

BARANYI PÉTER³ - HORVÁTH ILDIKÓ⁴

DIGITÁLIS PARADIGMAVÁLTÁS - MAXWHERE 3D WEB

Absztrakt

A cikk célja azon kutatási eredmények bemutatása, amelyek a hagyományos 2D interfészek és a MaxWhere 3D VR platform képességeit hasonlítják össze, annak érdekében, hogy rávilágítsanak arra, hogyan változott a digitális műveltség alapját képező különféle műveletek és munkafolyamatok hatékonysága. Válaszokat keresünk arra, hogy az új 3D VR/AR technológiák átalakítják-e az emberek digitális életének jelenlegi modelljét, helyettesítik-e a jelenlegi platformokat, módszereket a mindennapi munkánkban. Igyekszünk feltárni a kognitív infokommunikációs háttérhez kapcsolódó okok és a digitális paradigmaváltással kapcsolatos hatások közötti kapcsolatot.

Végül felhívjuk a figyelmet a tudományos kutatásokkal igazolt MaxWhere 3D webterek egyedi hatékonyságnövelő képességeire és előnyeire.

Kulcsszavak: 3D VR, VR alapú kommunikáció, Kognitív Infokommunikáció

DIGITAL PARADIGM SHIFT – MAXWHERE 3D WEB

Abstract

This paper presents some research results contrasting traditional 2D interfaces and the MaxWhere 3D VR platform in order to shed light on how the effectiveness of various operations and workflows constituting the core of digital literacy has evolved in recent times.

We are seeking answers to whether the new 3D VR/AR technologies transform the present model of humans digital life and whether they replace the present platforms, methods and

³ Széchenyi István Egyetem, egyetemi tanár

⁴ Széchenyi István Egyetem, egyetemi docens

scenes in our everyday work. We are trying to reveal the connections between the causes connecting to cognitive infocommunication background and effects concerning the digital paradigm shift.

Finally, we draw your attention to the unique efficiency-enhancing capabilities and benefits of MaxWhere 3D web sites, which are verified by scientific researches.

Keywords: 3D VR, VR-based communication, Cognitive Infocommunication

1. Bevezetés

A 21. század társadalmában a hangsúly a gyors és hatékony problémamegoldásra, a rugalmas munkaképességek kialakítására, a jó kommunikációs készségekre, a megfelelő információkezelésre, a csapatmunkára, a technológia kreatív és produktív felhasználására, valamint az új ismeretek integrálásának képességére helyeződött (*Cisco–Intel–Microsoft 2009*).

Az innovációk korában alapkövetelmény az információhoz való hozzáférés. A gyors információ keresés, szelektálás, hatékony információfeldolgozás, a szerzett információk eredményes alkalmazása és az új információk előállítása. Az emberi agy egy tapasztalattól függő, változó, fejlődő rendszer, amely reagál a környezeti hatásokra. A CogInfoCom (*Baranyi, Csapó–Sallai 2012*) területen végzett generációs vizsgálatok információfeldolgozásra vonatkozó megállapítása, hogy az idősebb generációk analitikus, lépésről lépésre történő információ feldolgozását a felnövekvő generációk (Z, α , CE – Cognitive Entity (*Baranyi– Csapó 2012*) esetében az átfogó, téri-vizuális feldolgozás váltja fel (*Komlósi–Waldbuesser 2015; Horváth 2016*). Az informatika természetes fejlődése, hogy a kétdimenziós Windows után három dimenzióssá váljon, így a digitális munkavégzés jövőjét a 3D-s megjelenítés adja.

A Széchenyi István Egyetem VR Learning kutatócsoportjának vizsgálatai azt mutatják, hogy a 3 dimenziós VR környezet lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy könnyen csatlakozzanak távolban zajló eseményekhez, és lényegesen rövidebb idő alatt több információhoz férjenek hozzá (*Horváth 2019; Lampert et al. 2018*). Világszerte egyre több oktatási intézmény kívánja javítani a korábban már használt e-Learning tartalmak oktatási hatékonyságát a VR révén (*Horváth–Sudár 2018; Budai–Kuczmann 2018; Freina–Ott 2015*).

A cikk felépítése a következő. A cikk első szakasza a kognitív infokommunikáció (CogInfoCom) (*Baranyi, Csapó–Sallai 2012*) tudományterület definíciójának, motivációjának rövid bemutatása. Ezt a MaxWhere (www.maxwhere.com) 3D VR platform egyedülálló képességeinek ismertetése követi. A harmadik rész azon kutatási eredményeket foglaljuk össze, amelyek bemutatják, hogy a MaxWhere miként képes javítani az információ átadás hatékonyságát, a felhasználói figyelmet, megértést és memória képességeket. Az összefoglalásban pontokba szedve ismertetjük a 3D webterek előnyeit.

2. CogInfoCom

A kognitív infokommunikáció (CogInfoCom) (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) egy viszonylag fiatal **interdiszciplináris** tudományterület, amely az IKT és a kognitív tudományok szinergiájaként 2010-ben jelent meg. A CogInfoCom (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) kiindulópontja az a fejlődési folyamat, melynek eredményeként az emberek és az IKT eszközök különféle szinteken (élettani és kognitív) összefonódnak. Az összefonódás eredményeként a kognitív képességek új formái jelennek meg. Olyan interakciók, folyamatok jönnek létre, amelyek magukban foglalják mind a természetes, mind a mesterséges összetevőket és rendszereket. A CogInfoCom (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) motivációja annak elemzése, hogy miképpen lehet a kognitív folyamatokat együtt fejleszteni az infokommunikációs eszközökkel úgy, hogy az emberi agy képességét ne csak az eszközök terjesszék ki. A terület célja az is, hogy új technológiákat hozzon létre (szintetizáljon), amelyek megkönnyítik ezt az együttes evolúciót. A virtuális valóság 3D térbeli technológiája révén a CogInfoCom (Baranyi, Csapó–Sallai 2012) kulcsfontosságú platformja, hiszen az emberek természetes élettere 3 dimenziós, ezáltal természetes módon, alacsony kognitív terhelés mellett három dimenzióban foglalkoznak a koncepciókkal.

3. MaxWhere

A MaxWhere (<http://maxwhere.com>) egy 3D VR platform, amely Windows és Mac OS rendszeren is működik. A MaxWhere sokkal inkább tekinthető 3 dimenziós operációs rendszernek, amelynek nagy előnye, hogy egy desktop VR alkalmazás. Használata nem igényli a VR szemüvegek, headset-ek használatát, de természetesen nem is zárja ki a VR szemüvegekben történő 3D VR tartalmak megtekintését, bejárását. A MaxWhere lehetővé teszi, hogy bárki létrehozasson egy saját virtuális valóságot, egy háromdimenziós környezetet a saját laptopján, majd azt tetszőleges digitális tartalmakkal be is rendezheti. Alkalmazható a weboldalak térbeli 3D-s átlátható megjelenítésére; vagy kiállítótérként a művészeti alkotások strukturált bemutatására; más esetben üzleti munkafolyamatokra optimalizált tartalomkialakításra, -megosztásra; Ipar 4.0-s „Digital Twin” tartalmú távmanipulációra vagy a hatékony XXI. századi munkavégzés színtereként.

Az ember hétköznapi életének természetes közege 3 dimenzióban van. Az eddigi digitális életünk azonban 2D-ben, azon belül is a könyvtárszerkezetek fa struktúrájában zajlott. A 3D VR megjelenésével a felhasználók számára lehetővé vált a 2D-s operációs

rendszeren a 3D-s terek letöltése - hasonlóan a mobil telefonokon működő applikációk letöltéséhez – majd az ingyenesen használható terekben a 2D-s és 3D-s tartalmak manipulációja és extrém gyors – real time -megosztása. A monitorokat a MaxWhere terekben intelligens táblának nevezik. Az intelligens táblák 2D-s böngészők, amelyek 3D-s térben helyezkednek el, és amelyeket a MaxWhere Browser23 (B23) technológiáján keresztül valósították meg.

A B23 új filozófiát képvisel az internetes szörfözés világában. Ahelyett, hogy 2D-ben kényszerítené a felhasználókat korlátozott számú lap egymás mellé helyezésére, korlátozná a lehetőségeket az oldalak között való váltásra és a keresett tartalom megfelelő időben történő megtalálására, lehetővé teszi a böngészőablakok elrendezését a 3D-s térben, strukturáltan, téma szerint csoportosítva. Az okostáblák mérete a tartalom fontosságára vonatkozó információkat hordozza a felhasználók számára.

A MaxWhere Ultra Sharing (USharing) technológiája lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy nagyszámú dokumentumot, képet, videót, weboldalakat tartalmazó VR oktatótermeket, irodákat hozzanak létre, teljes projektfolyamatokat készítsenek, online találkozókra bonyolíthatnak és ezeket az irodákat biztonságosan, egyetlen kattintással megoszthatják egymással, így valós időben juttathatnak el tömördek információt akár a világ másik részére.

Tovább növeli a megértést, hogy a 3D objektumok élethű szimulációját könnyedén össze lehet hangolni az okostáblák tartalmával, így a matematikai számítások, tervezési folyamatok eredményeinek hatása azonnal látható, követhető.



1. ábra: MaxWhere 3D Digital Twin megoldás - Pioneers Industry 4.0 Hackathon 2018

Forrás: www.maxwhere.com

Végül, de nem utolsósorban, fontos megemlíteni a MaxWhere [11] egyedülálló 3D navigációs technológiáját, az úgynevezett kognitív navigációs (CogiNav) technológiát. A CogiNav egy kontextusfüggő navigációs megoldás, amely egy egyszerű bemeneti eszközzel.

a 2D egérrel lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy intuitív módon közlekedjenek a 3D-s VR terekben, vagy megragadják, körbe járják a 3D-s tárgyakat. Ez a technológia a következő generációs vezérlés jelenlegi technikai környezetben leghatékonyabban működő formája.

4. Kutatási eredmények

A modern digitális világban a 3D VR előnyös megoldás a magasabb rendű gondolkodási készségekhez, például összefüggések látásához, betekintés megszerzéséhez, ismeretek alkalmazásához vagy elemzéshez.

A Széchenyi István Egyetem VR Learning kutatócsoportja a kognitív folyamatok dimenzióihoz – emlékezet, megértés, alkalmazás, analízis, szintézis, létrehozás – illeszkedő vizsgálatokat végez a 3D VR oktatás hatékonyságának megállapítására vonatkozóan. A fő kérdés: Hogyan befolyásolják a technológiák azon hatékonyságot, amellyel az emberek képesek meghatározott feladatokat végrehajtani?

Az emberi agy asszociatív felépítése miatt sok esetben a legerősebb technikák is asszociatívak - azaz új fogalmakat kapcsolnak össze másokkal, amelyek már jól internalizáltak. Sok ilyen technika rövidítések, kulcsszavak, vagy más, könnyen kezelhető mnemonika kialakításán keresztül működik. Hasonlóan a nyelv elsősorban hallható modalitásához, a vizuális modalitás is támogatja az új emlékek kialakulását. Ez gyakran hatékony, mivel az emberi agy egy evolúciós környezetben alakult ki, ahol a térbeli kapcsolatok és helyek felismerése és emlékezete kiemelkedő jelentőségű. (*Rodriguez et al. 2002; Logie 1986*). A Memória Palota (Memory Palace) módszer (MPM), amely támogatja a memorizációt, mentális megjelenítés révén 3D-s környezetben, a mai napig az egyik leghatékonyabb eszköz a hosszú távú memorizáláshoz (*Logie 1986*). A SZE VR Learning kutatócsoportja a MaxWhere 3D VR terek felépítését, munkafolyamatokhoz igazodó elrendezéseit elemezve vizsgálta, hogy tekinthetjük-e a 3D VR környezeteket a Memória Palota módszer továbbfejlesztett változatának (*Csapó et al. 2018*). A kutatócsoport eredményei mellett nemzetközi kutatások is igazolták, hogy a VR hatékony eszközként használható az MPM támogatásához (*Legge et al. 2012*). A felhasználók számára több, érthetőbb és emlékezetesebb, tartalmakat biztosítson, mint a 2D-s megjelenítés (*Berki 2018, 2019; Lampert et al. 2018; Horvath–Sudar 2018*).

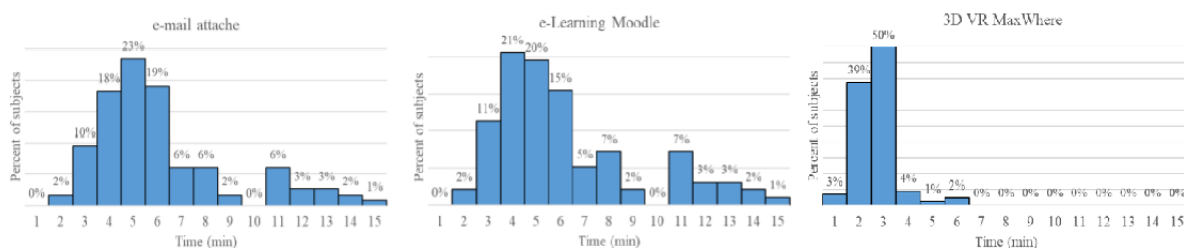
A tudást a visszahívott észrevételek birtoklásának tekinthetjük. Az alábbi a visszahívás eredményét bemutató kísérlet célja az volt, hogy összehasonlítsa a 2D-s hirdetések hatékonyságát, ha azokat 3D VR térben vagy a klasszikus web-alapú formában juttatjuk el a

felhasználókhöz. (Berki 2018). A hipotézis, hogy a VR csoportban több ember fog emlékezni arra, hogy pontosan milyen hirdetést látott, mint a weboldalak tanulmányozók csoportjában. A kísérlet 22 fő részvételével zajlott. A résztvevők feladata négy témához kapcsolódó online cikk elolvasása volt. Az egyik feltétel szerint négy szalaghírdetést helyeztek el minden weboldalon, a másik esetben a virtuális térben helyezkedtek el a hirdetések önálló objektumként nem a cikk melletti banner hirdetésként. A résztvevők a cikkek elolvasása után online kérdőívet töltöttek ki. A két csoportban lévő egyének memóriateljesítményének összehasonlításához a Fisher pontos tesztjét használták a kutatók. Az eredmények szignifikáns különbséget mutattak a VR csoport közötti memóriateljesítményben, prevalenciája 91,67% (11/12), szemben a klasszikus internetes csoport 40% -ával (4/10) ($p = 0,02$). Ami azt jelenti, hogy a 3D VR-ban elhelyezett tartalmakra jobban emlékeztek a résztvevők. A visszahívás aránya 50% -kal haladta meg, a 2D-s hirdetéseket, ha a vizuális információt közvetlenül a 3D-s környezetbe helyezték.

A memorizálás motivációjára vonatkozó vizsgálati eredmény került bemutatásra a 2019. évi 10. IEEE Nemzetközi Kognitív Infokommunikáció (CogInfoCom) konferencián. A tanulmány a felsőoktatási hallgatók viselkedését és szokásait explorációs módszerekkel vizsgálta a MaxWhere 3D VR terek használata során (Horváth 2019). A vizsgálat 82 egyetemi hallgató részvételével zajlott, különös tekintettel a térbeli tudatosságra, a kollaborációra, az online mobil applikációk használatára és a kognitív folyamatokra, különösen az információfeldolgozás, memorizálás szempontjából. A cikk több eredménye jól alkalmazható a VR munkaanyagok vagy tananyagok megtervezésénél, összeállításánál. A VR terekben való tartalom elrendezése és elhelyezése szempontjából meglepő eredmény született, ami kifejezetten azt mutatja, hogy az ellenőrzési kérdések elméleti anyaghoz viszonyított elhelyezkedése befolyásolja a rövid és hosszú távú memorizálási folyamatok motivációját. Amennyiben az ellenőrző kérdéseket közvetlenül az ismeretanyag mellett helyezzük el, a fókuszálásban segítjük a felhasználókat. Azonban a kérdések megválaszolásánál gyakran a CTRL+C, CTRL+V másolás-beillesztés műveletét választva a gyors és kényelmes feladat teljesítést preferálják a felhasználók. Ebben az esetben a statisztikai elemzés negatív korrelációt mutatott a helyes válaszok száma és a válaszig idő között ($r = -0,278$, $p = 0,012$). Ez a korreláció szignifikáns volt 0,05 szinten. Amennyiben az ellenőrző kérdések a tér távolabbi pontjában vannak, ahová mozogni, elfordulni szükséges, vagy ellentétes fázisban kapcsolhatók be és ki a kérdéseket tartalmazó okostáblák, mint a tananyagot tartalmazó táblák, akkor a hallgatók egyszerre 2-3 kérdésre vonatkozó választ is megjegyeztek, majd ezeket a kérdőív kitöltésénél begépelve adták meg. Erre a megoldásra vonatkozó kérdésre a

hallgatók azt válaszolták, hogy "nem akartak sokszor fel-alá mozogni a térben". Noha a szükséges mozgás csak az egér enyhe mozdítását igényelte, úgy tűnik, hogy az agy ezt a kicsi mozdulatot mindennapi mozgásként ábrázolja. Így a praktikum és a kényelem motiváló tényezőként indítja be a memorizálási folyamatokat.

Az információ átadásának hatékonyságára, ezáltal a megértés elősegítésének vizsgálatára vonatkozó projekt azt vizsgálta, hogy hogyan lehet kommunikálni és megosztani a munkafolyamatokat nyelvi leírások, digitális tartalom és technológiai eszközök segítségével (Lampert et al. 2018). Elsősorban az e-Learning és a VR tanulás tartalmára és digitális eszközeire koncentrálna. Az összehasonlításban a klasszikus e-mail / csatolmányalapú megosztás, a megosztás a webes e-Learning felületen (egy Moodle oldalon keresztül) és a megosztás a 3D-s MaxWhere VR felületen keresztül. Ebből a célból új módszereket és új fogalomkészletet határozzunk meg a digitális képességek és a felhasználói hatékonyság benchmarkingja érdekében a munkafolyamat-megosztás területén. A 400 fős mintán végzett kísérlet során megvizsgáltuk mennyi időbe telik a digitális információ feldolgozása 1 PDF dokumentum és a hozzá tartozó kérdőív, 15 db kép és a hozzá tartozó kérdőív, 1 videó és kérdőív valamint 4 weboldal és a hozzájuk tartozó 1 közös kérdőív esetén. A tesztek azt mutatják, hogy a felhasználók legalább 50% -kal gyorsabban tudták elvégezni a szükséges munkafolyamatot a MaxWhere 3D környezetben, mint az összes többi esetben (2. ábra).



2. ábra: Válaszadási idők a vizsgált tartalommosztási felületek esetén

Forrás: Lampert et al. 2018

A kísérletben kapott helyes válaszok száma és a válaszadás ideje azt is bizonyította, hogy a 3D-s környezetek sokkal gyorsabb ismeretszerzést, jobb megértést kínálnak a felhasználók számára a digitális munkafolyamatok megosztása és értelmezése során.

A következő vizsgálat fő kérdése volt, hogy az új technológia miként befolyásolja a felhasználói tevékenységek hatékonyságát (Horváth–Sudár 2018). A vizsgálatot szintén a klasszikus e-mail, az e-Learning és a MaxWhere 3D VR környezetekben végeztük. A különböző munkakörnyezetek különféle műveleteket igényelnek. Ezeknek a műveleteknek az

összeszámolásával a vizsgálat megállapította, hogy a felhasználói tevékenységek száma 30%-kal, a művelet végrehajtásához szükséges gépi műveletek száma 80%-kal lesz kevesebb a MaxWhere 3D környezetben ugyanazon digitális munkafolyamatban, mint a hagyományos 2D-s digitális környezetekben.

Következtetés: a MaxWhere oktatási platformként számos lehetőséget kínál a felhasználók számára olyan feladatok elvégzésére, amelyek egyébként rendkívül bonyolult digitális munkafolyamatokat igényelnének a hagyományosabb 2D-s környezetben.

A vizsgálati tapasztalatokat a Széchenyi István Egyetem VR Learning központja felhasználja a 3D VR terek ergonómiájának kialakításához, valamint a hatékony munkavégzés és a VR oktatás megbízható és eredményes módszertanának kialakításához.

5. Összefoglalás

A tanulmányban bemutatott példák alapján értehetővé vált, hogy a XXI. században megjelenő információ dömping a 3 dimenziós rendszerek segítségével válik kezelhetővé. A CogInfoCom tudományterülethez kapcsolódva a jövőben megjelenő 3D-s operációs rendszerek és az emberi kognitív folyamatok előfutáraként a MaxWhere 3D VR vizsgálatok igazolták, a 3D-ben rejlő kognitív terhelést csökkentő hatásait. A szakemberek még erre az évtizedre jósólják a 3D alapú operációs rendszerek megjelenését. A DOS – Windows után a 3D alapú operációs rendszerek fő motivációja, megegyezik a MaxWhere 3D VR platform motivációjával, miszerint a 3D-ben való mozgás további agyterületet, a parietális lebenyt bekapcsolja, az információ észlelés és feldolgozás megváltozik. A tanulmányban bemutatott kutatási eredmények alátámasztják, hogy a 3D terekben dolgozó diákok munkája 30%-kal hatékonyabb, 50%-kal javul az emlékezés (visszahívás) és 50%-kal gyorsabb a tananyag átlátás.

A 3D VR miért jelent áttörést a mindennapi munkában vagy az oktatásban?

1. Jelentősen segíti az információ megosztását és a célzott, nagy mennyiségű információhoz való tértől és időtől független hozzáférést.
2. A 3D VR munkavégzés esetén jelentős költségcsökkentés jelentkezik. Nincs utazási és szállás költség, mivel a résztvevők távolról bejelentkezve teljes értékű információhoz férnek hozzá, beszélhetik meg a teendőket, rögzíthetik a meetingen elhangzottakat, közösen szerkeszthetik dokumentumaikat.

3. A valós laboratóriumok, mérő – és vizsgáló berendezések és a digitalizált másolataik együttes használata a költségcsökkentésen túl (kevesebb eszközberuházás, labor költség, rezsi költség) a megértés jelentős javulását eredményezik.
4. A 3D VR és a hozzá könnyen kapcsolható egyéb technikákból származó információk (drónok, nanorobotok stb.) segítségével olyan területek is bejárhatók, amelyeket a valós életben nem, vagy csak magas kockázattal tudnánk megvalósítani. (Emberi test, veszélyes, magas sugárzású, vagy mérgező anyagokkal telített környezet stb.)
5. A VR oktatás kapcsolódódása az Ipar 4.0, a Digital Twin, automatizáció és egyéb innovatív technológiákhoz biztosítja, hogy a diákok olyan digitális oktatási környezetben szocializálódjanak, mint amivel a munkába állást követően fognak találkozni. Ezzel a munkahelyi ráképzés csökkenthető, elhagyható.

Irodalomjegyzék

BARANYI P., CSAPO A.–SALLAI GY. (2012) *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. Springer International Publishing Switzerland, pp. 191. (978-3-319- 19607-7).
<http://www.springer.com/us/book/9783319196077#aboutBook>.

BARANYI P., CSAPO A. (2012) Definition and Synergies of Cognitive Infocommunications. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 9. pp. 67-83. (978-3-319- 19607-7).
<http://www.springer.com/us/book/9783319196077#aboutBook>.

BERKI B. (2018) Better Memory Performance for Images in MaxWhere 3D VR Space than in Website. In: *9th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications CogInfoCom*, pp. 283-287.

BERKI B. (2019) Desktop VR as a Virtual Workspace: a Cognitive Aspect. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 16. No. 2. pp. 219-231.

BERKI B. (2019) Does Effective Use of MaxWhere VR Relate to the Individual Spatial Memory and Mental Rotation Skills?. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16(6). pp. 41-53. doi: 10.12700/APH.16.6.2019.6.4.

BUDAI T., KUCZMANN M. (2018) Towards a Modern, Integrated Virtual Laboratory System. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol.15. No. 3. pp. 192-204.

CISCO – INTEL – MICROSOFT (2009) 'Transforming Education: Assessment and Teaching 21st Century Skills. <http://atc21s.org/>.

CSAPO A., HORVÁTH I., GALAMBOS P.–BARANYI P. (2018) VR as a Medium of Communication: from Memory Palaces to Comprehensive Memory Management. In: *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), 9th IEEE International Conference*. Budapest.

FREINA, L., OTT, M. (2015) A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In: *The International Scientific Conference eLearning and*

Software for Education, Vol. 1. pp. 133. " Carol I" National Defence University, April 2015.17.

HORVÁTH I. (2016) Digital Life Gap between students and lecturers. In: *Proceedings of 7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*, Wrocław, Poland, 16-18.10.2016. Budapest: IEEE Hungary Section. pp. 353-358. (ISBN 978-1-5090-2644-9; 978-150902645-6).

HORVÁTH I. (2019) Behaviors and Capabilities of Generation CE Students in 3D VR. In: *Proceedings of 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications*, Naples, Italy, 23-25.10.2019. 978-1-7281-4793-2/19/\$31.00 ©2019 IEEE. pp. 491-494.

HORVÁTH I., SUDÁR A. (2018) Factors Contributing to the Enhanced Performance of the MaxWhere 3D VR Platform in the Distribution of Digital Information. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 15. No. 3. pp. 149-173.

KOMLÓSI, L. I., WALDBUESSER, P. (2015) The cognitive entity generation: Emergent properties in social cognition, *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*. *6th IEEE International Conference on Year: 2015*. pp. 439 – 442. DOI: 10.1109/CogInfoCom.2015.7390633.

LAMPERT B., PONGRÁCZ A., SIPOS J., VEHRER A.–HORVÁTH I. (2018) MaxWhere VR-learning improves effectiveness over classical tools of e-learning. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 15. No. 3. pp. 125-147.

LEGGÉ, E. L. G., MADAN, C. R., ENOCH, T. N. G.–CAPLAN, J. B. (2012) Building a memory palace in minutes: Equivalent memory performance using virtual versus conventional environments with the method of loci. *Acta Psychologica*, 141(3). pp. 380–390.

LOGIE, R. H. (1986) Visuo-spatial processing in working memory. *The quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38(2). pp. 229– 247.

MARTÍN-GUTIÉRREZ, J., MORA, C. E., AÑORBE-DÍAZ, B. –GONZÁLEZ-MARRERO, A. (2017) Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2). pp. 469-486.

www.maxwhere.com

RODRIGUEZ, F., LÓPEZ, J.C., VARGAS, J.P., BROGLIO, C., GÓMEZ, Y. –SALAS, C. (2002) Spatial memory and hippocampal pallium through vertebrate evolution: insights from reptiles and teleost fish. *Brain research bulletin*, 57(3-4). pp. 499–503.