez azt jelzi, hogy az értékelésekben megfigyelhető nagymintás érzelmi mintázatok nem a véletlenszerű ingadozásokat, hanem a játékmenet mögöttes struktúráját tükrözik.

Legyen r az értékelés indexe, $i(r)$ a szerző, $g(r)$ az értékelt játék, $\ell(r)$ pedig annak TLG-je. Az értékelés polaritását $Y_r \in \{0, 1\}$ jelöli, ahol 0 negatív és 1 pozitív értékelést jelöl, hosszát L_r, az értékeléskor mért játékidőt τ_r, az érzelmi profilt $\mathcal{E}_r$ jelöli. Ezek együtt alkotják a $\mathbf{D}_r = (Y_r, L_r, \tau_r, \mathcal{E}_r)$ vektort, amely az értékelés tartalmi és érzelmi jellemzőit írja le. A korábban bevezetett operátorok megtartják jelentésüket: $\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}$ az immerzió észlelésre gyakorolt hatása, $\mathsf{T}_{C_{i(r)}}$ a fiziológiai tolerancia, $\mathsf{A}_{g(r)}$ az akadálymentesítési funkciók szerepe. Legyen $\mathsf{G}_{\ell(r)}$ a TLG strukturális hatását leíró operátor. A (23). egyenlet ezt a rétegzett összefüggést írja le.

$$\mathbf{D}_r = \mathsf{G}_{\ell(r)}\Big(\mathsf{A}_{g(r)}\big(\mathsf{T}_{C_{i(r)}}\big(\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}(S_{g(r)})\big)\big)\Big) = (Y_r, L_r, \tau_r, \mathcal{E}_r), \tag{23}$$

ahol $S_{g(r)}$ a $g(r)$ játék játékmenet-struktúráját jelöli, amelyből a játékos élménye fakad.

T5. A felső szintű videójáték-műfajok affektív makrostruktúraként működnek a digitális játékkörnyezetekben. Befolyásolják a játékosok értékeléseinek hosszát, polaritását, az értékeléskor mért játékidőt és az érzelmi összetételt azáltal, hogy meghatározzák azokat a feltételeket, amelyek között a játékosok megélik és értékelik a játékot.

T5-öt alátámasztó publikáció

A T5-öt egy publikáció támasztja alá **[GT18]**:

[GT18] **T. Guzsvinecz** and J. Szűcs, „Length and sentiment analysis of reviews about top-level video game genres on the Steam platform," *Computers in Human Behavior*, vol. 149, p. 107955, 2023, doi: 10.1016/j.chb.2023.107955. **(Q_{2023}: D1 IF_{2023}: 9)**

4.2. Játékos-interakciós módok mint mezo-strukturális affektív operátorok

Háttérirodalom és kutatási rés

Bár már a PX-kutatások elemezték a videójátékok érzelmi és pszichológiai hatásait [33], a legtöbb vizsgálat főként műfajszintű különbségekre, konkrét mechanikákra vagy egyedi tervezési elemekre összpontosított [26, 34, 35]. Kevés figyelem irányult azonban a PEM-ek strukturális szerepére: arra, hogy az egyjátékos, kooperatív vagy többjátékos formátumok miként alakítják a játékosok egymáshoz, a rendszerhez és a haladási dinamikához való viszonyát, és ezen keresztül az érzelmi kifejezést – függetlenül attól, hogy az adott játék melyik TLG-be tartozik.

A szakirodalomban kimutatásra került, hogy az értékelések hossza, polaritása és érzelmi tónusa eltér egyes TLG-k és alműfajok között [26]. Kevés vizsgálat elemezte azonban, hogyan befolyásolják a különböző interakciós módok a játékosok szöveges érzelmi kifejezésmódját [36–38]. A meglévő munkák többsége csak korlátozott számú interakciós módot vizsgál, nem a teljes spektrumot. Ez azért fontos hiányosság, mert a digitális környezetek egyre inkább elmossák a műfajhatárokat, miközben megőrzik az eltérő interakciós formátumokat. Ennek vizsgálatára a jelen tézisben azt elemzem, hogyan függ össze a 10 PEM az értékelések hosszával, az értékeléskor mért játékidővel, az érzelmi valencia ívével és az érzelemkategóriák eloszlásával. Ehhez több mint 15 millió Steam-értékelést használtam.

Felhasznált módszertan

Az adatgyűjtés során a Steam API segítségével játékonként legfeljebb 1 000 legfrissebb értékelést töltöttem le, összesen $R = 15\,023\,567$ értékelést. Az értékeléseket 10 PEM-kategóriába soroltam a platform metaadatcímkéi alapján [23]: 4 fős helyi többjátékos, aszinkron többjátékos, kooperatív, kooperatív kampány, helyi kooperatív, helyi többjátékos, nagymértékben többjátékos, többjátékos, online kooperatív és egyjátékos.

A szöveg előfeldolgozása a következő lépéseket foglalta magában: angol nyelvű szűrés, kisbetűsítés, írásjelek eltávolítása, töltelékszavak kiszűrése és tokenek normalizálása. Az érzelmi elemzést az NRC Emotion Lexicon segítségével végeztem, az R környezet syuzhet csomagjának használatával [29, 30]. A T5 tézishez hasonlóan nyolc érzelemkategória (harag, várakozás, undor, félelem, öröm, szomorúság, meglepetés, bizalom) és a szentiment (pozitív/negatív) értékeit nyertem ki.

A PEM-szintű összehasonlításokhoz egyszempontos ANOVA-t alkalmaztam, az értékelés polaritásával együtt kétszempontos ANOVA-t [32]. A post hoc elemzésekhez Tukey-féle HSD [39] és Fisher-féle LSD [40] próbákat használtam. Az értékelés hossza és az értékeléskor mért játékidő közötti összefüggést Spearman-féle rangkorrelációval vizsgáltam [41]. Az érzelmi valencia ívét – T5-höz hasonlóan – minden értékelést 25 egyenlő részre osztva, részenként kiszámított átlagos valenciaértékekkel becsültem [30].

A PEM-ekre vonatkozó eredmények

Az értékelések hossza szignifikánsan különbözött a PEM-ek között: $F(9,\ 15\,032\,557) = 1\,418$, $p < ,001$. Az értékelés típusa szintén szignifikáns főhatást mutatott: $F(1,\ 15\,032\,547) = 205\,558{,}53$, $p < ,001$, ahogyan a kölcsönhatás is: $F(9,\ 15\,032\,547) = 82{,}77$, $p < ,001$. A negatív értékelések minden PEM-ben szignifikánsan hosszabbak voltak a pozitívaknál. A medián szószám pozitív értékeléseknél 14–22, negatívaknál 30–51 szó között mozgott. Az aszinkron többjátékos módban volt a leghosszabb az átlagos értékelés ($M = 67{,}26$ szó), a helyi többjátékos módban pedig a legrövidebb ($M = 50{,}17$ szó).

Az értékeléskor mért játékidő szintén szignifikánsan különbözött a PEM-ek között: $F(9,\ 15\,000\,879) = 2\,567$, $p < ,001$. A kétszempontos ANOVA az értékelés polaritásának szignifikáns főhatását is megerősítette: $F(1,\ 15\,000\,869) = 5\,632{,}20$, $p < ,001$, és szignifikáns kölcsönhatást is kimutatott: $F(9,\ 15\,000\,869) = 43{,}03$, $p < ,001$. Az értékelés előtti medián játékidő pozitív értékeléseknél 392–565, negatívaknál 126–196 perc között alakult. A nagymértékben többjátékos módban volt a legmagasabb az átlagos játékidő az értékelés írásakor ($M = 5\,984{,}80$ perc).

A Spearman-féle rangkorrelációs együtthatók nem mutattak érdemi összefüggést az értékelés hossza és az értékeléskor mért játékidő között, annak ellenére, hogy a nagy mintaméret miatt a korreláció statisztikailag szignifikáns volt: $r_s \in [-,078;\ ,012]$, $p \leq ,041$.

Az érzelmi valencia csökkent a narratív szövegszegmensek előrehaladtával. A legnagyobb csökkenés az aszinkron többjátékos értékelésekben volt megfigyelhető (49,88%). Ezzel szemben kis növekedés mutatkozott a kooperatív kampány (+0,32%), a nagymértékben többjátékos (+6,71%) és az online kooperatív módban (+6,91%).

Mind a nyolc NRC-érzelemkategória szignifikánsan különbözött a PEM-ek között. A harag aránya nagyjából 10% körül alakult, míg a várakozás közelítőleg 18–19% között mozgott. A bizalom a kooperatív módban érte el a legmagasabb értéket (19,00%), az öröm pedig a helyi többjátékos módban volt a legerősebb (18,22%). A félelem a kooperatív kampányban tetőzött (12,08%), az undor a nagymértékben többjátékos módban volt a legmagasabb (6,50%). Végül az aszinkron többjátékos módban volt a legtöbb pozitív szentimentszó átlagosan ($M = 3{,}33$).

Az eredmények értelmezése

Legyen r az értékelés indexe, $i(r)$ a szerző, $g(r)$ az értékelt játék, $\ell(r)$ a játék TLG-je, $k(r)$ pedig a játékos-interakciós módja. A $\mathbf{D}_r = (Y_r, L_r, \tau_r, \mathcal{E}_r)$ vektor az értékelés tartalmi és érzelmi jellemzőit írja le. Legyen $\mathsf{M}_{k(r)}$ a PEM strukturális hatását leíró operátor. A korábban bevezetett operátorok megtartják jelentésüket: $\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}$ az immerzió észlelésre gyakorolt hatása, $\mathsf{T}_{C_{i(r)}}$ a fiziológiai tolerancia, $\mathsf{A}_{g(r)}$ az akadálymentesítési funkciók szerepe, $\mathsf{G}_{\ell(r)}$ pedig a TLG strukturális hatása. Az értékelés tartalmi és érzelmi kimenete a (24). egyenletben látható módon írható fel.

$$\mathbf{D}_r = \mathsf{M}_{k(r)}\Big(\mathsf{G}_{\ell(r)}\big(\mathsf{A}_{g(r)}\big(\mathsf{T}_{C_{i(r)}}\big(\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}(S_{g(r)})\big)\big)\big)\Big) \tag{24}$$

ahol $\mathbf{D}_r = (Y_r, L_r, \tau_r, \mathcal{E}_r)$, valamint a korábban bevezetett jelöléseket használja: $Y_r \in \{0, 1\}$ az értékelés polaritása, L_r a hossza, τ_r az értékeléskor mért játékidő, $\mathcal{E}_r$ pedig az érzelmi profil, $S_{g(r)}$ pedig a $g(r)$ játék játékmenet-struktúráját jelöli. Az $\mathsf{M}_{k(r)}$ operátor nem váltja fel a TLG-szintű struktúrát, hanem tovább alakítja, hogyan fejeződnek ki a játékosélmények a nyilvános értékelésekben. Három visszatérő mintázat figyelhető meg a PEM-ek között: a negatív értékelések általában hosszabbak, korábban születnek, és az érzelmi profilok PEM-enként eltérnek. Mindez alapján a hatodik tézis (T6) az alábbiak szerint fogalmazható meg.

T6. A játékos-interakciós módok közbülső strukturális réteget alkotnak a digitális játékkörnyezetekben. A felső szintű műfaj mellett befolyásolják az értékelések hosszát, keletkezési idejét és érzelmi kifejezésmódját – ezáltal alakítják, hogyan kommunikálják a játékosok élményeiket a nyilvános értékelésekben.

T6-ot alátámasztó publikáció

A T6-ot egy publikáció támasztja alá **[GT19]**:

[GT19] **T. Guzsvinecz** and J. Szűcs, „Emotions in Play: A Length and Sentiment Analysis of Steam Reviews by Player Engagement Mode," *Heliyon*, **bírálat alatt**. **(Q_{2024}: Q1 IF_{2024}: 3.6)**

4.3. Tervezési paradigmák és alműfajok mint mikro-strukturális affektív operátorok

Háttérirodalom és kutatási rés

Míg a T5 a TLG-t makroszintű affektív architektúraként értelmezte, a T6 pedig megmutatta, hogy a PEM-ek mezo-strukturális interakciós szabályozóként működnek, egyik szint sem magyarázza meg teljes mértékben, hogy az egyes tervezési paradigmák miként alakítják a játékosok élményeinek megfogalmazását. Az olyan tervezési paradigmák, mint a Soulslike játékok, a liminális tereket tartalmazó játékok, az immerzív VR-címek vagy a kompetitív e-sport játékok, több mint egyszerű alműfajok: különböző tervezési filozófiákat képviselnek. Mindegyik mögött más elképzelés húzódik arról, mennyire legyen nehéz a játék, hogyan épüljön fel a tér, mennyire legyen egyértelmű a történet, hogyan élje meg a játékos a saját karakterét, és hogyan jutalmazzák a játékost. Ezek a különbségek nem véletlenek – következetesen befolyásolják, hogyan élik meg és hogyan mesélik el a játékosok az élményüket.

Egy korábbi vizsgálatsorozatban különböző tervezési paradigmákat elemeztem egymást kiegészítő megközelítésekkel. Megvizsgáltam a liminális tereket tartalmazó játékok érzelmi jellemzőit **[GT20]**, témamodellezéssel feltártam a Soulslike játékok visszatérő témáit **[GT21]**, és iparági szinten leírtam a „Soulsifikáció"

folyamatát **[GT22]**. Ezt követően a VR-játékokhoz kapcsolódó értékelésekben megjelenő érzelmek eloszlását és tematikus szerkezetét vizsgáltam **[GT23]**, valamint azt, hogy egyes tervezési megoldások hogyan befolyásolják a pozitív fogadtatást **[GT24]**. A VR-értékelések érzelmi szerkezetét egy kiegészítő elemzésben is megvizsgáltam **[GT25]**, a virtuális környezetekben megfigyelhető érzelmi és szöveges aszimmetriákkal együtt **[GT26]**. Emellett feltártam az e-sport értékelések szerkezetét **[GT27]**, és elemeztem a Soulslike játékokról szóló értékelések érzelmi mintázatait **[GT28]**. Végül azt vizsgáltam, hogyan függ össze a játék tervezési megoldásainak kombinációja a pozitív fogadtatással **[GT29]**.

Bár ezek a vizsgálatok különböző tervezési paradigmákat és módszertani megközelítéseket alkalmaztak, egymástól függetlenül készültek. Hiányzik még egy egységes keretrendszer, amely megmagyarázza, hogyan alakítják ezek a paradigmák az érzelmi élményeket a digitális környezetekben. Ez a habilitációs tézis ezt a hiányosságot pótolja: azonosítja a paradigmákon átívelő rendszeres mintázatokat, és elhelyezi őket a többrétegű modellben.

Felhasznált módszertan

Ebben az alfejezetben több nagy, szöveges adathalmazból származó eredményeket foglalok össze. Az elemzés alapját 993 932 Soulslike értékelés adja, amelyeket szentimentanalízissel vizsgáltam; 418 483 angol nyelvű Soulslike értékelés, amelyeket témamodellezéssel dolgoztam fel; valamint 1 635 919 VR-értékelés, amelyeket az érzelmek, a szóhasználat és a belső összefüggések szempontjából elemeztem. Az adathalmaz tartalmaz továbbá 66 858, liminális tereket tartalmazó játékokról szóló értékelést, és 8 425 e-sport értékelést a Counter-Strike 2, az Apex Legends, a PUBG: Battlegrounds és a Dota 2 játékokhoz.

A korábbi fejezetekhez hasonlóan minden korpuszt a Steam platformról gyűjtöttem. Az érzelmi valenciát és a nyolc NRC-érzelemkategóriát az R környezet syuzhet csomagjával tártam fel [29, 30]. A tematikus struktúrákat Látens Dirichlet Allokációval (LDA) azonosítottam [42], a játékidő, az értékelés polaritása és a szentiment-összetétel közötti összefüggések vizsgálatához pedig korreláció- [41] és regresszióanalízist [2] alkalmaztam.

A hetedik tézisben nem az egyedi eredményeket ismétlem meg, hanem a tervezési paradigmákon átívelő strukturális mintázatokat azonosítom. Bár minden paradigma sajátos érzelmi és szöveges konfigurációt mutat, az összehasonlításuk feltárja, hogyan generálnak az eltérő tervezési logikák mérhető különbségeket a játékosok érzelmi és szöveges kifejezésmódjában.

A különböző tervezési paradigmákra vonatkozó eredmények

A Soulslike játékok erős érzelmi polarizációt mutattak. A negatív értékelések valenciája nulla alá esett, míg a pozitív értékelésekben magas öröm-, bizalom- és várakozásszint volt megfigyelhető. A témamodellezés feltárta, hogy a pozitív értékelések a hangulatra, az esztétikára és a kihíváson való felülkerekedésre összpontosítanak, míg a negatívak a játékmechanikákra és a technikai frusztrációra. Enyhe és közepes erősségű korreláció mutatkozott a hosszabb játékidő és a pozitív

értékelés valószínűsége között. Ez arra utal, hogy a hosszabb játékidő összefügg azzal, hogy a játékos egyre jobban elsajátítja a játékot – és ez pozitívabb értékeléshez vezet. Az egyes játékmechanikák eltérő PX-mintázatokat és érzelmi profilokat eredményeztek az értékelésekben. Játékelméleti szempontból a Soulslike mechanikák ismétlődő, alkalmazkodást igénylő ciklusokra épülnek: a gyakori kudarc és az újrapróbálkozás iteratív érzelmi újrakalibrálást hoz létre, amely felerősíti mind a frusztrációt, mind a küzdelem végén elért jutalom élményét.

A VR-játékok értékelései hasonló hosszasszimetriát mutattak: a negatív értékelések hosszabbak és korábban születtek, mint a pozitívak. Az érzelemkategóriákat a várakozás, a bizalom és az öröm dominálta. A Soulslike játékokkal ellentétben a VR-elégedetlenség jellemzően fizikai diszkomfortra és technikai instabilitásra vezethető vissza, nem narratív vagy mechanikai átláthatatlanságra. Ebben az esetben a fiziológiai tűréshatárok (T3) váltak a meghatározó befolyásoló tényezővé.

A liminális tereket tartalmazó játékok várakozást, bizalmat és örömöt váltottak ki, de félelmet és meglepetést is. Az érzelmi intenzitás nem explicit fenyegetésből fakadt, hanem abból, hogy a tér nehezen értelmezhető, a helyzet kiszámíthatatlan. A homályos narratíva és az ismétlődő, labirintusszerű terek megzavarják a játékos térbeli tájékozódását. Ez sajátos, nehezen besorolható érzelmi élményt eredményez.

A kompetitív e-sport játékokban eltérő időbeli mintázat figyelhető meg az érzelmek kifejezésében. A többi vizsgált alműfajhoz hasonlóan a negatív értékelések szignifikánsan hosszabbak voltak a pozitívaknál. Ugyanakkor – a VR- és Soulslike játékokkal ellentétben – a negatív és pozitív értékelések nagyjából azonos játékidő után születtek. Ez arra utal, hogy a kompetitív játékokban az elégedetlenség nem feltétlenül vezet a játék korai befejezéséhez: a játékosok negatív élmények ellenére is folytatják a játékot, vagyis a frusztráció és a hosszú távú elköteleződés egymás mellett is fennállhat. A negatív értékelések leggyakoribb témái a csalás, a hackelés, a tiltások, a szerver instabilitás, az akadozás és az egyenlőtlen csapatösszeállítás voltak. Ezek a mintázatok arra utalnak, hogy a kompetitív játékokban az érzelmi kifejezés a tartós ellenséges interakcióhoz és az igazságosság megítéléséhez kötődik, nem a testi diszkomforthoz vagy a narratív bizonytalansághoz. Az érzelmi intenzitás tehát nem a játék nehézségéből vagy a tér bizonytalanságából fakad, hanem abból, ahogyan a játékosok egymással interakcióba lépnek – és abból, hogy ez az interakció igazságosnak érződik-e vagy sem.

Az eredmények értelmezése

Az eredmények alapján az olyan tervezési paradigmák, mint a Soulslike játékok, a VR-játékok, a liminális tereket tartalmazó játékok vagy a kompetitív e-sport játékok, nem tekinthetők pusztán kategóriáknak vagy alműfaji címkéknek. Ehelyett következetes szabálystruktúrákra épülnek, amelyek meghatározzák, hogyan nehéz a játék, hogyan épül fel a tér, hogyan működik a társas interakció, és hogyan jutalmazza a játékost. Ezeken a strukturális különbségeken keresztül befolyásolják, hogyan alakul az érzelmi intenzitás, hogyan változnak a pozitív

és negatív értékelések az idő előrehaladtával, és hogyan írják le a játékosok az élményeiket.

Legyen r az értékelés indexe, $i(r)$ a szerző, $g(r)$ az értékelt játék, $\ell(r)$ a játék TLG-je, $k(r)$ a játékos-interakciós módja, $m(r)$ pedig a játékhoz kapcsolódó domináns tervezési paradigma. Legyen $\mathsf{R}_{m(r)}$ az ehhez a paradigmához tartozó operátor. A korábban bevezetett operátorok megtartják jelentésüket: $\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}$ az immerzió észlelésre gyakorolt hatása, $\mathsf{T}_{C_{i(r)}}$ a fiziológiai tolerancia, $\mathsf{A}_{g(r)}$ az akadálymentesítési funkciók szerepe, $\mathsf{G}_{\ell(r)}$ a TLG strukturális hatása, $\mathsf{M}_{k(r)}$ pedig a PEM strukturális hatása. Az értékelés tartalmi és érzelmi kimenete a (25). egyenletben látható módon írható fel.

$$\mathbf{D}_r = \mathsf{R}_{m(r)}\Big(\mathsf{M}_{k(r)}\big(\mathsf{G}_{\ell(r)}\big(\mathsf{A}_{g(r)}\big(\mathsf{T}_{C_{i(r)}}\big(\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}(S_{g(r)})\big)\big)\big)\big)\Big). \tag{25}$$

ahol $\mathbf{D}_r = (Y_r, L_r, \tau_r, \mathcal{E}_r)$, valamint a korábban bevezetett jelöléseket használja: $Y_r \in \{0, 1\}$ az értékelés polaritása, L_r a hossza, τ_r az értékeléskor mért játékidő, $\mathcal{E}_r$ pedig az érzelmi profil, $S_{g(r)}$ pedig a $g(r)$ játék játékmenet-struktúráját jelöli.

A paradigmaszintű operátor nem váltja fel a TLG- és PEM-struktúrákat, hanem tovább pontosítja, hogyan élik meg a játékosok a játékmenetet ezeken belül. A különböző tervezési paradigmák befolyásolják, hogyan találkoznak a játékosok a kihívásokkal, hogyan értelmezik a kudarcot, hogyan érzékelik a teret és az egymás közti feszültséget. Az ismétlésre és fokozatos fejlődésre épülő játékokban az érzelmi élmény jellemzően a frusztráció és az elsajátítás öröme között ingadozik. Immerzív virtuális környezetekben a megtestesülés és a fiziológiai korlátok kerülnek előtérbe. A térbeli bizonytalanságra építő játékok megzavarhatják a tájékozódást és a narratív lezárást, sajátos várakozás-, bizonytalanság- és kíváncsisági érzéseket keltve. A kompetitív játékokban a hosszú távú elköteleződés akkor is fennmaradhat, ha a játékos elégedetlen – az érzelmi intenzitás az igazságosság megítéléséhez és a folyamatos versengéshez kötődik.

Ezeken a paradigmákon átívelően az érzelmi kifejezés nem véletlenszerű, hanem visszatérő mintázatokat mutat, amelyek a játék szabályaiba és interakciós logikájába gyökereznek még akkor is, ha ezek a mintázatok egyéni különbségek által módosulhatnak. A paradigmaszintű operátor a többrétegű modell legalacsonyabb tervezési szintjét jelöli, amelyet még az egyének közötti különbségek figyelembevétele nélkül értelmezünk. Ebben az értelemben az érzelmek intenzitása, iránya, időbeli alakulása és a leírások részletessége mind visszavezethető arra, hogyan van felépítve maga a játék. Mindez alapján a hetedik tézis (T7) az alábbiak szerint fogalmazható meg.

T7. A különböző játéktervezési paradigmák és alműfajok mikro-szintű affektív rétegként működnek a digitális játékkörnyezetekben. Meghatározzák, hogyan élik meg a játékosok a nehézséget, a teret és a versengést – és ezáltal befolyásolják az érzelmek megjelenését, időzítését, intenzitását, valamint az értékelésekben való kifejezését. Ez a hatás a felső szintű műfajokon és a játékos-interakciós módokon túl is érvényesül.

T7-et alátámasztó publikációk

A T7-et 10 publikáció támasztja alá **[GT20–GT29]**:

[GT20] **T. Guzsvinecz**, „Reactions to video games that evoke a feeling of liminality," *Entertainment Computing*, p. 101048, 2025, doi: 10.1016/j.entcom.2025.101048. **(Q_{2024}: Q2 IF_{2024}: 2.4)**

[GT21] **T. Guzsvinecz**, „Topic modeling of positive and negative reviews of soulslike video games," *Computers*, vol. 14, no. 8, p. 339, 2025, doi: 10.3390/computers14080339. **(Q_{2024}: Q2 IF_{2024}: 4.2)**

[GT22] **T. Guzsvinecz**, „The soulsification of video games," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 84, no. 15, pp. 14827–14853, 2025, doi: 10.1007/s11042-024-19628-4. **(Q_{2024}: Q1 IF_{2024}: - IF_{2023}: 3)**

[GT23] **T. Guzsvinecz**, K. Németh, and J. Szűcs, „Topic modeling of virtual reality game reviews using latent Dirichlet allocation," in *Proceedings of the 2025 IEEE 29th International Conference on Intelligent Engineering Systems*, 2025, pp. 255–260, doi: 10.1109/INES67149.2025.11078210.

[GT24] **T. Guzsvinecz** and J. Szűcs, „Game theory and strategic decision-making in the Dark Souls," in *Game Theory – Computational Aspects and Applications*, p. 79, 2025, doi: 10.5772/intechopen.1008456.

[GT25] **T. Guzsvinecz** and J. Szűcs, „Investigation of sentiments in virtual reality game reviews," in *Proceedings of the 2024 IEEE 15th International Conference on Cognitive Infocommunications*, 2024, pp. 11–16, doi: 10.1109/CogInfoCom63007.2024.10894725.

[GT26] **T. Guzsvinecz** and J. Szűcs, „Textual analysis of virtual reality game reviews," *Infocommunications Journal*, Joint Special Issue on Cognitive Infocommunications and Cognitive Aspects of Virtual Reality, pp. 84–91, 2024, doi: 10.36244/ICJ.2024.5.10. **(Q_{2024}: Q3 IF_{2024}: 1.3)**

[GT27] J. Szűcs and **T. Guzsvinecz**, „A preliminary analysis of e-sports game reviews," in *Proceedings of the 2024 IEEE 18th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics*, 2024, pp. 377–382, doi: 10.1109/SACI60582.2024.10619731.

[GT28] **T. Guzsvinecz**, „Sentiment analysis of souls-like role-playing video game reviews," *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 20, no. 5, pp. 149–168, 2023, doi: 10.12700/APH.20.5.2023.5.10. **(Q_{2023}: Q2 IF_{2023}: 1.4)**

[GT29] **T. Guzsvinecz**, „The correlation between positive reviews, playtime, design and game mechanics in souls-like role-playing video games," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 82, no. 3, pp. 4641–4670, 2023, doi: 10.1007/s11042-022-12308-1. **(Q_{2023}: Q1 IF_{2023}: 3)**

5. Diszkusszió és következtetések

A jelen habilitációs tézisfüzetben bemutatott eredmények alátámasztják azt a feltevést, hogy a digitális játékokban megfigyelhető UX és PX leginkább egy rétegzett interakciós rendszerként értelmezhető, nem pedig elszigetelt tervezési változók eredményeként. A megfigyelt viselkedés és az érzelmi kifejezés több tényező együttes hatásából alakul ki: abból, hogyan változtatja meg az immerzió az észlelést, milyen fiziológiai korlátok lépnek fel, hogyan befolyásolják a tervezési döntések a hozzáférhetőséget, milyen struktúrát követ a játékmenet, és hogyan hatnak a műfaji keretek, az interakciós módok és az idővel folyamatosan fejlődő tervezési paradigmák.

A perceptuális-kognitív rétegen az immerzív technológiák befolyásolják, hogyan dolgozzák fel a felhasználók a térbeli és auditív információkat. A virtuális környezetekben a távolságbecslés és a hanglokalizáció nem semleges kognitív folyamatok, mivel az immerzió szintje és a felhasználók jellemzői egyaránt hatnak rájuk. Az immerzió tehát nem egyszerűen javítja a teljesítményt, hanem megváltoztatja, hogyan érzékelik és értelmezik a felhasználók a környezetet.

A második réteg a részvételi feltételeket és korlátokat tárgyalja. Itt a testi korlátok a részvétel határaiként jelennek meg. A kiberbetegség visszatérő és mérhető korlátként jelenik meg a kereskedelmi VR-diskurzusban, olyan eseteket tükrözve, ahol az immerzió hatásai meghaladják az egyéni tűréshatárt. Az akadálymentesítési funkciók kiegészítő tervezési választ kínálnak: szélesítik a részvétel lehetőségét és alternatív módokat biztosítanak a különböző játékosok számára. Fontos, hogy eloszlásuk a játékok között nem véletlenszerű, és nem magyarázható pusztán a megjelenési évvel: az akadálymentesítési megoldások alkalmazása a TLG-khez és a játékmódokhoz igazodik.

A strukturális-affektív rétegen a TLG-k nem csupán az értékelések polaritásában és hosszában különböznek egymástól, hanem abban is, hogyan változnak az értékelések az idő előrehaladtával és hogyan fejeződnek ki az egyes érzelmek. A PEM-ek tovább alakítják ezeket a mintázatokat azáltal, hogy átszervezik azokat a társas és interakciós kereteket, amelyekben az élmények megfogalmazódnak – anélkül, hogy felváltanák a TLG-szintű struktúrát. Végül a tervezési paradigmák és alműfajok a tézisfüzetben vizsgált legkonkrétabb tervezési szinten befolyásolják a PX-et. A játékmechanikák közötti különbségek hatással vannak az érzelmi kifejezés intenzitására, tónusára, időzítésére és formájára, még azonos TLG-n és PEM-en belül is.

Összességében ezek az eredmények egy egységes modell képét rajzolják ki, amelyben a játékos élménye egymásra épülő strukturális rétegeken keresztül alakul addig, amíg az értékelésekben megfigyelhető érzelmi és szöveges mintázatokban láthatóvá válik. Ez az összefüggés a (26). egyenletben foglalható össze.

$$\mathbf{D}_r = \mathsf{R}_{m(r)} \circ \mathsf{M}_{k(r)} \circ \mathsf{G}_{\ell(r)} \circ \mathsf{A}_{g(r)} \circ \mathsf{T}_{C_{i(r)}} \circ \mathsf{Q}_{I_{i(r)}}\big(S_{g(r)}\big), \tag{26}$$

ahol $\mathsf{Q}_{I_{i(r)}}$ az immerzió észlelésre gyakorolt hatása, $\mathsf{T}_{C_{i(r)}}$ a fiziológiai tolerancia, $\mathsf{A}_{g(r)}$ az akadálymentesítési funkciók szerepe, $\mathsf{G}_{\ell(r)}$ a TLG strukturális

hatása, $\mathsf{M}_{k(r)}$ a PEM strukturális hatása, $\mathsf{R}_{m(r)}$ a tervezési paradigma hatása, $S_{g(r)}$ pedig a $g(r)$ játék játékmenet-struktúráját jelöli, amelyből a játékos élménye fakad. Mindezek mellett $\mathbf{D}_r = (Y_r, L_r, \tau_r, \mathcal{E}_r)$, valamint a korábban bevezetett jelöléseket használja: $Y_r \in \{0, 1\}$ az értékelés polaritása, L_r a hossza, τ_r az értékeléskor mért játékidő, $\mathcal{E}_r$ pedig az érzelmi profil.

A (26). egyenlet összefoglalja a jelen habilitációs tézisfüzet központi elméleti mondanivalóját. Az egyenlet azt írja le, hogyan jön létre a felhasználói és játékélmény a digitális játékokban. Az észlelés meghatározza, hogyan érzékeli és értelmezi a játékos a virtuális környezetet. A testi korlátok és az akadálymentesítési megoldások befolyásolják, meddig és hogyan tud valaki egy rendszert használni. A játékmenet felépítése, a műfaj, az interakciós mód és a tervezési paradigma pedig alakítja, hogyan élnek meg és hogyan mesélnek el egy-egy játékélményt a játékosok. Ezek a rétegek nem egymástól független tényezők: együtt határozzák meg, milyen élménnyé válik egy digitális játék.

Tudományos és gyakorlati vonatkozások

A tézisfüzetben bemutatott eredmények az UX és PX kutatásához is hozzájárulnak. A javasolt többrétegű modell összeköti azokat a területeket, amelyeket a szakirodalom eddig jellemzően külön kezelt: az észlelés vizsgálatát, a fiziológiai korlátok elemzését, az akadálymentesség kérdéseit, a játékmenet struktúráját és a játékos-diskurzus mintázatait. Egyetlen fogalmi keretbe helyezve ezeket lehetővé válik, hogy az ember-számítógép interakció, a játéktudomány és a számítógépes szövegelemzés eredményei ne párhuzamosan, hanem egymásra épülve értelmezhetők legyenek. A modell így egy olyan kutatási irány alapjait rajzolja ki, amely az interaktív digitális környezetekben megfigyelhető élményt rendszerszinten közelíti meg.

Módszertani szempontból az eredmények azt is megmutatják, hogy érdemes kísérleteket, nagymintás szövegelemzést és formális modellezést együtt alkalmazni. Ha csak az egyiket használjuk, csak részleges képet kapunk: a kísérletek feltárják az észlelés mechanizmusait, a korpuszalapú elemzések a valós játékos-diskurzust, a strukturális modell pedig összeköti ezeket. Együtt lehetővé teszik, hogy az UX-et és PX-et ne csupán egyéni élményként, hanem összetett rendszerek tulajdonságaként vizsgáljuk.

A gyakorlatban az eredmények azt mutatják, hogy a jó tervezés nem kezelheti elszigetelten az egyes tervezési döntéseket. Az immerzió növelése nem javítja automatikusan az élményt – a felhasználók eltérően reagálnak, és amit az egyik játékos élvezetesnek talál, a másiknak fizikai rosszullétet okozhat. Az akadálymentesítés akkor működik igazán, ha már a tervezés korai szakaszában beépül a játék struktúrájába, nem utólag kerül hozzá. A műfaj és az interakciós mód pedig meghatározza, milyen akadálymentesítési megoldások bizonyulnak valóban hasznosnak. Végül az olyan döntések, mint a nehézségi rendszer, a fejlődés üteme, a komfortbeállítások vagy a kompetitív egyensúly, közvetlenül alakítják, hogyan élik meg és értékelik a játékosok a játékot – ezért tudatos tervezői döntésként érdemes kezelni őket, nem mellékhatásként.

Jövőbeli kutatási irányok

A tézisfüzetben javasolt többrétegű modellből több kutatási irány is következik. Fontos következő lépés annak vizsgálata, hogyan hatnak egymásra a különböző rétegek – különösen immerzív környezetekben, ahol az, ahogyan a játékos érzékeli a környezetet, összetett módon fonódhat össze a játékmechanikákkal vagy a tervezési paradigmákkal. Az ilyen vizsgálatok tovább mélyíthetik azt a képet, hogyan alakítják a játékok strukturális jellemzői a játékos élményét különböző technológiai környezetekben.

Az időbeli változások vizsgálata segíthet megérteni, hogyan alakulnak a tervezési paradigmák az iparágban, és hogyan fejlődnek a játékosok érzelmi elvárásai. A fiziológiai mérések és a nagymintás értékeléselemzés kombinálása pedig közelebb vihet annak megértéséhez, hogyan kapcsolódik egymáshoz az, amit a játékos fizikailag átél, és az, ahogyan ezt értékelésekben vagy közösségi fórumokon leírja.

Végül a többrétegű megközelítés kiterjeszthető a szórakoztató játékokon túlra is, más interaktív digitális környezetekre. A fejlesztő játékok, a tréningszimulációk és az oktatási platformok szintén összetett feltételrendszerrel és tervezési struktúrákkal rendelkeznek, amelyek hatással vannak az UX-re. A javasolt modell alkalmazása ezekben a környezetekben közös elveket tárhat fel, amelyek az interaktív rendszerek különböző formáiban egyaránt érvényesülnek.

Általános következtetések

A digitális játékokban megfigyelhető felhasználói és játékélmény összetett jelenség: több egymásra épülő réteg formálja. A játékos-diskurzusban megfigyelhető érzelmi mintázatok ezért nem véletlenszerű ingadozások vagy pusztán szubjektív benyomások, hanem olyan strukturált hatások eredményei, amelyeket az észlelés feltételei, a részvétel formái és a mögöttes tervezési logika együttesen alakítanak. Azzal, hogy ezeket a rétegeket egyetlen modellben helyezem el, a tézisfüzetben egy empirikusan megalapozott, informatikai szemléletű megközelítést kínálok az UX és PX vizsgálatához. Az eredmények azt mutatják, hogy a digitális játékokban megfigyelhető élménybeli jelenségek vizsgálhatók technológiai, fiziológiai és tervezési tényezők strukturált hatásaként. Ebben az értelemben az UX és PX nem független hatásokként, hanem olyan tulajdonságokként értelmezhetők, amelyek a rendszer rétegeinek együttműködéséből jönnek létre.

Összefoglalva: az eredmények azt mutatják, hogy a digitális környezetekben megfigyelhető UX és PX az észlelési, részvételi és tervezési struktúrák kölcsönhatásával magyarázható – egyetlen egységes többrétegű modell keretein belül.

Hivatkozások

[1] American Psychological Association, *Publication manual of the American Psychological Association*, 7th ed. American Psychological Association, 2020. doi: 10.1037/0000165-000 .

[2] R. J. Freund and W. J. Wilson, *Statistical methods*. Elsevier, 2003.

[3] J. Blauert, *Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization*. MIT press, 1997.

[4] J. C. Middlebrooks, „Sound localization," *Handbook of clinical neurology*, vol. 129, pp. 99–116, 2015. doi: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00006-8 .

[5] D. Hug, „How do you sound design? an exploratory investigation of sound design process visualizations," in *Proceedings of the 15th International Audio Mostly Conference*, 2020, pp. 114–121. doi: 10.1145/3411109.3411144 .

[6] M. Berger and R. Bill, „Combining vr visualization and sonification for immersive exploration of urban noise standards," *Multimodal technologies and interaction*, vol. 3, no. 2, p. 34, 2019. doi: 10.3390/mti3020034 .

[7] W. Wang, N. Xu, S. Dang, X. Hong, and J. Qu, „Induction mechanism of auditory-assisted vision for target search localization in mixed reality (mr) environments," *Aerospace*, vol. 9, no. 7, p. 340, 2022. doi: 10.3390/aerospace9070340 .

[8] C. Rajguru, G. Brianza, and G. Memoli, „Sound localization in web-based 3d environments," *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, p. 12107, 2022. doi: 10.1038/s41598-022-15931-y .

[9] A. Ahrens, K. D. Lund, M. Marschall, and T. Dau, „Sound source localization with varying amount of visual information in virtual reality," *PloS one*, vol. 14, no. 3, p. e0214603, 2019. doi: 10.1371/journal.pone.0214603 .

[10] W. G. Cochran, „The $\chi 2$ test of goodness of fit," *The Annals of mathematical statistics*, pp. 315–345, 1952.

[11] C. Curry, R. Li, N. Peterson, and T. A. Stoffregen, „Cybersickness in virtual reality head-mounted displays: examining the influence of sex differences and vehicle control," *International Journal of Human–Computer Interaction*, vol. 36, no. 12, pp. 1161–1167, 2020. doi: 10.1080/10447318.2020.1726108 .

[12] C. Yildirim, „Cybersickness during vr gaming undermines game enjoyment: A mediation model," *Displays*, vol. 59, pp. 35–43, 2019. doi: 10.1016/j.displa.2019.07.002 .

[13] B. Keshavarz and H. Hecht, „Axis rotation and visually induced motion sickness: the role of combined roll, pitch, and yaw motion," *Aviation, space, and environmental medicine*, vol. 82, no. 11, pp. 1023–1029, 2011. doi: 10.3357/asem.3078.2011 .

[14] E. Chang, H. T. Kim, and B. Yoo, „Virtual reality sickness: a review of causes and measurements," *International Journal of Human–Computer Interaction*, vol. 36, no. 17, pp. 1658–1682, 2020. doi: 10.1080/10447318.2020.1778351 .

[15] H. B. Mann and D. R. Whitney, „On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other," *The annals of mathematical statistics*, pp. 50–60, 1947. doi: 10.1214/aoms/1177730491 .

[16] R. C. MacCallum, S. Zhang, K. J. Preacher, and D. D. Rucker, „On the practice of dichotomization of quantitative variables." *Psychological methods*, vol. 7, no. 1, p. 19, 2002.

[17] C. Hutto and E. Gilbert, „Vader: A parsimonious rule-based model for sentiment analysis of social media text," in *Proceedings of the international AAAI conference on web and social media*, vol. 8, no. 1, 2014, pp. 216–225. doi: 10.1609/icwsm.v8i1.14550 .

[18] B. Yuan, E. Folmer, and F. C. Harris Jr, „Game accessibility: a survey," *Universal Access in the information Society*, vol. 10, no. 1, pp. 81–100, 2011. doi: 10.1007/s10209-010-0189-5 .

[19] K. Bierre, M. Hinn, T. Martin, M. McIntosh, T. Snider, K. Stone, and T. Westin, „Accessibility in games: Motivations and approaches," *White paper, International Game Developers Association (IGDA)*, 2004.

[20] M. C. Barlet and S. D. Spohn, „Includification: A practical guide to game accessibility," *Charles Town: The Ablegamers Foundation*, 2012.

[21] K. Miesenberger, R. Ossmann, D. Archambault, G. Searle, and A. Holzinger, „More than just a game: accessibility in computer games," in *Symposium of the Austrian HCI and usability engineering group*. Springer, 2008, pp. 247–260. doi: 10.1007/978-3-540-89350-9_18 .

[22] Y. Francillette, E. Boucher, B. Bouchard, K. Bouchard, and S. Gaboury, „Serious games for people with mental disorders: State of the art of practices to maintain engagement and accessibility," *Entertainment Computing*, vol. 37, p. 100396, 2021. doi: 10.1016/j.entcom.2020.100396 .

[23] Valve Corporation. (2026) Steam tags. Steamworks Documentation. Hozzáférés dátuma: 2026-03-01. [Online]. Available: https://partner.steamgames.com/doc/store/tags

[24] J. H. McDonald, *Handbook of biological statistics*. Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland. USA, 2014.

[25] H. Cramér, *Mathematical methods of statistics*. Princeton university press, 1999, vol. 9.

[26] D. Lin, C.-P. Bezemer, Y. Zou, and A. E. Hassan, „An empirical study of game reviews on the steam platform," *Empirical Software Engineering*, vol. 24, no. 1, pp. 170–207, 2019. doi: 10.1007/s10664-018-9627-4 .

[27] S. Petrosino, E. Loria, A. Kainz, and J. Pirker, „The panorama of steam multiplayer games (2018-2020): A player reviews analysis," in *Proceedings of the 17th International Conference on the Foundations of Digital Games*, 2022, pp. 1–7. doi: 10.1145/3555858.3555922 .

[28] Y. Yu, B.-H. Nguyen, F. Yu, and V.-N. Huynh, „Esports game updates and player perception: Data analysis of pubg steam reviews," in *2021 13th international conference on knowledge and systems engineering (KSE)*. IEEE, 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/KSE53942.2021.9648670 .

[29] S. M. Mohammad and P. D. Turney, „Crowdsourcing a word–emotion association lexicon," *Computational intelligence*, vol. 29, no. 3, pp. 436–465, 2013. doi: 10.1111/j.1467-8640.2012.00460.x .

[30] M. Jockers, „Package 'syuzhet'," *URL: https://cran. r-project. org/web/packages/syuzhet*, 2017.

[31] F. Wilcoxon, „Individual comparisons by ranking methods," *Biometrics bulletin*, vol. 1, no. 6, pp. 80–83, 1945. doi: 10.2307/3001968 .

[32] H. Scheffe, *The analysis of variance*. John Wiley & Sons, 1999.

[33] I. Granic, A. Lobel, and R. C. Engels, „The benefits of playing video games." *American psychologist*, vol. 69, no. 1, p. 66, 2014. doi: 10.1037/a0034857 .

[34] P. Jagoda, „On difficulty in video games: Mechanics, interpretation, affect," *Critical inquiry*, vol. 45, no. 1, pp. 199–233, 2018. doi: 10.1086/699585 .

[35] S.-C. Liao, F.-G. Wu, C.-H. Feng, and C.-Y. Shuai, „A research on how to enhance user experience by improving arcade joystick in side-scrolling shooter games," in *International conference on human-computer interaction*. Springer, 2020, pp. 431–437. doi: 10.1007/978-3-030-60700-5_55 .

[36] M. Mora-Cantallops and M.-Á. Sicilia, „Exploring player experience in ranked league of legends," *Behaviour & Information Technology*, vol. 37, no. 12, pp. 1224–1236, 2018. doi: 10.1080/0144929X.2018.1492631 .

[37] J. Fox, M. Gilbert, and W. Y. Tang, „Player experiences in a massively multiplayer online game: A diary study of performance, motivation, and social interaction," *New Media & Society*, vol. 20, no. 11, pp. 4056–4073, 2018. doi: 10.1080/0144929X.2018.1492631 .

[38] J. Zhu and S. Ontañón, „Experience management in multi-player games," in *2019 IEEE Conference on Games (CoG)*. IEEE, 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/CIG.2019.8848030 .

[39] J. W. Tukey, „Comparing individual means in the analysis of variance," *Biometrics*, pp. 99–114, 1949. doi: 10.2307/3001913 .

[40] R. A. Fisher, *The design of experiments*. Oliver & Boyd, Edinburgh & London, 1937.

[41] C. Spearman, „The proof and measurement of association between two things," in *Studies in Individual Differences: The Search for Intelligence*, J. J. Jenkins and D. G. Paterson, Eds. Appleton-Century-Crofts, 1961, pp. 45–58. doi: 10.1037/11491-005 .

[42] D. M. Blei, A. Y. Ng, and M. I. Jordan, „Latent dirichlet allocation," *Journal of machine Learning research*, vol. 3, no. Jan, pp. 993–1022, 2003.