EMBER-SZÁMÍTÓGÉP INTERFÉSZEK ALKALMAZÁSA EGYES KOGNITÍV KÉPESSÉGEK ELEMZÉSÉRE EYE-TRACKING MÓDSZERREL

TÉZISFÜZET

Ujbányi Tibor

Témavezetők:

Prof. Dr. Baranyi Péter, egyetemi tanár
Széchenyi István Egyetem

Prof. Dr. Kővári Attila, egyetemi tanár
Dunaújvárosi Egyetem

Széchenyi István Egyetem
Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola
Győr, 2021.

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés 3
Célkitűzések 6
Alkalmazott módszerek 8
Eredmények 10
Publikációk 18
Felhasznált irodalom 28

BEVEZETÉS

A technológia fejlődése a számos fejlesztést és új eszközöket hoz magával, amelyek a mindennapi életünkre jelentős hatással vannak. Jelen korunk szükségszerűvé teszi az IKT eszközök készség szintű használatának elsajátítását, minden eddiginél jobban jelen van a hétköznapi életvitelben, alapvetően meghatározza a társadalmi interakciókat. A technológia fejlődése számos más terület mellett a kognitív tényezők megfigyelésében is új lehetőségeket nyit. Az ember-számítógép, mint két rendszer közötti kapcsolatban fontos szerepet játszik az emberi viselkedés, interakció, amelyet többféle módon is vizsgálhatunk, akár az agyi tevékenység, akár a gesztusok vagy akár a szem mozgása által. Maga az ember-számítógép interakció egy olyan tudományterülettel foglalkozik, mely az ember számára készített interaktív számítógépek tervezését, megvalósítását érinti, valamint az ezzel összefüggő főbb jelenségeket tanulmányozza (Hewett & Strong, 1992). A manapság használt beviteli eszközök többsége mechanikus elven működik, azonban az ember-számítógép interfészek fejlődésének köszönhetően a számítógépek is képesek az emberi testbeszéd, a gesztusok megértésére, alkalmazására a tanulás folyamatának támogatásában.

A kognitív folyamatok megfigyelésére sokáig egy olyan interjútípust alkalmaztak, amely az ún. „think-aloud” technikán alapult, ahol a tesztalanyoknak verbalizálni kell a gondolataikat az egyes felhasználói felületeken történő mozgás közben. Ez a módszer azonban számos esetben validációs problémákat vetett fel (Lecomplete & Preissle, 1993) (Mintzes, 1999). Ezért a kutatók új technikákat keresnek a különböző tudományos területeken alkalmazható kutatásokra annak a reményében, hogy különböző szemszögből mutathassák be a tanulási folyamatot (Anderson, 2007). A technikák között megjelent a szemmozgás követés, amelyet a pszichológiai kutatásokban eredményesen használtak az alapvető kognitív folyamatok tanulmányozására olvasás és egyéb jellegű információfeldolgozási módok során (Rayner K. , 1998). A szemmozgás követés az utóbbi években a tanulási folyamatok vizsgálatával foglalkozó kutatások egyik eszközeként is megjelent, hiszen alkalmas a kognitív tevékenységek online, valós idejű megfigyelésére, ezáltal jól használható a tanulással összefüggő kognitív folyamatok megfigyelésére is. Az elmúlt években a szemmozgás követés technológia oktatással kapcsolatos kutatásokban történő felhasználása egyre népszerűbb, alkalmazásával választ kaphatunk a tanítási-tanulási folyamat során tapasztalható egyes nehézségek okaira

azáltal, hogy a szemmozgás paramétereinek megfigyelésével elemezzük ki az egyes kognitív tevékenységeket. A szemmozgás követési technológia mellett több ember-számítógép interakciót megvalósító eszköz alkalmas arra, hogy kiszélesítse a tanítási-tanulási folyamatokkal összefüggő kutatások spektrumát annak hatékonyabb elemzésével, több paraméter megfigyelése által. Ilyen eszközök például a kézi gesztusvezérlésen alapuló megoldások, amelyek segítségével a szem-kéz koordináció is elemezhető, ezáltal újabb összefüggések tárhatók fel a szemmozgással és egyes kognitív folyamatokkal kapcsolatban. A legkorszerűbb ember-számítógép interfészek nyújtotta lehetőségek, a modern kor oktatástechnológiája számos lehetőséget kínál az oktatási módszertanok megújításához. Napjaink népszerű oktatási formái szinte kivétel nélkül digitális tartalmakat használnak, amely lehetőséget ad a jobb szemléltethetőségre és interaktivitásra, ezáltal a tanóra színesíthető. A felsőoktatásban előszeretettel használnak LMS (Learning Management System) rendszereket (pl. Moodle) azok interoperabilitása okán. Manapság egyre több kutatás foglalkozik az ún. 3D-s virtuális terek oktatásban történő használatával. Tanulmányok igazolják, hogy a 3D-s tér oktatási környezetben történő alkalmazása

indokolt lehet, segítségével a tanítási-tanulási folyamatok is hatékonyabbá válhatnak.

Az értekezésben bemutatott komplex kutatás motivációját a tanulással összefüggő kognitív folyamatok korszerű IKT eszközökkel történő megfigyelésében rejlő lehetőségek adták. Jelen kutatás az oktatási folyamat hatékonyságának ellenőrzésével összefüggő tesztfeladatok megoldásának szemmozgáson és kézi gesztusvezérlésen alapuló megfigyelését helyezi előtérbe, valamint a tanítási-tanulási folyamat hatékonyságának növelése céljából vizsgálja a 3D-s terek oktatásba történő bevonásának lehetőségét. A kutatás során alkalmazott eszközrendszerek a jövő oktatási infrastruktúrájának szerves részét képezhetik.

CÉLKITŰZÉSEK

Az értekezés célkitűzési az alábbi fő pontokba sorolhatók:

1. Egy olyan tesztkörnyezet összeállítása, amely alkalmas a szemmozgás és a kézi gesztusvezérlés alapú kézmozgás párhuzamos megfigyelésére, valamint elemzésére egy számítógép monitorán megjelenő informatikai feladat megoldása során.

2. A tesztkörnyezet felhasználásával vizsgálatok kidolgozása:

   a.) Olyan adatelemzési eljárás megvalósítása, amely segítségével vizsgálható, hogy az eltérő előzetes tudással rendelkezők szemmozgás paramétereiben kimutathatók-e különbségek, egy a számítógép monitorán megjelenő, informatikai feladat megoldása kapcsán.
   b.) Olyan adatelemzési eljárás megvalósítása, amely segítségével vizsgálható, hogy kimutathatók-e különbségek az egérkurzor mozgás paramétereiben, abban az esetben, ha az hagyományos egér, vagy gesztusvezérlés segítségével történik, egy számítógép monitorán megjelenő, informatikai feladat megoldása során.

3. Tesztkörnyezet és adatfeldolgozási eljárás megvalósítása, amely alkalmas 3D-s virtuális terek hatékonyságának vizsgálatára problémamegoldó keresési feladatok esetében.

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A célkitűzésekben megfogalmazott vizsgálatok elvégzéséhez az alábbi módszerek kerültek alkalmazásra:

I. IT hálózatokkal összefüggő feladat megoldása kapcsán a szemmozgás megfigyelése, analízise és egyes jellemző paramétereinek meghatározása, majd kiértékelése eltérő előzetes tudással rendelkező alanyok esetében. Kvalitatív és kvantitatív elemzések elvégzése, az előzetes tudásszint alapján meghatározott csoportok összehasonlítása. Statisztikai korreláció vizsgálat az előzetes tudásszint és a szemmozgás paraméterek között.

II. IT hálózatokkal összefüggő feladat megoldása kapcsán a szem- és egérkurzor mozgás megfigyelése, analízise és egyes jellemző paramétereinek meghatározása, majd kiértékelése hagyományos és gesztusvezérlés alapú mozgatás során. Kvalitatív és kvantitatív elemzések elvégzése, a hagyományos és gesztusvezérlés alapú egérkurzor mozgatás összehasonlítása a szemmozgással összefüggésben. Kétmintás t-próba alkalmazásával annak vizsgálata, hogy a hagyományos és

gesztusvezérlés általi egérkurzor mozgás paraméterei szignifikánsan különbözők-e.

III. Problémamegoldó keresési feladat kapcsán a szemmozgás paraméterek megfigyelése és a végrehajtás idejének mérése 2D-s és 3D-s környezetekben, majd az adatok kiértékelése kvantitatív és kvalitatív elemzéssel. Átlagok különbségén alapuló elemzéssel a 3D-s tér hatékonyságának vizsgálata.

EREDMÉNYEK

I. Összeállítottam egy a szemmozgáskövetésen alapuló, a tekintet jellemző paramétereit meghatározó rendszert és egy olyan adatelemzési eljárást, amely alkalmas az előzetes tudás és a szemmozgást leíró paraméterek közötti összefüggések vizsgálatához és feltárásához. A továbbiakban az előzetes tudás szint alapján az LTA az átlag alatti, az A az átlagos és a BTA az átlag feletti tudás szintű csoportot jelöli. [5][9-10][13][15-18]

   a. A tesztkörnyezetben elvégzett vizsgálattal kimutattam, hogy az LTA csoport fixációs számai (295,72 ± 46,63) statisztikailag szignifikánsan nagyobbnak bizonyultak, mint az A csoport esetében (252,3 ± 53,85), $t(22) = 2{,}09$, $p = 0{,}048$. Az LTA és A csoportok átlaga statisztikailag szignifikánsan különbözik egymástól, mivel a szignifikancia értéke (kétoldali) kisebb, mint 0,05. Az alacsonyabb előzetes tudással rendelkezőknek nagyobb a fixáció számuk.

b. A tesztkörnyezetben elvégzett vizsgálattal kimutattam, hogy az A csoport fixációs számai ellenben statisztikailag szignifikánsan nem nagyobbak a BTA csoporthoz (217.87 ± 66.68), $t(19) = 1.301$, $p = 0.209$. képest. Az A és BTA csoportok átlaga statisztikailag szignifikánsan nem különbözik egymástól, mivel a szignifikancia értéke (kétoldali) nagyobb, mint 0,05.

c. A tesztkörnyezetben elvégzett vizsgálattal kimutattam, hogy az előzetes tudás szint és a fixációs szám adatsora közötti kapcsolat Pearson-féle korrelációs együtthatóval leírható. A két adatsor között mérsékelten markáns, negatív irányú kapcsolat áll fenn, amely statisztikailag szignifikáns ($r = -0.66$, $n = 32$, $p = .000$). A fixációk számának alakulása az előzetes tudás szint függvényében változik: az alacsonyabb előzetes tudással rendelkezők esetében a fixációk száma szignifikánsan nagyobb, addig a magasabb előzetes tudással rendelkezők esetében szignifikánsan kisebb.

d. Az elvégzett vizsgálattal igazoltam, hogy az alkalmazott eljárás alkalmas a szemmozgást leíró paraméterek közötti összefüggések vizsgálatához és feltárásához.

Az eredmény vélhetően azzal magyarázható, hogy az alacsonyabb előzetes tudás szinttel rendelkező alanyok esetében a tekintetük többször visszatér a megfigyelt területekre, hogy jobban megértsék a feladatot a megoldás keresése közben.

1. táblázat A Shapiro-Wilk teszt eredménye a fixáció számok és az előzetes tudás adatsorán
(Forrás: saját szerkesztés)

	Shapiro-Wilk		
	Statist	**df**	**Sig**
Previous Test	,951	32	,15
Fixation Count	,953	32	,17

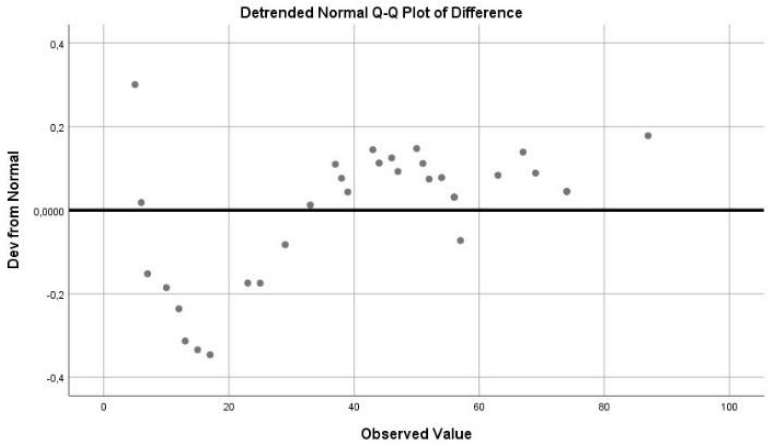
2. táblázat Pearson korreláció analízis az előzetes tudás és a fixáció számok adatsora között
(Forrás: saját szerkesztés)

		Previous	**Fixation**
Previous Test	Pearson	1	-,660**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	32	32
Fixation Count	Pearson	-,660**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	32	32

II. Összeállítottam egy a szemmozgáskövetésen és gesztusvezérlésen alapuló rendszert és egy olyan adatelemzési eljárást, amely alkalmas a szem- és egérkurzor mozgás paraméterek közötti összefüggések vizsgálatára és feltárására, abban az esetben, ha kurzor mozgatása hagyományos egér, vagy gesztusvezérlés segítségével történik. [1][3][11-12][14][19]

a. A tesztkörnyezetben elvégzett vizsgálattal kimutattam, hogy egy összetett vizuális kiválasztási feladat megoldása során a tekintet és egérkurzor pozíciójának távolsága hagyományos egér és gesztusvezérlés alapú kurzormozgatás esetén páros t-próba alapján szignifikánsan eltérő.
b. A páros t-próba azt mutatta, hogy hagyományos egér alapú vezérlésnél a tekintet és a kurzor átlagos távolsága jelentősen nagyobb (M = 407,875, SD = 23,46411), mint a gesztusvezérlés esetén (M = 367,2813, SD = 14,12898), t (31). = 10,166, p <0,001.
c. A hagyományos egérrel és kézi vezérléssel megvalósított kurzorvezérlés esetén a tekintet és a kurzor átlagos távolságának átlaga szignifikánsan eltérő, mivel a (kétoldalú) szignifikanciaszint kevesebb, mint 0,05.
d. Az elvégzett vizsgálattal igazoltam, hogy az alkalmazott eljárás alkalmas a szem- és kézmozgás paraméterek közötti összefüggések vizsgálatára és feltárására.

Az eredmények vélhetően annak a ténynek tudhatók be, hogy a számítógépes egér mozgatása már inkább rutin gyakorlat, tehát kevesebb figyelmet igényel, mint a gesztus alapú vezérlés, ahol a szemnek jobban kell követni a kurzor útját, hogy a kívánt mozgás megvalósuljon. A kapott eredmények további információkat szolgáltathatnak egyes koordinációs problémák azonosításához, például egyes kézmozgások elemzésekor. Megfelelő monitorozás mellett az egyedi koordinációs nehézségek azonosíthatók és javíthatók.



1. ábra Q-Q diagram a tekintet és az egérkurzor átlagos távolságáról (Forrás: saját szerkesztés)

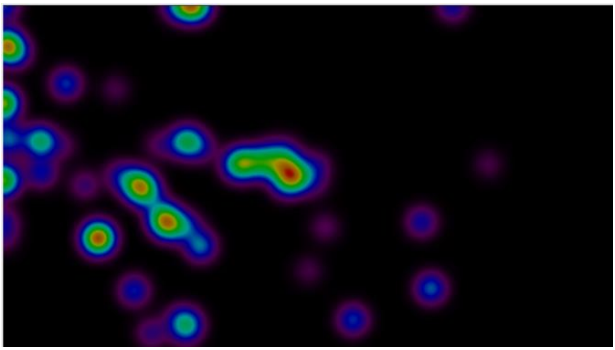
III. Összeállítottam egy szemmozgáskövetésen alapuló tesztkörnyezetet és egy adatelemzési eljárást, amely alkalmas 3D-s virtuális terek hatékonyságának vizsgálatára matematikai problémamegoldó feladatok esetében. [2][4][6-8]

   a. A tesztkörnyezetben az átlagok különbségén alapuló elemzéssel kimutattam, hogy a MaxWhere 3D-s térben a másodpercenkénti fixációk száma 24%-kal, a teljes keresési időre vetített fixációszám pedig 26%-kal kevesebb, mint a Moodle rendszer esetében.
   b. A tesztkörnyezetben elvégzett vizsgálattal megállapítottam, hogy a MaxWhere 3D-s térben 7.35%-kal csökkent a keresési idő.
   c. Az elvégzett vizsgálattal igazoltam, hogy az alkalmazott eljárás alkalmas 3D-s virtuális terek hatékonyságának vizsgálatára problémamegoldó keresési feladatok esetében.

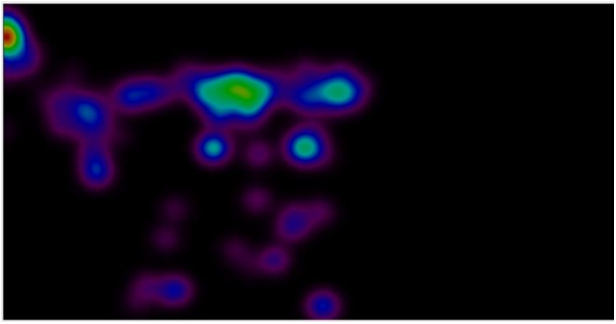
Az arányaiban kisebb különbséget a szemmozgás paraméterekhez képest a 3D-s tér használatában mutatott kevesebb rutin és a tesztkörnyezet hosszabb kilépési ideje okozta.

3. táblázat Vizsgált szemmozgás paraméterek és a feladat végrehajtási ideje MaxWhere és Moodle rendszerek esetében
(Forrás: saját szerkesztés)

	fixáció/s	**fixáció (db)**	**időtartam (ms)**
MaxWhere	1,01	40,42	38262
Moodle	1,33	54,69	41297



2. ábra Egy tesztalany figyelemtérképe MaxWhere 3D rendszer esetén
(Forrás: saját szerkesztés)



3. ábra Egy tesztalany figyelemtérképe Moodle 2D rendszer esetén
(Forrás: saját szerkesztés)

PUBLIKÁCIÓK

Tézisekhez kapcsolódó publikációk

[1] Ujbányi, Tibor Szem-kéz koordináció vizsgálata az egér mozgatásával összefüggésben egy informatikai feladat megoldása közben Mobilitás : A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye Szabadka, Szerbia : Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka, (2020)

[2] Ujbányi, Tibor ; Nagy, Bálint ; Stankov, Gordana Oktatási környezet bemutatása MaxWhere 3D-s virtuális térben Mobilitás : A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye Szabadka, Szerbia : Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka, (2020)

[3] Ujbányi, Tibor ; Kővári, Attila ; Sziládi, Gergely ; Katona, József Examination of the eye-hand coordination related to computer mouse movement INFOCOMMUNICATIONS JOURNAL 12 : 1 pp. 26-31. , 6 p. (2020)

[4] Nagy, Bálint ; Stankov, Gordana ; Ujbányi, Tibor Virtuális tér alkalmazhatóságának vizsgálata egy keresési feladatban MAFIOK 2019 Matematikát, fizikát és informatikát oktatók 43. országos konferenciája : programfüzet és absztraktkötet Dunaújváros, Magyarország : DUE Press, (2019) pp. 41-41., 1 p.

[5] Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi ; Jozsef, Katona ; Attila, Kovari Pilot Application of Eye-Tracking to Analyze a Computer Exam Test Cognitive Infocommunications, Theory and Applications Cham, Svájc : Springer International Publishing, (2019) pp. 329-347., 19 p.

[6] Ujbányi, Tibor ; Nagy, Bálint ; Stankov, Gordana 3D-s virtuális tér alkalmazhatóságának vizsgálata keresési feladat esetén Mobilitás : A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye Szabadka, Szerbia : Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka, (2019) pp. 661-667., 7 p.

[7] Ujbányi, Tibor ; Stankov, Gordana ; Nagy, Bálint A transparent working environment in MaxWhere virtual space Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications : CogInfoCom 2019 Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok : IEEE, (2019) pp. 475-478., 3 p.

[8] Ujbányi, Tibor ; Stankov, Gordana ; Nagy, Bálint Eye tracking based usability evaluation of the MaxWhere virtual space in a search task Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications : CogInfoCom 2019 Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok : IEEE, (2019) pp. 469-474., 6 p.

[9] Ujbányi, Tibor ; Katona, József ; Kővári, Attila Analysis of fixations while solving a test question related to computer networks TEACHING MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE 16 : 1 pp. 111-129., 19 p. (2018)

[10] Ujbányi, Tibor Az előzetes tudás és a szemmozgás paraméterek kapcsolata egy feladatmegoldás kapcsán A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye (2018) Szabadka, Szerbia : Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka, (2018) pp. 435-440., 6 p.

[11] Ujbányi, Tibor Examination of eye-hand coordination using computer mouse and hand tracking cursor control In: IEEE, (szerk.) 2018. 9th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok : IEEE Computational Intelligence Society, (2018) pp. 353-354., 2 p.

[12] Ujbányi, Tibor Szem- és kézmozgás paramétereinek elemzése hagyományos és kézmozgás alapú kurzorvezérlés esetén A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye (2018) Szabadka, Szerbia : Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, Szabadka, (2018) pp. 441-446., 6 p.

[13] Ujbányi, Tibor Egy informatikai feladat megoldás elemzése eye tracking alkalmazásával A Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar 2017-es tudományos konferenciáinak tanulmánygyűjteménye [Zbornik Radova Nachnih Konferencija Uchitel'skov Fakulteta na Magarskom Nastavnom Jeziku 2017]: Tanulmánygyűjtemény [Zbornik radova] [Book of selected papers] : XI. nemzetközi tudományos konferencia, VI. módszertani konferencia, IV. IKT az oktatásban konferencia Szabadka, Szerbia : Újvidéki Egyetem Magyar Tannyelvű Tanítóképző Kar, (2017) pp. 1090-1098., 9 p.

[14] Ujbanyi, Tibor ; Sziladi, Gergely ; Katona, Jozsef Eye-tracking alkalmazása egy gesztusvezérléssel végrehajtott informatikai vizsgafeladat megoldásának elemzésére p. 69 (2017) XXXIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia: Tanulás- és Tanításmódszertani - Tudástechnológiai Szekció - I. helyezés,, Témavezető: Dr. Kővári Attila főiskolai docens, (Győr, 2017. március 23-25.)

[15] Ujbányi, Tibor ; Sziládi, Gergely ; Kővári, Attila Szemmozgáskövetés alkalmazása egy feladatmegoldás elemzésére ENELKO 2017 : XVIII. Energetika-Elektrotechnika Konferencia : SzámOkt 2017 : XVII. Nemzetközi Számítástechnika és Oktatás Konferencia Kolozsvár, Románia : Erdélyi Magyar Tudományos Társaság, (2017) pp. 236-240., 5p.

[16] Ujbányi, Tibor ; Sziládi, Gergely A szemmozgás paramétereinek vizsgálata egy informatikai feladat megoldása során: Examination of eye-tracking parameters while solving IT tasks ENELKO 2016 - XVII. Nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia, SzámOkt 2016 - XXVI. Nemzetközi Számítástechnika és Oktatás Konferencia Kolozsvár, Románia : Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), (2016) pp. 306-311., 6 p.

[17] Tibor, Ujbányi ; József, Katona ; Gergely, Sziládi ; Attila, Kővári Eye-Tracking Analysis of Computer Networks Exam Question Besides Different Skilled Groups 2016 Proceedings of 7th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications (COGINFOCOM) Budapest, Magyarország : IEEE Hungary Section, (2016) pp. 277-281., 5p.

[18] Ujbányi, Tibor ; Kővári, Attila A szemmozgáskövetés háttere és módszerei DUNAKAVICS 4 : 5 pp. 5-14., 10 p. (2016)

[19] Ujbányi, Tibor ; Sziladi, Gergely ; Katona, Jozsef Eye-tracking alkalmazása egy gesztusvezérléssel végrehajtott informatikai vizsgafeladat megoldásának elemzésére TDK Nap a Dunaújvárosi Egyetemen Dunaújváros, Magyarország : DUE Press, (2016) pp. 10-11., 2 p.

Tézisekhez közvetetten kapcsolódó publikációk

[20] Gergely, Sziladi ; Tibor, Ujbanyi ; Jozsef, Katona ; Attila, Kovari The analysis of hand gesture based cursor position control during solve an IT related task 2017 8TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE INFOCOMMUNICATIONS (COGINFOCOM) : CogInfoCom Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., (2017) pp. 413-418., 6 p.

[21] Sziládi, Gergely ; Ujbányi, Tibor ; Kővári, Attila Kézi gesztusvezérlő interfész kialakítása ENELKO 2017 : XVIII. Energetika-Elektrotechnika Konferencia : SzámOkt 2017 : XVII. Nemzetközi Számítástechnika és Oktatás Konferencia Kolozsvár, Románia : Erdélyi Magyar Tudományos Társaság, (2017) pp. 221-225., 5 p.

[22] Gergely, Sziládi ; Tibor, Ujbányi ; József, Katona Cost-effective hand gesture computer control interface 2016 Proceedings of 7th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications (COGINFOCOM) Budapest, Magyarország : IEEE Hungary Section, (2016) pp. 239-243., 5 p.

[23] Sziládi, Gergely ; Ujbányi, Tibor Gesztusvezérlő rendszer megvalósítása szakköri projektfeladatban: Implementation of a Gesture Controller System as a School Workshop Projekt ENELKO 2016 - XVII. Nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia, SzámOkt 2016 - XXVI. Nemzetközi Számítástechnika és Oktatás Konferencia Kolozsvár, Románia : Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), (2016) pp. 294-299., 6 p.

Egyéb publikációk

[24] Jozsef, Katona ; Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi ; Attila, Kovari Electroencephalogram-Based Brain-Computer Interface for Internet of Robotic Things Cognitive Infocommunications, Theory and Applications Cham, Svájc : Springer International Publishing, (2019) pp. 253-275., 23 p.

[25] Jozsef, Katona ; Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi ; Attila, Kovari Examine the Effect of Different Web-based Media on Human BrainWaves 2017 8TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE INFOCOMMUNICATIONS (COGINFOCOM) : CogInfoCom Piscataway (NJ), Amerikai Egyesült Államok : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., (2017) pp. 407-413., 7 p.

[26] Jozsef, Katona ; Attila, Kovari ; Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi Hand Controlled Mobile Robot Applied in Virtual Environment WORLD ACADEMY OF SCIENCE ENGINEERING AND TECHNOLOGY 11 : 8 pp. 1430-1435., 6 p. (2017)

[27] József, Katona ; Attila, Kővári ; Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi Hand Controlled Mobile Robot Applied in Virtual Environment WORLD ACADEMY OF SCIENCE ENGINEERING AND TECHNOLOGY 19 : 8 pp. 1549-1554., 6 p. (2017)

[28] Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi ; Jozsef, Katona ; Attila, Kovari Ict Based Interactive and Smart Technologies in Education - Teaching Difficulties Proceedings of the 229th International Conference on Education and E-learning (ICEEL) Barcelona, Spanyolország : Institute of Research and Journals, (2017) pp. 39-44., 6 p.

[29] Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi ; Jozsef, Katona ; Attila, Kovari ICT Based Interactive and Smart Technologies in Education - Teaching Difficulties INTERNATIONAL JOURNAL OF MANAGEMENT AND APPLIED SCIENCE 3. : 10. pp. 72-77., 6 p. (2017)

[30] Jozsef, Katona ; Tibor, Ujbanyi ; Gergely, Sziladi ; Attila, Kovari Speed control of Festo Robotino mobile robot using NeuroSky MindWave EEG headset based Brain-Computer Interface 2016 Proceedings of 7th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications (COGINFOCOM) Budapest, Magyarország : IEEE Hungary Section, (2016) pp. 251-257., 7 p.

[31] Bartalos, Norbert ; Ujbányi, Tibor ; Kővári, Attila ; Nagy, Bálint A Chua-rendszer vizsgálata az Octave alkalmazásával DUNAKAVICS 3 : 7 pp. 41-57., 17 p. (2015)

[32] Bartalos, Norbert ; Ujbányi, Tibor ; Kővári, Attila ; Nagy, Bálint A Chua-rendszer vizsgálata az Octave alkalmazásával Informatikai terek Dunaújváros, Magyarország : DUF Press, (2015) pp. 233-241., 9 p.

[33] Jozsef, Katona ; Tibor, Ujbanyi ; Attila, Kovari Investigation of the Correspondence between Problems Solving Based on Cognitive Psychology Tests and Programming Course Results INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING TECHNOLOGIES IN LEARNING 10 : 3 pp. 62-65., 4 p. (2015)

[34] Ujbányi, Tibor A Windows 10 és ami mögötte van DUNAKAVICS III : 6 pp. 25-37., 13 p. (2015)

[35] Ujbányi, Tibor ; Sziládi, Gergely Korszerű oktatásinformatikai eszközök használatának egyes problémái: Specific problems of modern educational ICT tools EDU SZAKKÉPZÉS ÉS KÖRNYEZETPEDAGÓGIA ELEKTRONIKUS SZAKFOLYÓIRAT 5.: 4. pp. 29-54., 26 p. (2015)

[36] Ujbányi, Tibor A Windows 10 újdonságai Informatikai terek Dunaújváros, Magyarország : DUF Press, (2015) pp. 85-96., 12 p.

[37] Ujbányi, Tibor Felhasználók és adatkapcsolataik sérülékenységének vizsgálata a rendszer biztonsági szintjének meghatározásával Szimbolikus közösségek Dunaújváros, Magyarország: DUF Press, (2015) pp. 177-185., 9 p.

[38] Tibor, Ujbanyi ; Jozsef, Katona ; Attila, Kovari ; Gyönyörű, Klára Ida (Fordító) Examination of the vulnerable levels of user groups based on an IT security model In: Anikó, Szakál (szerk.) Computational Intelligence and Informatics (CINTI), 2014 IEEE 15th International Symposium on New York (NY), Amerikai Egyesült Államok : IEEE, (2014) pp. 133-136., 4 p.

[39] Ujbányi, Tibor ; Katona, József ; Kővári, Attila A felhasználói fiók migrációjának egy alternatív lehetősége Windows Vista/7/8 operációs rendszerekben DUNAKAVICS 2: 1 pp. 31-43., 13 p. (2014)

[40] Ujbányi, Tibor ; Katona, József ; Kővári, Attila A Non-Invazív Mobil EEG-regisztráló és -jelfeldolgozó eszközök összehasonlítása Az Informatika Korszerű Technikái Budapest, Magyarország : Új Mandátum Könyvkiadó, DUF Press, (2014) pp. 46-59., 14 p.

[41] Ujbányi, Tibor ; Katona, József ; Kővári, Attila IKT-eszközök bevezetésének és használatának problémái az oktatásban PÉK 2014 : XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia : program, előadás-összefoglalók Szeged, Magyarország : SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, (2014) pp. 79-79., 1 p.

[42] Ujbanyi, Tibor ; Katona, József ; Kővári, Attila ; Király, Zoltán ; Kadocsa, László IKT-eszközök bevezetésének és használatának problémái az oktatásban Tudományos terek Dunaújváros, Magyarország : DUF Press, (2014) pp. 21-34., 14p.

[43] Ujbányi, Tibor ; Katona, József ; Kővári, Attila Az IT-biztonság egy gráf alapú modellje DUNAKAVICS 2 : 6 pp. 39-47., 9 p. (2014)

[44] Ujbányi, Tibor ; Katona, József ; Kővári, Attila Felhasználói csoportok és adatkapcsolatok vizsgálata az IT biztonság szempontjából DUNAKAVICS 2 : 8 pp. 15-25., 11 p. (2014)

Felhasznált irodalom

[1] Anderson, C. W. (2007). Perspectives on science learning. Handbook of research on science education (pp. 3–30). NY:Routledge.

[2] Hewett, B. C., & Strong, V. (1992). ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction. New York, NY, USA: ACM.

[3] Lecomplete, M. D., & Preissle, J. (1993). Ethnography and qualitative design in educational research. San Diego, Florida: Academic Press.

[4] Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. Psychological Bulletin, 124(3), 372-422.