

HORVÁTH EVELIN

Pixelekbe öntött érzelmek

A virtuális érzelemmegjelenítés vizsgálatának lehetőségei

Absztrakt

Az érzelmek kifejezése és befogadása egy rendkívül összetett emberi tapasztalás, amely mélyen beágyazódik a kultúrába, valamint az adott társadalmi struktúrába, éppen ezért az érzelmek dekódolása is kulturálisan meghatározott. Ez alól kivételt képeznek az úgynevezett alapérzelmek, amelyek megértése univerzális, kulturális-társadalmi szocializációtól független. Az érzelmek egyik legfontosabb kifejezője az emberi arc, amely a külvilág számára közvetíti az egyén érzelmi állapotát, vágyait, szükségleteit és szándékait. Érzelmek ugyanakkor megjeleníthetők olyan nem emberi ágenseken is, mint például a fotórealisztikus, emberszerű virtuális karakterek. A jelen tanulmány célkitűzése a virtuális karakterek érzelemmegjelenítésének mélyebb megismerése a téma főbb elméleti ismereteinek és kutatási előzmények összegzése által. A cikk foglalkozik az emberi (alap)érzelmek kimutatásával és dekódolásával, a virtuális figurák humanizálásával és az *uncanny valley*-jelenséggel, valamint az érzelmek virtuális megjelenítésének lehetőségeivel. A virtuális érzelemmegjelenítéssel foglalkozó kutatások rávilágítanak arra, hogy bizonyos érzelmetípusok a valódi érzelmi arckifejezések felismeréséhez hasonló pontossággal dekódolhatók, a felismerést azonban befolyásolhatja a vizsgálati személyek kulturális háttere vagy akár az érzelmet bemutató karakter megjelenése, kidolgozottsága is. Mivel a hiteles virtuális érzelemmegjelenítés összefüggésben áll azzal, mennyire képesek azonosulni a nézők egy virtuális karakterrel, a kutatási terület mélyebb feltárása új utakat nyithat meg az élethű figurák felhasználási módjaiban. A kutatási előzményekből kiindulva a tanulmány bemutatja a virtuális érzelemmegjelenítés vizsgálatának jövőbeni lehetőségeit, módszereit, limitációit, várható eredményeit, valamint a kutatási eredmények lehetséges felhasználási területeit is.

Kulcsszavak: érzelmek kifejezése, érzelmfelismerés, virtuális érzelemmegjelenítés, alapérzelmek, virtuális karakter, *uncanny valley*

Abstract

The expression and reception of emotions is a highly complex human experience, deeply embedded in culture and social structures, therefore decoding facial emotions is also a culture dependent process. The only exceptions are the so-called basic emotions, the understanding of which is universal and independent of cultural-social background. One of the most important conveyor of emotions is the human face, which conveys the individual's emotional state, desires, needs and intentions to the outside world. However, emotions can also be displayed on non-human agents, such as photorealistic, human-like virtual characters. The objective of the present study is to gain a deeper understanding of emotion expression on lifelike virtual characters by summarizing previous theoretical knowledge and research on the topic. The

paper addresses the detection and decoding of human (basic) emotions, the humanization of virtual characters and the uncanny valley phenomenon, as well as the possibilities of virtual representation of emotions. Research on virtual emotion display has shown that certain types of emotions can be decoded with similar accuracy as real emotional facial expressions, but the process of recognition might be influenced by the cultural background of the subjects or even by the appearance of the character displaying the emotion. Since authentic emotion expression influences how viewers can identify with a virtual character, a deeper exploration of this research area may open up new avenues in the way of virtual character use. Based on the theoretical background, the paper presents future research possibilities, methods, limitations and expected results in the topic of virtual emotion display, as well as the possible applications of the research results.

Keywords: emotion expression, virtual emotion display, basic emotions, virtual character, uncanny valley

1. Bevezetés

„Sokkal inkább embereknek tekintem őket, mint virtuális karaktereknek” – így nyilatkozott az egyik interjúalany abban a 2021-ben publikált kutatásban, amely a videójátékok NPC-karakterének (*non-player character*, azaz nem játékos karakter) humanizálását vizsgálja.¹ A tökéletesen élethű virtuális figurák látványa gyakran idegen érzetet vált ki a befogadókban. Ennek egyik oka, hogy a számítógépes grafikával megrajzolt karakterek tekintetét, arckifejezését a nézők jelentős része üresnek, érzelemmentesnek találja, ez pedig megnehezíti a figurákkal történő azonosulást. A modern digitális grafika és animáció jelenlegi fejlettségi szintje azonban lehetővé teszi, hogy a számítógépes programokkal megalkotott (*computer-generated imagery*), másnéven CGI-karakterek arcán hitelesen jelenjenek meg a valódi emberekre jellemző érzelmek, ezzel fokozva a figurák realisztikusságát. A nagy számú professzionális karaktertervező szoftver mellett ma már a hétköznapi felhasználók számára is elérhetővé váltak olyan programok, amelyek automatizált módszerekkel, néhány gombnyomásra képesek érzelmeket generálni a felhasználók által megtervezett virtuális figurákon, így a technológia használata mostanra nem kizárólag a hivatásos alkotók kiváltsága. Az élethű érzelmek kifejezésnek köszönhe-

¹ Coanda–Aupers 2021.

tően a befogadók még inkább emberinek észlelik a virtuális karaktereket, ez pedig új utakat nyithat meg a karakterek felhasználásában.

A nem emberi ágensek érzelmegjelenítése a kétezres évektől foglalkoztatja a kommunikáció- és médiatudományt,² ugyanakkor, a technológia folyamatos és gyors fejlődése miatt a virtuális érzelmegjelenítés lehetőségei is állandóan változnak. Ebből kifolyólag a hagyományos emberi érzelmekifejezéshez és felismeréshez viszonyítva jóval kevesebb információval rendelkezünk arra vonatkozóan, hogyan észlelik és értelmezik a különböző (alap)érzelmeket a befogadók abban az esetben, ha azok nem egy valódi embertársuk arcán jelennek meg, hanem egy fotórealisztikus (tökéletesen valóság-hű) CGI-karakter által kerülnek bemutatásra.

A jelen tanulmány célkitűzése a virtuális karakterek érzelmekifejezésének mélyebb megismerése a téma főbb elméleti ismereteinek és kutatási előzményeinek összegzése által. A cikk foglalkozik az emberi (alap)érmek kimutatásával és dekódolásával, a virtuális figurák humanizálásával és az *uncanny valley*-jelenséggel, valamint az érmek virtuális megjelenítésének lehetőségeivel, amely a modern technológia tükrében számos új kérdést vet fel az újmédia-kutatók számára. A kutatási előzményekből kiindulva a tanulmány bemutatja továbbá a virtuális érmegjelenítés vizsgálatának jövőbeni lehetőségeit, módszereit, limitációit, várható eredményeit, valamint a kutatási eredmények lehetséges felhasználási területeit is.

2. Az anyaggyűjtés módszere

A tanulmány összesen 43 magyar és angol nyelvű tudományos szöveget (folyóiratcikk, szerkesztett kötet fejezete, könyv) tekint át az emberi érmekifejezés és -felismerés, valamint a virtuális érmebemutató témakörében, az arcon megjelenített alapérmek befogadói észlelésére fókuszálva. A feldolgozott szakirodalmi anyagok elsődleges forrása a Web of Science adatbázisa, továbbá a Budapesti Corvinus Egyetem Könyvtárának átfogó keresőfelülete, amely több tudományos adatbázishoz, elektronikusan elérhető folyóirathoz, illetve könyvtári katalógushoz biztosít

² Koda 2007; Clavel et al. 2008; Arellano-Varona-Perales 2008; Dyck 2008.

hozzáférést. Az anyaggyűjtéshez használt magyar nyelvű kulcsszavak az érzelemkifejezés; érzelemfelismerés; alapérzelem; virtuális + érzelem; virtuális + érzelemkifejezés; adat; továbbá az automatizáció. Az angol nyelvű források felkutatásának kulcsszavai az emotion + expression 'érzelemkifejezés'; emotion + recognition 'érzelemfelismerés'; basic + emotion 'alapérzelem'; facial + emotion 'érzelmi arckifejezés'; virtual + emotion 'virtuális érzelem'; uncanny + valley 'hátborzongató völgy'; data 'adat', valamint az automation 'automatizáció' voltak. A keresés minden esetben a használt adatbázisok kommunikációtudomány vagy kommunikáció- és médiatudomány kategóriájára leszűkítve történt.

3. Emberi érzelmek kifejezése és felismerése

A virtuális érzelemkifejezés vizsgálatához elsőként az emberek által kifejezett és befogadott érzelmek társadalmi funkcióit, megjelenési formáit, felismerhetőségét szükséges áttekintenünk, amely az antropomorf (emberszerű) virtuális ágensek érzelebemutatásának alapját jelenti.

Az érzelmek olyan – az emberekre alapvetően jellemző – lelki jelenségek,³ amelyek evolúciós szempontból a társas környezettel történő megküzdés nélkülözhetetlen elemei.⁴ Az érzelmek kifejezése és befogadása rendkívül összetett emberi tapasztalás, amely mélyen beágyazódik a kultúrába, valamint az adott társadalmi struktúrába, és nagy szerepe van az emberek társas kapcsolatainak alakulásában.⁵ Az érzelmek kifejezése kommunikatív értékkel bír,⁶ ugyanis a kifejezés folyamata nem kizárólag az adott érzelem jelenlétét jelzi a külvilág felé, hanem képes hatni mások viselkedésére is.⁷

Az érzelemfelismerés fejlődése már újszülöttkorban elkezdődik,⁸ amikor a csecsemő utánzás révén képes megérteni saját érzelmi állapotát, és

³ Mező 2018.

⁴ Forgas 2001, idézi: Mező 2018.

⁵ Roseman–Smith 2001.

⁶ Ekman 1997.

⁷ Hayes–Metts 2008.

⁸ Turi–Lakatos–Gervai 2011; Mező 2018.

dekódolni a környezetében lévő érzelmeket.⁹ A fejlődés korai szakaszában a mintát leginkább a szűk társas környezet (szülő, gondozó) arckifejezései nyújtják, amelyek megismerése által az újszülött fokozatosan elsajátítja a különböző érzelmi állapotok kinyilatkoztatásának módjait és az azokra adott válaszreakciókat, ezzel megalapozva a társas életben történő későbbi eligazodását.¹⁰

Az érzelmek egyik legfontosabb kifejezője az emberi arc, amely a külvilág számára közvetíti az egyén érzelmi állapotát, vágyait, szükségleteit és szándékait.¹¹ Amennyiben az érzelmeket a társas környezet tévesen dekódolja, az félreértéshez vagy nem megfelelő társas viselkedéshez vezethet, éppen ezért az arcon megjelenő érzelmeknek kiemelten fontos kommunikációs funkciója van.¹² Ugyan az érzelmkifejezés és felismerés alapvetően kulturálisan meghatározott, számos kutatás bizonyítja, hogy néhány érzelmi arckifejezés jelentésének helyes felismerése univerzális, a kulturális-társadalmi szocializációtól független.¹³ Ezek az úgynevezett alapérzelmek. Különböző kutatói megközelítések szerint más-más érzelmeket tekintünk alapvetőnek, azonban a tudomány képviselői által leginkább elfogadott elmélet Paul Ekmanhoz kötődik, aki a következő hat érzelmet tekinti alapérzelemnek: öröm, szomorúság, harag, undor, meglepődés, félelem.¹⁴ Ekman a kutatásait Darwin evolúciós teóriájára alapozta, amely feltételezi, hogy az érzelmi arckifejezések az emberek veleszületett jellemzői, így tehát kulturálisan nem meghatározottak.¹⁵ Az arckifejezések tudományos vizsgálatára Ekman és Friesen (1978) kidolgozott egy olyan módszert (*Facial Action Coding System*), amely az arckifejezések alapegységeként (*action unit*) 44 független arcizommozgást nevez meg.¹⁶ Ekman elmélete szerint ezek az izommozgások az emberi arcon megjelenő összes érzelmi arckifejezés megragadására alkalmasak.¹⁷

⁹ Lábadi 2002.

¹⁰ Turi-Lakatos–Gervai 2011.

¹¹ Zhang–Parmley 2015.

¹² Rózsa et al. 2012.

¹³ Ekman 1972, 1980, 1999; Izard 1971; Elfenbein–Ambady 2002.

¹⁴ Rózsa et al. 2012.

¹⁵ Darwin 1859.

¹⁶ Ekman–Friesen 1978.

¹⁷ Rózsa et al. 2012.

A fenti kutatási eredmények alapján az emberi arcon megjelenő alap-érzelmek felismerése és helyes értelmezése univerzális, azonban az új-média kontextusában vizsgálva az arckifejezéseket felvetődik a kérdés, hogy miképpen alakul az érzelmi arckifejezések befogadása és megértése abban az esetben, ha az érzelem megjelenítője egy olyan antropomorf, azaz emberszerű, nem humán entitás, mint például egy élethű virtuális karakter.¹⁸

4. Érzelmek megjelenítése virtuális ágenseken

A virtuális karakterek érzelmmegjelenítése és befogadók általi észlelése az ember-számítógép kommunikáció témakörébe tartozik.¹⁹ Az eddigi kutatási eredmények egy része leginkább az alapérzelmek virtuális figurákon történő megjelenítéséről és felismeréséről szól, a másik részük pedig a *gaming*, azaz számítógépes játékhasználat területéről származik. Utóbbi középpontjában a számítógépes játékok karaktereinek, az avatároknak az érzelmek által vezérelt humanizálása, emberként történő észlelése áll.²⁰

A virtuális figurák által megjelenített érzelmeket már a kétezres évek elején is vizsgálta a tudomány, fontos azonban megjegyezni, hogy ekkor még nem álltak a kutatók rendelkezésére olyan fejlett grafikai megoldások, amelyek segítségével tökéletesen élethű karaktereket alkothattak volna, így az érzelmi arckifejezések generálásának lehetőségei is korlátozottak voltak.

Tomoko Koda egy 2007-ben publikált tanulmánya szerint a virtuális karaktereket akkoriban abban a hitben alkották meg a tervezők, hogy az általuk kifejezett érzelmek felismerése minden esetben univerzális, a befogadó kulturális háttérétől független.²¹ A japán származású kutató egy ázsiai országokban (Japán, Dél-Korea, Kína, Malajzia, Thaiföld) végzett vizsgálata azonban rámutatott arra, hogy a számítógépes avatárok érzelmi arckifejezésének dekódolása kultúrafüggő, a pontos felismerést befolyásolja

¹⁸ Leyens et al. 2003; Epley–Waytz–Cacioppo 2007.

¹⁹ Arellano–Varona–Perales 2008.

²⁰ Coanda–Aupers 2021.

²¹ Tomoko 2007.

a befogadó kulturális közelsége a használt avatárhoz. A kísérlethez nem élethű karaktereket használtak, hanem egy japán grafikus által megrajzolt mesefigurákat. Ez a megoldás azonban egy évvel később a Clavel és kutatótársai által készített vizsgálat eredményeiből kiindulva nem befolyásolhatta az érzelemfelismerés folyamatát, ugyanis a virtuálisan megjelenített alapérzelmek (szomorúság, öröm, meglepődés, félelem, harag, undor) helyes befogadói azonosítása független a karakterek megjelenési formájától.²²

Egy szintén 2008-ban készült tanulmány szerint a virtuális karakterek által megjelenített érzelmek nehezebben azonosíthatók statikus képek esetén, mint animált, mozgóképes tartalmakban.²³ Az alapérzelmek helyes felismerési aránya azonban még az állóképeken is 90 százalék feletti volt, a félelem és az undor kivételével. Előbbit a vizsgálati személyek gyakran összekeverték a meglepődéssel, míg az undor kifejezését szomorúságnak hitték. A résztvevők válaszai szerint a felismerést megnehezítette, hogy az érzelmeket bemutató virtuális karakterek (1. ábra) nem voltak elég realizisztikusak. Ez az eredmény pedig ellentmond Clavel és kutatótársai ugyanabban az évben (2008) publikált feltételezésének, miszerint a figurák külső megjelenése nincs hatással az érzelmek azonosíthatóságára.

Az érzelmek virtuális karaktereken és valódi embereken történő megjelenítését és felismerését hasonlította össze Miriam Dyck kutatótársaival 2008-ban.²⁴ A kutatásban öt alapérzelmet jelenítettek meg CGI-karaktereken (öröm, szomorúság, harag, félelem és undor), kiegészítve egy semleges arckifejezéssel. Az eredmények azt mutatták, hogy közel hasonlóan alakult a felismerési arány az érzelmek valódi és virtuális arcokon történő bemutatása esetén. Csak kisebb különbségek adódtak az érzelemtípusoknak megfelelően: az undor hiteles megjelenítése például nehézségekbe ütközött az akkori számítógépes grafikával, míg a virtuális szomorúság és félelem jobb felismerési eredményeket ért el az emberi arckifejezéshez képest.

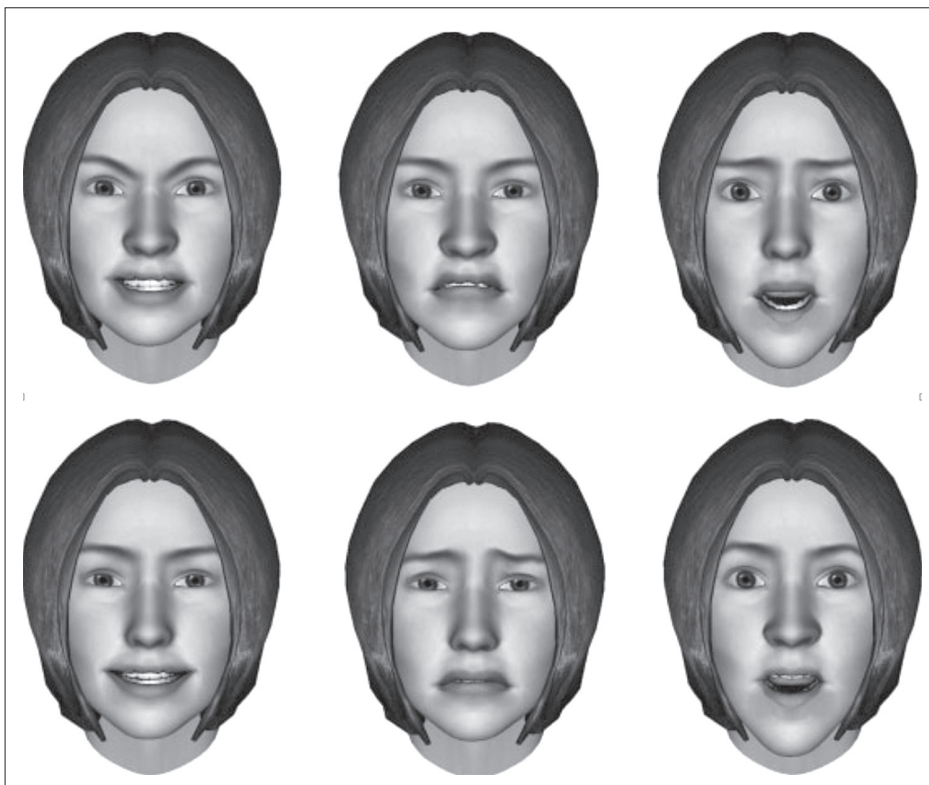
A virtuális érzelmkifejezés hatással van arra, milyen mértékben tekintenek a befogadók egy virtuális karaktert emberszerűnek. Coanda és Aupers számítógépes játékok azon karaktereiről végzett kutatást 2021-ben, amelyek nem a játékosok által működtetett avatárok, hanem a já-

²² Clavel et al. 2008.

²³ Arellano-Varona-Perales 2008.

²⁴ Dyck 2008.

1. ábra: Arellano, Varona és Perales kutatásának virtuális figurái



FORRÁS: ARELLANO-VARONA-PERALES 2008.

tékok beépített CGI-szereplői.²⁵ Ezeket a figurákat nevezzük NPC-knek (*non-player character*, azaz nem játékos karakter). A kutatás eredményei arról tanúskodnak, hogy a fiktív virtuális karaktereket a játékosok humanizálják, azaz kizárólag az emberekre jellemző tulajdonságokkal, motivációkkal, érzelmi állapotokkal ruházzák fel őket. A résztvevők interjúiból kiderül, hogy az emberi entitásként történő észlelésben kulcsszerepe van annak, milyen hitelesen jelenítik meg a különböző érzelmeket az NPC-k, mindez pedig fokozza a felhasználók karakterekkel történő identifikációját.²⁶

²⁵ Coanda–Aupers 2021.

²⁶ Coanda–Aupers 2021.

Az NPC-k valóság-hű érzelmmegjelenítését ugyancsak a hitelességgel kapcsolta össze 2009-ben Ochs, Sabouret és Corruble.²⁷ A szerzők szerint azonban az érzelmek élethű bemutatása önmagában még nem elegendő ahhoz, hogy a felhasználók azonosulni tudjanak a nem játékos karakterekkel. Rendkívül fontos szerepe van annak is, hogy az adott érzelem milyen körülmények között, milyen viselkedés, cselekedet hatására jelenik meg a karakteren. Az érzelmeket ugyanis a való életben egy bekövetkezett esemény szubjektív észlelése váltja ki, ez határozza meg az érzelem típusát és intenzitását. Ahhoz, hogy az NPC-k igazán realisztikus, emberszerű figuráknak tűnjenek a játékosok számára, a fenti folyamatból kiindulva az alkotóknak egy-egy fiktív szituációban olyan érzelmi válaszreakciót kell rendelniük a figurákhoz, amelyeket egy valódi ember is produkálna a valóságban megtörténő, hasonló események hatására.

5. Az *uncanny valley*-jelenség

A nem emberi entitások emberszerű észleléséhez kapcsolódik az *uncanny valley*-jelenség, amely árnyalja azt a feltételezést, hogy a realisztikus figurákkal nagyobb mértékben képesek azonosulni a nézők.²⁸ Az *uncanny valley*-jelenség (szó szerinti fordításban hátborzongató völgy) szerint ugyanis a nézőkből negatív érzelmi reakciót váltanak ki azok a nem emberi ágensek (például virtuális karakterek, mesterséges intelligencia, humanoid robotok), amelyek megjelenésüket és/vagy a hozzájuk társított mesterséges személyiségjegyeiket, működésüket tekintve szinte tökéletesen emberszerűen vannak kidolgozva. Ennek oka az az ellentmondás, hogy a befogadás kezdeti pillanataiban a nem emberi ágensek teljesen emberszerűnek tűnhetnek, ugyanakkor a külső megjelenésük és a viselkedésük bizonyos aspektusai mégsem felelnek meg az emberi normáknak.²⁹

²⁷ Ochs–Sabouret–Corruble 2009.

²⁸ Tinwell et al. 2010.

²⁹ Tinwell et al. 2010.

A jelenségről elsőként Masahiro Mori, robotikával foglalkozó japán professzor írt egy 1970-ben publikált esszéjében.³⁰ Mori a humanoid, azaz emberszerű robotok társadalmi megítélésével foglalkozott, és rávilágított arra, hogy a realiztikus megjelenés egy bizonyos pontig pozitívan befolyásolja a robotok emberek általi megítélését, azonban egy szinten túl – amikor a nem emberi ágens már teljesen emberszerűnek tűnik – ez a hatás átfordul az ellenkezőjébe, és a befogadóból negatív érzelmi reakciót vált ki a tökéletes realizmus. Mori ezt a folyamatot a következőképpen vezette le: az adott nem humán entitás első ránézésre teljesen emberinek tűnik a befogadó számára, azonban, amint lehetősége nyílik pontosabban és mélyebben megismerni, felfedez rajta olyan részleteket, amelyek mégsem felelnek meg az emberszerűség kritériumainak. Ebben a pillanatban a néző egyfajta hátborzongató érzést tapasztal meg (*uncanny valley*), ami negatív irányba mozdítja el az adott nem humán ágens iránti attitűdjét. A negatív attitűd abban az esetben kezd újra javuló tendenciát mutatni, amikor a nem humán ágens olyannyira élethű, hogy gyakorlatilag már megkülönböztethetetlen egy valódi embertől.³¹

Mori elméletéből kiindulva Catrin Misselhorn az empátia szerepére hívja fel a figyelmet az *uncanny valley*-jelenség kapcsán.³² A nem emberi ágenssel a befogadó egy bizonyos valóság-hű megjelenési szintig empatizál, egy adott realiztikussági pont elérésekor – amikor a befogadó átéli a korábban említett hátborzongató érzést – azonban az empátia hirtelen megszűnik, és negatív érzelmi reakcióvá alakul. Ez a negatív viszonyulás pedig csak akkor képes újra pozitív irányba változni, ha a nem emberi ágens a befogadó teljes egészében emberiként észleli, tehát nincsenek olyan megkülönböztető jegyei, amelyek a mesterséges jellegéről árulkodnának. Ekkor az emberek újra képesek empatizálni a nem emberi ágenssel.³³

Ugyan az *uncanny valley* kifejezés kezdetben a robotikában vált ismertté, Mori szerint a jelenség más nem emberi ágensekre, így például a virtuális karakterekre is kiterjed.

³⁰ Gee–Browne–Kawamura 2005; Misselhorn 2009; Mori–MacDorman–Kageki 2012; Wang–Lilienfeld–Rochat 2015.

³¹ Mori–MacDorman–Kageki 2012.

³² Misselhorn 2009.

³³ Misselhorn 2009.

6. Az adatok és az automatizáció szerepe a virtuális érzelmmegjelenítésben

Andrew Schrock felfogása szerint az adatok a mediatizált kommunikáció szükségszerű velejárói,³⁴ az információ olyan digitalizált megjelenési formái, amelyek tárolhatóak, továbbíthatóak és újrafelhasználhatóak, ebből kifolyólag kommunikatív értékkel is rendelkeznek.³⁵ A virtuális karakterek mint digitális, vizuális produktumok adatokra épülnek: az adatok esetükben a képi tartalom rögzítésének, alakításának háttérinformációit jelentik, úgymint a pixelek (képpontok) helye és száma, a képen elvégzett módosítások lépései vagy éppen a létrehozás időpontja és módja. A karakterek tervezéséhez használt grafikus szoftverek működési elve sok esetben az adatok újrafelhasználásán alapszik, mivel a programok jelentős része rendelkezik olyan előre összeállított eszközkészlettel, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználók egy rendkívül nagy elemszámú képi adatbázisból kiválasztva építsék fel saját CGI-figuráikat.

A beépített képi elemekkel dolgozó szoftverek az adatokat automatikusan, akár egy gombnyomásra, felhasználói beavatkozás nélkül képesek a megfelelő formába rendezni, mindez pedig hozzájárul ahhoz, hogy a karakteralkotás már ne kizárólag a hivatásos grafikusok privilégiuma legyen. Burgess, Mitchell és Highfield az automatizáció meghatározása kapcsán az ismert fotográfiai vállalat, a Kodak szlogenjét idézi: *„You press the button, we do the rest.”*, azaz *„Te nyomod a gombot, a többit mi intézzük.”*³⁶ Az automatizáció nagyban megkönnyíti az érzelmi arckifejezések virtuális ágenseken történő megjelenítését is, mivel a szoftverek a karakterek arcizmait egy valódi ember arcmozgásához hasonlóan rendezik össze egy-egy érzelmi arckifejezés sajátosságainak megfelelően. Autor 2014-es meghatározása alapján a számítógépes automatizáció olyan munkafolyamatokban lehet igazán hatékony és sikeres, amelyek nem igényelnek *„józan észet”* és emberi ítélőképességet, hanem kodifikálható, olykor repetitív eljárásokon alapulnak.³⁷ Ilyen esetekben a számítógépek gyorsabban és

³⁴ Schrock 2017.

³⁵ Kitchin 2014; Borgman 2015, idézi: Schrock 2017.

³⁶ Burgess–Mitchell–Highfield 2018.

³⁷ Autor 2014.

precízebben dolgoznak az embereknél, felszabadítják az emberi munkacserőt, így az alkotók kizárólag a kreativitást igénylő munkafolyamatokra koncentrálhatnak.³⁸ Mivel az érzelmek automatikusan beállíthatók a figurákon, az alkotóknak elegendő a külső-belső karakterisztika megtervezésére fókuszálni.

7. A virtuális érzelmegjelenítés kutatási lehetőségei

A virtuális érzelmegjelenítésről szóló eddigi kutatási eredmények alapján elmondható, hogy jelenleg nincs egységesen elfogadott álláspont arra vonatkozóan, hogy az érzelmek hiteles, felismerhető megjelenítése összefüggésben áll-e az érzelmet bemutató virtuális figura megjelenésével, ábrázolásmódjával.

Lényeges szempont, hogy a jelen tanulmányban összegzett kutatások a kutatók szándékos döntései vagy a korai digitális grafika limitációi miatt nem tökéletesen realizisztikus virtuális karaktereken prezentálták a vizsgált (alap)érmeket. A modern technológiai lehetőségeknek köszönhetően ma már az átlag felhasználók számára is rendelkezésre állnak olyan szoftverek, amelyek segítségével komolyabb szakértelem nélkül tervezhetőek CGI-karakterek, a tervezési folyamat részeként pedig különböző érmek is megjeleníthetőek a virtuális figurák arcán. Minden kiválasztott érmeknek több kifejezési módja áll a felhasználó rendelkezésére, ráadásul az érmek expresszivitása (az érmek kifejezés erőssége, mértéke) szintén változtatható.

A fotorealizisztikus virtuális karakterek érmek kifejezésének vizsgálatakor figyelembe kell venni az *uncanny valley*-jelenséget is, így ezek a virtuális figurák egy speciális csoportot fognak képviselni a kategórián belül. Annak érdekében, hogy pontos képet kapjunk a tökéletesen emberszerű virtuális karakterek által bemutatott érmek felismerhetőségéről és befogadókra gyakorolt hatásáról, további vizsgálatokat kell elvégeznünk a területen.

³⁸ Makó-Illéssy-Borbély 2018a; Makó-Illéssy-Borbély 2018b.

7.1 A virtuális érzelmkifejezés lehetséges vizsgálati módszerei

Amennyiben egy jövőbeni kutatás központi kérdése arra irányul, hogy az érzelmek helyes detektálása megvalósulhat-e élethű, antropomorf virtuális karakterek esetében, elsőként egy olyan képes adatbázist szükséges előállítani, amelynek elemei eltérő érzelmi arckifejezéssel jelenítenek meg CGI-figurákat. A virtuális karaktertervezésre és érzelmmegjelenítésre ma már számos grafikus szoftver áll a felhasználók rendelkezésére. Ezek közé sorolható a *Character Creator 3* program, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználók mélyebb számítógépes grafikai ismeretek nélkül, előre beépített eszközkészletből alkothassanak háromdimenziós, élethű, antropomorf virtuális figurákat. A karakter megtervezését követően a *Facial Editing* (arcszerkesztés) modulban teljes mértékben automatizált módon beállítható, milyen érzelmi arckifejezéssel jelenjen meg a figura. A szoftverben megtalálható a hat alapérzelem (öröm, szomorúság, harag, meglepődés, félelem, undor) megjelenítése, valamint egy *egyéb* kategória, amely további tizenkét arckifejezést gyűjt össze. Utóbbiak azonban nem kapcsolódnak egyértelműen egy-egy meghatározott érzelmi állapothoz, hanem különböző grimaszokat, összetett arckifejezéseket vonultatnak fel. A hat alapérzelem mindegyikéhez tizenkét különböző megjelenítési forma tartozik, és minden megjelenítési formának módosítható az expresszivitása (az érzelmkifejezés intenzitása) egy nullától százig terjedő skálán, ahol nulla a neutrális (semleges) arckifejezést, míg száz az adott érzelmi arckifejezés legintenzívebb megformálási módját jelenti.

Mivel a szoftverben megtalálható összetett arckifejezések nem feltétlenül érzelmi állapotokhoz kapcsolódnak, így a virtuális érzelmmegjelenítés helyes felismerésének vizsgálata elsősorban a hat alapérzelem virtuális karakteren történő bemutatásával valósítható meg. Az érzelmi állapotok ábrázolásában kulcsszerepe van a felhasználók rendelkezésére álló nagy mennyiségű képi adatnak, valamint az automatizációnak is, mivel a *Character Creator 3* szoftver egy olyan vizuális adatbázisból dolgozik, amely nagy számú, előre elkészített arc- és testeletet tartalmaz. A kiválasztott elemek ugyan manuálisan módosíthatók az alkotók által, ugyanakkor élethű elhelyezésük, méretezésük, átalakításuk minden esetben automatikus folyamatok révén valósul meg, csakúgy, mint az érzelmi arckifejezések bemutatása is. A szoftver az adott alapérzelem kiválasztását követően az arc belső elemeit módosítja, így felhasználói beavatkozás

nélkül képes összehangoltan megváltoztatni többek között a karakter száját, szemét, orrát, homlokát, valamint az arcizmok pozícióját is. A hat alapérzelem élethű virtuális karakteren történő megjelenítését mutatja be a 2. ábra. A vizsgálatba hetedik érzelmi arckifejezésként esetlegesen bevonható a neutrális (semleges) arckifejezés is (3. ábra).

**2. ábra: Az alapérzelmek virtuális megjelenítése
(felső sorban balról jobbra haladva: öröm, szomorúság, harag;
alsó sorban balról jobbra haladva: meglepődés, undor, félelem)**



FORRÁS: SAJÁT SZERKESZTÉS

3. ábra: A neutrális arckifejezés



FORRÁS: SAIÁT SZERKESZTÉS

Az így létrejött képkatalógus alapján már összeállítható egy kérdőíves felmérés, amelyben a résztvevőknek a hat (semleges arckifejezés bevonása esetén hét) arckifejezést kell felismerniük önállóan vagy egy előre megadott listából kiválasztva. Az érzelmek bemutatása mellett további változóként vizsgálható például a karakter neme, életkora vagy realisztikusságának mértéke is.

Az érzelmek tudatos azonosítása mellett – kiváltképp marketingcélú karakterhasználat esetén – szintén fontos kérdés lehet az is, milyen érzelmi reakciót vált ki a potenciális fogyasztókból az emberszerű virtuális karakterek érzelmmegjelenítése. A befogadók érzelmi reakciójának mérése megvalósulhat kísérleti úton, a fent bemutatott képkatalógus ele-

meire alapozva (2. ábra). Az érzelmi reakció arckifejezéseken keresztüli azonosítását teszi lehetővé a *Noldus FaceReader* szoftver.

A program a kutatási alanyokról készült videófelveteleken keresztül képes detektálni a résztvevők érzelmi állapotát azáltal, hogy az adott stimulus (jelen esetben egy virtuális karaktert különböző érzelmi állapotokban ábrázoló képanyag) megtekintése közben analizálja az arcizmok mozgásait, a tekintet irányát, valamint a fej helyzetének változásait. A szoftver működése az Arctevékenység-kódoló Rendszeren (FACS – *Facial Action Coding System*) alapszik, amelyet 1978-ban Paul Ekman és Wallace Friesen dolgozott ki.³⁹ A módszer az emberi arc izommozgásai alapján úgynevezett akcióegységeket (AU – *action unit*) határoz meg, ezeket pedig hozzárendeli a különböző érzelmi állapotokhoz.⁴⁰ A *Noldus FaceReader* a fenti működési elven képes azonosítani a hat Ekman által meghatározott alapérzelmet (öröm, szomorúság, félelem, meglepődés, harag, undor), kiegészítve a megvetés érzelmi állapotával, valamint egy neutrális, azaz semleges kategóriával. A programban az alapérzelmeken kívül vizsgálható az unalom, a zavar, valamint az érdeklődés megjelenése is, amelyek szintén fontos információkkal szolgálhatnak a virtuális karakterek nézői fogadtatásával kapcsolatban. A videóalapú arcelemzést követően az adatok exportálhatók és számszerűsíthetők, így valamely statisztikai segéd-szoftver (például SPSS) használatával elvégezhető az adatelemzés és az összefüggések feltárása.

7.2 A kutatások várható eredményei

Kutatási előzményekből kiindulva a virtuális karakterek által megjelenített alapérzelmeket a befogadók az esetek többségében helyesen ismerik fel.⁴¹ A helyes detektálás bizonyos alapérzelmekek esetén (például félelem és undor) azonban nehézségbe ütközhet. Ennek elsődleges oka, hogy a virtuális figurákon a korai grafikus szoftverek kezdetleges ábrázolási lehetőségei miatt nem valósulhatott meg a tökéletesen élethű érzelmkife-

³⁹ Tracy–Robins–Schriber 2009.

⁴⁰ Waller–Julle–Danieri–Micheletta 2020.

⁴¹ Arellano–Varona–Perales 2008; Dyck et al. 2008.

jezés. Mivel a jelen tanulmányban felvázolt kutatási lehetőségek fotórealisztikus pontossággal kidolgozott virtuális karakterek képein alapulnak, így a helyes felismerési arány várhatóan mind a hat alapérzelem esetén 90 százalék feletti lehet. Ez alól kivételt jelenthet a neutrális arckifejezés azonosítása, főként abban az esetben, ha az érzelmek felismerése nem egy előre megadott lista alapján történik, hanem a vizsgálati személyeknek önállóan kell megfogalmazniuk, milyen érzelmi állapotot tükröz a virtuális karakter arckifejezése.

A virtuális karakterek által kiváltott befogadói érzelmi reakció vizsgálatának várható eredménye, hogy a kutatási alanyok domináns érzelmi reakciója megegyezik az éppen megtekintett virtuális karakter érzelmi állapotával. Ennek oka, hogy az érzelmek „átadódhatnak” az érzelmi arckifejezések által, tehát az emberek hajlamosak visszatükrözni egy másik ember érzelmi állapotát.⁴² Mivel a bemutatott kutatásban használt virtuális figurák antropomorf-jellegűek, feltételezhető, hogy az érzelmek visszatükrözése esetükben is megvalósulhat. Az *uncanny valley* elméletéből kiindulva további várható eredmény a negatív érzelmi reakció (például a félelem, zavartság) nagy számú megjelenése, nem kizárólag negatív bemutatott érzelmi állapotok esetén, mivel az élethű nem emberi ágensek kellemetlen érzéseket válthatnak ki egyes nézőkből.

7.3 A kutatások limitációi

Az eredmények kiértékelésekor figyelembe kell vennünk, hogy a kutatásokban használt szoftverek hatással lehetnek a résztvevői reakciókra és válaszokra, valamint azok értelmezésére is. A grafikus programok alkotási mechanizmusai nagyban különböznek egymástól: más karakterisztikájú és kidolgozottsági szintű virtuális figurák alkothatóak minden egyes szoftverrel, így a képanyag elkészítéséhez használt módszer befolyásolhatja a karakter külső megjelenését, az érzelebemutatás realizmtikusságát, ezáltal a kutatás eredményeit is.

A *Noldus FaceReader* szoftver alkalmazása szintén hatást gyakorolhat az eredményekre, ugyanis az érzelmek automatikus, videófelveletlen keresz-

⁴² Földi 2015.

tüli dekódolásának pontossága függ a kutatás résztvevőinek egyéni sajátosságaitól, aktuális érzelmi állapotától és akár a vizsgálati környezet olyan adottságaitól is, mint a fényviszonyok, a kameraszög vagy a képfelbontás.

7.4 A kutatási eredmények felhasználása

Mind az (alap)érzelmek élethű virtuális karaktereken történő megjelenítése, mind a virtuális érzelmi arckifejezések befogadói visszatükrözése eddig feltáratlan területnek számít a kommunikáció- és médiatudományban. A virtuális érzelmmegjelenítést vizsgáló kutatások a kezdetleges grafikai szoftverek korlátozott lehetőségei miatt nem valóság-hű emberi karaktereket használtak fel az érzelmek bemutatására, a virtuális érzelmkifejezés befogadókra gyakorolt emocionális hatásáról pedig nem készült még tudományos vizsgálat. A tanulmányban felvázolt két kutatási lehetőség új ismeretekkel szolgál a tudományág számára.

A tervezett kutatások eredményei ezen felül a versenyszférában, valamint az oktatásban is felhasználhatóak, ugyanis antropomorf virtuális karakterekkel ezen területeken is egyre többször találkozhatunk. A marketingcélú virtuális karakterek külső megjelenésével kapcsolatban a fogyasztók egyik gyakran megfogalmazott kritikája, hogy a figurák tekintete, arckifejezése üres, élettelen, ez a mesterkélt ábrázolásmód pedig nagyban megnehezíti a karakterekkel történő azonosulást, a figura emiatt hiteltelenné válhat a nézők szemében.⁴³ Az eredmények értékes információt nyújtanak arra vonatkozóan, hogyan reagálnak a befogadók azokra a virtuális arcokra, amelyeken emberekre jellemző érzelmek jelennek meg. A nézők virtuális érzelmfelismerési képessége, valamint az érzelmeket megjelenítő CGI-karakterekre adott emocionális válasza olyan tényezők, amelyekhez igazodniuk kell az alkotóknak a marketingcélú karaktertervezés folyamata során.

Virtuális karakterek nem kizárólag marketingkampányokban alkalmazhatóak az üzleti életben. Jelenleg is vannak próbálkozások a CGI-karakterek online ügyfélszolgálatokon történő működtetésére, kombinálva őket a webes ügyintézésben egyre inkább elterjedő mesterségesintelli-

⁴³ Horváth 2021.

gencia-alapú szolgáltatásokkal. A virtuális asszisztensekkel kapcsolatos véleményeket és ügyfélélményeket szintén javíthatja a karakterek hiteles érzelebmutatása, amely emberi jelleget kölcsönöz számukra.

Bár a CGI-karaktereket többnyire profitorientált célkitűzéssel hozzák létre, más felhasználási módjuk is ismert: antropomorf virtuális karakterek ma már az oktatás színterén is feltűnhetnek. A fiatal generáció modern technológiai megoldások iránti fogékonyságát igazolja, hogy egyre inkább megjelenik az igény a digitalizáció hagyományos oktatásba történő bevezetésére, amely magába foglalja az interaktív, multimediális tartalmak edukatív célú felhasználását is.⁴⁴ Már egy 2013-as felmérés is kimutatta, hogy a nem emberi ágensek oktatási használata pozitív hatást gyakorol a diákok tanulmányi teljesítményére.⁴⁵ Ezek a virtuális figurák azonban még nem interaktív módon működtek, csak egy előre összeállított tananyag mozgóképes prezentálását tették lehetővé. A modern CGI-technológia intelligens rendszerekkel (mesterséges intelligencia) való összekapcsolásával azonban már interaktív, a diákok válaszait befogadni képes oktatófigurák is megalkothatóak, amelyek egyfajta virtuális mentorként segítik a fiatalokat a tanulásban.⁴⁶ Az antropomorf virtuális karakterek sikeresen használhatóak továbbá a pedagógusképzésben is oktatási tapasztalatszerzésre, különböző oktatási helyzetek szimulációja útján.⁴⁷ Az oktatási célú használatban ugyancsak kulcsszerepe van a befogadók várható érzelmi reakciójának, valamint a virtuális mentorok, szimulációs karakterek életszerű érzelmegjelenítésének is.

8. Összefoglalás

Az emberi érzelmek kifejezése és megértése egy rendkívül összetett folyamat, amely szoros összefüggésben áll az emberek társas létezésével. Az arcon megjelenő érzelmeknek kulcsfontosságú jelentősége van az ér-

⁴⁴ Chira 2020.

⁴⁵ Schroeder et al. 2013.

⁴⁶ Schroeder–Craig 2021.

⁴⁷ Bondie–Mancenido–Dede 2021.

zelemkifejezés csecsemőkori elsajátítása során, ami a későbbiekben háttással lehet az érzelmek helyes felnőttkori azonosítására, értelmezésére is. Kutatások bizonyítják, hogy az arcon megjelenő érzelmek értelmezését befolyásolja a befogadók kulturális háttere, léteznek azonban olyan érzelmtípusok, amelyek helyes felismerése univerzális, kultúrafüggetlen. Ezek az úgynevezett alapérzelmek.

Az érzelmeket nem kizárólag valódi emberi arcokon képesek felismerni a befogadók. Az érzelemmegjelenítés történhet antropomorf, azaz ember-szerű nem humán ágensek (például virtuális karakterek) által is. A virtuális érzelemmegjelenítéssel foglalkozó kutatások rávilágítanak arra, hogy bizonyos érzelmtípusok a valódi érzelmi arckifejezések felismeréséhez hasonló pontossággal dekódolhatók, a felismerés sikerességét azonban befolyásolhatja a vizsgálati személyek kulturális háttere vagy akár az érzelmet bemutató karakter külső megjelenése, ábrázolásmódja, főként annak realiztíkussága is.

Azon karakterek esetében, amelyek fotórealisztikus pontossággal vannak megalkotva, a hiteles érzelemmegjelenítés vizsgálatokor figyelembe kell venni az *uncanny valley*-jelenséget is, amely szerint az első ránézésre tökéletesen valóságosnak tűnő nem emberi ágensek negatív érzelmi reakciót válthatnak ki az emberekből. Éppen ezért, a valósághű virtuális karakterek által bemutatott érzelmek felismerhetősége és befogadókra gyakorolt hatása további vizsgálatok által ismerhető csak meg pontosan. Ennek egyik módja lehet egy olyan kérdőíves kutatás elvégzése, amely azt méri, milyen sikerességgel képesek a résztvevők felismerni az élethű virtuális karakterek arcán megjelenő alapérzelmeket (öröm, szomorúság, harag, félelem, meglepődés, undor). A virtuális érzelembemutató a modern grafikus szoftverek segítségével könnyen megvalósítható, mivel a CGI-karakterek automatikus folyamatok révén egy előre összeállított képi adatbázisból építhetők fel, a különböző érzelmi arckifejezések pedig szintén automatizált módon generálhatóak. Hasonlóképpen új ismereteket nyújthat a virtuális érzelembemutató kísérleti úton történő vizsgálata is: a nézők virtuális érzelemmegjelenítésre adott érzelmi válaszreakciója vizsgálható az arckifejezésük automatikus, szoftveres elemzése által.

A kutatási előzmények figyelembevételével mellett feltételezhető, hogy a válaszadók nagy része képes helyesen azonosítani a virtuális karakterek által bemutatott alapérzelmeket, mivel a korszerű grafikus programokkal azok realiztíkusan, hitelesen ábrázolhatóvá váltak. A virtuális érze-

lemmegjelenítésre adott befogadói érzelmi reakció vizsgálatának várható eredménye, hogy a kísérleti alanyok visszatükrözik az éppen megtekintett virtuális karakter érzelmkifejezését, csakúgy, mint a valódi emberek által kimutatott érzelmi állapotok esetében.

Mivel a hiteles érzelmkifejezés összefüggésben áll azzal, milyen mértékben képesek azonosulni a nézők egy virtuális karakterrel, a kutatási terület mélyebb feltárása új utakat nyithat meg a CGI-karakterek felhasználási módjaiban, ami kiterjed többek között a marketingiparra vagy akár a (digitális) oktatásra is.

Irodalom

- Arellano, D. – Varona, J. – Perales, F. J. 2008: Generation and visualization of emotional states in virtual characters. *Computer Animation And Virtual Worlds*, 19. évfolyam, 259–270.
- Autor, D. H. 2014: Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth. *National Bureau of Economic Research Working Paper*, 20485, 1–46.
- Bondie, R. – Mancenido, Z. – Dede, C. 2021: Interaction principles for digital puppeteering to promote teacher learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 53. évfolyam, 1, 107–123.
- Borgman, C. L. 2015: *Big data, little data, no data: Scholarship in the networked world*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Burgess, J. – Mitchell, P. – Highfield, T. 2018: Automating the digital everyday: an introduction. *Media International Australia*, 166. évfolyam, 1, 6–10.
- Chira, Cs. K. 2020: Digitalizációs törekvések a magyar köznevelésben. In Juhász, M. K. – Kaposi, J. – Szőke-Milinte, E. (szerk.) *Változások a pedagógiában – A pedagógia változása*. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 105–115.
- Clavel, C. – Plessier, J. – Martin, J. C. – Ach, L. – Morel, B. 2008: Combining facial and postural expressions of emotions in a virtual character. In S. Creem-Regehr – K. Myszkowski (szerk.) *International Workshop on Intelligent Virtual Agents*. Berlin, Heidelberg, Springer, 287–300.
- Coanda, I. – Aupers, S. 2021: Post-human encounters: Humanising the technological Other in videogames. *New Media & Society*, 23. évfolyam, 5, 1236–1256.
- Darwin, C. 1859: *A fajok eredete*. Magyar nyelvű kiadás. Budapest, Neumann Kht.
- Dyck, M. – Winbeck, M. – Leiber, S. – Chen, Y. – Gur, R. C. et al. 2008: Recognition Profile of Emotions in Natural and Virtual Faces. *PLoS ONE*, 3. évfolyam, 11, e3628.
- Ekman, P. – Friesen, W. V. 1978: *Facial Action Coding System: Investigator's Guide*. Palo Alto, CA, Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P. 1972: Universals and cultural differences in facial expressions of emotion. In J. Cole (szerk.) *Nebraska Symposium on Motivation*. Lincoln, NE, University of Nebraska Press, 207–283.
- Ekman, P. 1980: *The Face of Man: Expressions of Universal Emotions in a New Guinea Village*. New York, Garland STPM Press.
- Ekman, P. 1997: Should we call it expression or communication? *Innovation in social Science Research*, 10. évfolyam, 333–344.

- Ekman, P. 1999: Basic Emotions. In T. Dalgleish, M. Power (szerk.) *Handbook of Cognition and Emotion*. Sussex, U.K., John Wiley & Sons, Ltd, 47–60.
- Elfenbein, H. A. – Ambady, N. 2002: Is there an in-group advantage in emotion? *Psychological Bulletin*, 128. évfolyam, 243–249.
- Epley, N. – Waytz, A. – Cacioppo, J. T. 2007: On Seeing Human: A Three-Factor Theory of Anthropomorphism. *Psychological Review*, 114. évfolyam, 4, 864–86.
- Forgas, J. P. (szerk.) 2001: *Handbook of affect and social cognition*. Mahwah, New Jersey, Erlbaum.
- Földi, R. 2015: A nevetés-kinevetés pszichológiája és megjelenése a művészetben és politikában. *Magyar Művészet*, 3. évfolyam, 2, 71–77.
- Gee, F.C. – Browne, W.N. – Kawamura, K. 2005: Uncanny Valley revisited. *14th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 151–157.
- Hayes, J. G. – Metts, S. 2008: Managing the Expression of Emotion. *Western Journal of Communication*, 72. évfolyam, 4, 374–396.
- Horváth, E. 2021: Porból lettünk, pixellé leszünk. In Juhász, P. – Mitev, A. – Wimmer Á. (szerk.) *Közgáz diáktudós. Felelősség és közösség*. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem, 105–120.
- Izard, C. E. 1971: *The Face of Emotion*. New York, Appleton-Century-Crofts.
- Kitchin, R. 2014: Big data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, 1. évfolyam, 1, 1–12.
- Koda, T. 2007: Cross-Cultural Study of Avatars' Facial Expressions and Design Considerations Within Asian Countries. *4568*, 207–220.
- Lábadi, B. 2002: A preverbális érzelmek ontogenezeise. *Tudásmenedzsment*, 3. évfolyam, 1, 34–42.
- Leyens, J. P. – Cortes, B. P. – Demoulin, S. – Dovidio, J. – Fiske, S. T. – Gaunt-Paladino, M. P. – Rodriguez-Perez, A. – Rodriguez-Torres, R. – Vaes, J. 2003: Emotional prejudice, essentialism, and nationalism. *European Journal of Social Psychology*, 33. évfolyam, 703–717.
- Makó, Cs. – Illéssy, M. – Borbély, A. 2018a: A digitalizáció és a munkavégzési formák. *Magyar Tudomány*, 179. évfolyam, 1, 61–68.
- Makó, Cs. – Illéssy, M. – Borbély, A. 2018b: Automatizáció és kreativitás a munkavégzésben. *Educatio*, 27. évfolyam, 2, 192–207.
- Mező, K. 2018: A kora gyermekkori családi nevelés hatása az érzelmi intelligencia kialakulására és fejlődésére. In Vargáné Nagy, A. (szerk.) *Családi nevelés 3*. Debrecen, Didakt Kft, 43–59.
- Misselhorn, C. 2009: Empathy with Inanimate Objects and the Uncanny Valley. *Minds and Machines*, 19. évfolyam, 3, 345–359.
- Mori, M. – MacDorman, K. F. – Kageki, N. 2012: The Uncanny Valley [From the Field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 19. évfolyam, 2, 98–100.
- Roseman, I. J. – Smith, C. A. 2001: Appraisal theory: Overview, assumptions, varieties, controversies. In K. R. Scherer, A. Schorr – T. Johnstone (szerk.) *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*. Oxford, Oxford University Press, 3–19.
- Rózsa, S. – Kálmán, R. – Kő, N. – Nagy, H. – Fiáth, T. – Magi, A. – Eisinger, A. – Oláh, A. 2012: Assessment of facial expression: reliability and validity of the Ekman 60 faces test. *Pszichológia*, 32. évfolyam, 3, 229–251.
- Schrock, A. 2017: What Communication Can Contribute to Data Studies: Three Lenses on Communication and Data. *International Journal of Communication*, 11. évfolyam, 701–709.
- Schroeder, N. L. – Adesope, O. O. – Gilbert, R. B. 2013: How effective are pedagogical agents for learning? A meta-analytic review. *Journal of Educational Computing Research*, 49. évfolyam, 1, 1–39.
- Schroeder, N. L. – Craig, S. D. 2021: Learning with virtual humans: Introduction to the special issue. *Journal of Research on Technology in Education*, 53. évfolyam, 1, 1–7.

- Tinwell, A. – Grimshaw, M. – Nabi, D. A. – Williams, A. 2011: Facial expression of emotion and perception of the Uncanny Valley in virtual characters. *Computers in Human Behavior*, 27. évfolyam, 741–749.
- Tracy, J. L. – Robins, R.W. – Schriber, R. A. 2009: Development of a FACS-verified set of basic and self-conscious emotion expressions. *Emotion*, 9. évfolyam, 4, 554–9.
- Turi, E. – Lakatos, K. & Gervai, J. 2012: Az érzelmek megkülönböztetésének fejlődése: elméleti áttekintés az empiria tükrében. *Pszichológia*, 32. évfolyam, 3, 191–209.
- Waller, B. M. – Julle-Daniere, E. – Micheletta, J. 2020: Measuring the evolution of facial 'expression' using multi-species FACS. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 113. évfolyam, 1–11.
- Wang, S.S. – Lilienfeld, S.O. – Rochat, P. 2015: The Uncanny Valley: Existence and Explanations. *Review Of General Psychology*, 19. évfolyam, 4, 393–407.
- Zhang, F. – Parmley, M. 2015: Emotion attention and recognition of facial expressions among close friends and casual acquaintances. *Journal of Social and Personal Relationships*, 32. évfolyam, 5, 633–649.