

¹ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar Gyógypedagógiai Pszichológiai Intézet

²MTA-ELTE Autizmus Szakmódszertani Kutatócsoport

³ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Kar Pszichológiai Doktori Iskola

⁴ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar Atipikus Viselkedés és Kogníció Gyógypedagógiai Intézet

⁵ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Kar Neveléstudományi Doktori Iskola

Az autizmus magasan funkcionáló eseteinek innovatív digitális eszközökkel történő óvodáskori szűrése felé: a SHAKES projekt és első szakaszának eredményei¹

GYÓRI MIKLÓS^{1,2} – BORSOS ZSÓFIA^{1,2,3} – STEFANIK KRISZTINA^{2,4} – BOGDÁN BIANKA¹ – VARGA FANNI^{1,5} – CSÁKVÁRI JUDIT¹ – JAKAB ZOLTÁN¹

gyori.miklos@barczy.elte.hu

ABSZTRAKT

Az autizmus (autizmus spektrum állapot, autizmus spektrum zavar) korai felismerése kulcsfontosságú, mivel minél korábban kezdődik meg az adekvát beavatkozás, annál pozitívabb a hosszú távú eredmény. Az életkort tekintve azonban két nagy hullámban történik az autizmus diagnózis felállítása: az erőteljesebben érintett eseteket nagyrészt 30 és 60 hónapos kor között azonosítják, míg az enyhébben érintett és/vagy 'magasan funkcionáló' eseteket, általában csak iskoláskorban. Az intervenció minél korábbi biztosítása érdekében tehát fontos a második, későbbi felismerési hullám előbbre hozatala.

Jelen tanulmány egy olyan kutatási-fejlesztési projektet mutat be (a SHAKES projektet), melynek célja egy digitális társas komoly játékon alapuló szűrőeszköz létrehozása az autizmus magasan funkcionáló eseteinek óvodáskori szűrésére. A tanulmány bemutatja a projekt szakirodalmi háttérét, koncepcióját és céljait, illetve vázolja az evidenciára alapuló tervezési folyamatot. Majd három kontrollesoportos empirikus vizsgálatot mutat be; ezek (1.) a szűrőrendszer kialakított első prototípusának a használhatóságát és a szűrőjáték használatával kapcsolatos felhasználói élményt vizsgálták (N=5/4/4); (2.) a mérések során nyerhető adatminőséget elemezték (N=10/10); illetve (3.) csoport-összehasonlításokat végeztek az érzelmi arckifejezések mentén (N=13/13).

Eredményeink azt mutatják, hogy a kialakított szűrőjátékprototípus a célcsoport felhasználói igényei szempontjából megfelelő használhatóságot, motiváló és örömteli adatgyűjtési környezetet biztosít; a mérések során nyert adatok alapvető adatminőségi szempontból megfelelőek és a további elemzésekre alkalmasak; s megfelelő elemzési megközelítéssel már ebből a kezdeti adathalmazból is kimutathatók a szűrési funkció későbbi megvalósítása szempontjából biztató különbségek az autizmussal élő és a neurotipikus kontrollesoport között az érzelmi arckifejezések területén.

Kulcsszavak: autizmus spektrum állapot (ASC), automatikus érzelmi arckifejezés-felismerés, komoly játék, szűrés, tekintetkövetéses technika

¹ A tanulmány az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar Gyógypedagógiai Pszichológiai Intézete és a Magyar Pszichológiai Társaság Gyógypedagógiai Pszichológiai Szekciója által a Magyar Tudomány Ünnepe, 2019 és a Ranschburg Pál emlékévé, 2020 alkalmából rendezett *Szisztematikus kutatások és evidenciára alapuló gyakorlatok a humán fogvatékoságok és az atipikus fejlődés pszichológiájában* című konferencián (Budapest, 2019. november 21., ELTE BGGYK) elhangzott előadáson alapul (Borsos Zsófia és Gyóri Miklós: Technológia-alapú, társas komoly játék fejlesztése és első validálása az autizmus spektrum zavar enyhe eseteinek szűrésére óvodáskorban: a SHAKES projekt). (A tematikus szám szerkesztői.)

BEVEZETÉS

Jelen tanulmány egy kutatási-fejlesztési projektet, a SHAKES projektet és néhány első eredményét mutatja be. A projekt célja egy digitális társas komoly játékon alapuló szűrőeszköz létrehozása az autizmus¹⁰² magasan funkcionáló eseteinek hatékonyabb óvodáskori szűrésére. A tanulmány bemutatja a projekt hátterét, motivációit, koncepcióját és céljait, illetve vázolja az evidenciaalapú tervezési folyamatot. Ezt követően három, kis elemszámú, előzetes jellegű, kontrollcsoportos kvantitatív empirikus vizsgálatot ismertet. Ezek a szűrőrendszer kialakított első prototípusának használhatóságát és a szűrőjáték használatával kapcsolatos felhasználói élményt, a mérések során nyerhető adatminőséget, illetve az érzelmi arckifejezések mentén kimutatható csoportközi különbségeket vizsgálták autizmussal élő, magasan funkcionáló gyermekek és tipikusan fejlődő gyermekek illesztett csoportjain.

Tanulmányunk rendhagyó, eltér a szokásos empirikus közleményektől abban, hogy egy kutatás-fejlesztési folyamat több lépését tekinti át, s eközben a szokásosnál kevésbé részletesen ismerteti az egyes kutatási lépések módszertanát. Célunk éppen az, hogy az olvasó áttekintést kaphasson egy ilyen összetett K+F folyamat építkezéséről.

HÁTTÉR

Az autizmus és korai felismerése

Az autizmus spektrum zavar meghatározásának és diagnosztizálásának alapja a kölcsönös társas interakciók (beleértve a társas kommunikációt) és az érdeklődés, aktivitás, viselkedés változatosságának, rugalmasságának minőségi eltérései (ideértve az atipikus szenzoros válaszokat is) társul. A tünetek és a sajátos támogatási és oktatási szükségletek már kora gyermekkortól kezdve fennállnak, és – változó intenzitással és formában, de – egész életen át fennmaradnak (American Psychiatric Association (APA), 2013). A jelenleg használt, sztenderd, evidenciaalapú intervenciók összetett pszicho-educációs megközelítést használva, individualizált módon segítenek az érintett személyek autonómiájának növelésében, kompetenciáik fejlesztésében (Howlin, 2005; Egészségügyi Szakmai Kollégium (ESZK), 2017).

Az autizmus korai felismerése kulcsfontosságú, mivel minél korábban kezdődik meg az adekvát beavatkozás, annál pozitívabb a hosszú távú eredmény (Eikeseth, 2011). Az elmúlt években számos pszichometriai jellegű eszközt alakítottak ki és validáltak empirikusan annak érdekében, hogy hatékonyabbá tegyék az autizmus gyermekkorban történő felismerését (García-Primo et al., 2014). Friss, különböző országokban végzett kutatások eredményei azonban továbbra is azt mutatják, hogy az életkort tekintve két nagy hullámban történik az autizmus diagnózis felállítása: az erőteljesebben érintett eseteket nagyrészt 30 és 60 hónapos kor között azonosítják, míg az enyhébb és az úgynevezett ‘magasan funkcionáló’

² Ebben a tanulmányban az „autizmus”, „autizmus spektrum állapot” (ASC), és „autizmus spektrum zavar” kifejezéseket (közel) felcserélhetően használjuk. Az „autizmus spektrum zavar” (ASD) formát kifejezetten akkor alkalmazzuk, amikor a DSM-5-ben (American Psychiatric Association (APA), 2013) definiált diagnosztikus kategóriáira utalunk általa.

(továbbiakban: MF) eseteket (ideértve az Asperger-szindrómát is) általában később; többségüket csak iskoláskorban (Fombonne et al., 2004; Mandell, Novak, & Zubritsky, 2005; Noterdaeme & Hutzelmeyer-Nickels, 2010). Az intervenció minél korábbi biztosítása érdekében tehát fontos cél, hogy ezt a második, későbbi felismerési hullámot minél korábbi életkorra hozzuk előre, azaz az enyhébb tüneteket mutató, MF eseteket is lehetőleg legalább óvodáskorban kiszűrjük és diagnosztizáljuk.

Az autizmus szűrése és diagnosztizálása kizárólag viselkedéses és fejlődési jegyeken nyugszik. Ennek megfelelően a jelenleg széles körben alkalmazott szűrőeszközök mindegyike emberi megfigyelésen és a releváns viselkedési jegyek humán értékelésén alapul. A szakemberek vagy a szülőktől/nevelőktől és a gyermek szűk szociális környezetének más tagjaitól gyűjtenek megfigyeléses információkat, vagy ők maguk végzik a megfigyelést és értékelik az adatokat (García-Primo et al., 2014).

Törekvések technológiai alapú diagnosztikus és szűrőeszközök kialakítására³

Míg a jelenleg alkalmazott, bevett pszichometriai szűrőeszközök alacsony technológiai szintet képviselnek, addig az elmúlt évtizedekben erős trendként jelentek meg a technológiailag fejlettebb szűrő/diagnosztikus eszközök kifejlesztésére irányuló törekvések. Ezek arra a feltevésre alapoztak, hogy a korszerű, elsősorban digitális technológiák bevonása a felismerési folyamatba potenciálisan javíthatja a diagnosztikai döntések pontosságát, a diagnosztikus folyamatok hatékonyságát, illetve előrébb hozhatják a diagnózis felállításának életkorát. Ezeknek a munkáknak az áttekintése nem célja e tanulmánynak, így az alábbiakban csak röviden mutatunk be néhány trendet és példát.

Számos projekt a már jól megalapozott, a gyakorlatban széles körben alkalmazott szűrő/diagnosztikus eszközök technológiai továbbfejlesztésére fókuszál. Megkíséreltek például ilyen diagnosztikus eszköz újratervezéséhez gépi tanulást alkalmazni, az eszköz hatékonyságának növelése érdekében (Wall, Kosmicki, Deluca, Harstad, & Fusaro, 2012); számítógépesített eljárásokat kidolgozni a megfigyeléses adatok értékelésére (Rynkiewicz et al., 2016); technológiai alapú eljárásokat fejleszteni a (humán) adatgyűjtés és az értékelés folyamatainak támogatására (Klein et al., 2015); illetve a szűrést és diagnosztizálást végző szakemberek képzését technológiai innovációkkal segíteni (Kobak, Stone, Ousley, & Swanson, 2011).

Egy másik, a fentitől eltérő út az alapvetően új, technológiai alapú diagnosztikus és szűrőeszközök létrehozása. Ezek egy része neurális szintű adatokra épül, s ezeket elsősorban agyi képalkotó és/vagy elektrofiziológiai módszerek segítségével nyerik (Bölte et al., 2016). Az alapvetően új szűrő vagy diagnosztikus eszközök kialakítására törekvő technológiai alapú kutatás-fejlesztési projektek egy másik halmaza (s ebbe a csoportba tartozik saját, e tanulmány

³ Ez az alfejezet elsősorban kutatócsoportunk következő, korábbi publikációján alapul: Gyori M., Borsos Zs., Stefánik K., & Csákvári J. (2016). Data quality as a bottleneck in developing a social-serious-game-based multi-modal system for early screening for 'high functioning' cases of autism spectrum condition. In Miesenberger, K., Bühler, Ch., & Penaz, P. (Eds.) *International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 358–366). Cham: Springer.

fókuszát adó munkánk is) viselkedés adatokat használ. Ezek a fejlesztések gyakran a viselkedés különböző aspektusaiból származó adatokat kombinálnak. Ezt a megközelítést egyes projektek az adatgyűjtésben robottechnológiával egészítik ki (Dehkordi, Moradi, Mahmoudi, & Pouretamad, 2015).

Legjobb tudásunk szerint ugyanakkor ezen rendszerek egyikét sem sikerült még a mindennapi gyakorlati használhatóság szintjéig eljuttatni a kutatás-fejlesztési és empirikus validálási folyamatok során. Nehéz volna azonban kétségbe vonni, hogy a technológiai alapú szűrési és diagnosztikus megközelítések kulcsfontosságú lehetőségekkel bírnak (a jelenleginél korábbi életkorban történő felismerés, nagyobb szenzitivitás és specificitás, kisebb humán erőforrás igény, nagyobb költséghatékonyság), ezért várhatóan ezek továbbra is hangsúlyosak maradnak.

Az automatizált érzelmi arckifejezés-felismerő technológia és alkalmazási lehetőségei⁴

Az érzelmek fontos szerepet játszanak az emberi életút egésze során, elsősorban a szociális kapcsolatok szabályozásában, a társas interakciókban és a kommunikációban (Ekman, 1992). Az autizmus szocio-kommunikációs sajátosságai közé tartoznak az érzelmek kifejezésével kapcsolatos nehézségek, érintve a saját és mások érzelmeinek megértését, s a saját érzelmek kifejezését, kommunikációját. Ezek a nehézségek az autizmus spektrumon nagy változatosságot mutatnak és számos tényező befolyásolja őket, többek közt az életkor, az intellektuális képességek, az adott kontextus. Míg az érzelmekkel kapcsolatos kompetenciák eltérő, a neurotipikushoz (NT) képest korlátozott volta fontos szerepet játszik a jelenlegi diagnosztikai rendszerekben és a széles körben használt diagnosztikai eszközökben, az érzelmi viselkedések finomabb mintázataira vonatkozó szisztematikus bizonyítékok változó erősségűek és gyakran nem egyértelműek (Begeer, Koot, Rieffe, Terwogt, & Stegge, 2008). Begeer és munkatársai (2008) áttekintették a releváns eredményeket, és arra a következtetésre jutottak, hogy az autizmus spektrum állapotban (ASC) a veleszületett érzelmi képességek nem hiányoznak teljesen és ez a kompetencia idővel tovább fejlődhet.

Az autizmussal élő emberek érzelmi arckifejezéseire vonatkozó szakirodalmi adatok alapvetően divergálnak (áttekintésért lásd Trevisan, Hoskyn, & Birmingham, 2018). Egy korai kutatás az autizmussal élő gyermekek által mutatott érzelmi arckifejezésekről (Yirmiya, Kasari, Sigman, & Mundy, 1989) azt találta, hogy az autizmusban súlyosabb fokban érintett gyermekeknél nagyobb változatosság jelent meg az érzelmek kifejezésében: több negatív és több oda nem illő érzelmet mutattak. Más tanulmányok a tipikusnál semlegesebb vagy idioszinkretikus érzelmi arckifejezéseket is leírtak autizmussal élő gyermekeknél (Kasari, Sigman, Mundy, & Yirmiya, 1990; Loveland & Tunali, 1991), illetve ellentmondásos és társas

⁴ Ez az alfejezet elsősorban kutatócsoportunk következő, korábbi publikációján alapul: Borsos Zs. & Gyori M. (2017). Can Automated Facial Expression Analysis Show Differences Between Autism and Typical Functioning? In Cudd, P., & De Witte, L. (Eds.), *Harnessing the Power of Technology to Improve Lives*, 242, 797–804., Amsterdam: IOS Press.

szempontból kevésbé jelentéstartó arkifejezésekről is beszámoltak (Grossard et al., 2020). Iskoláskorú, autizmussal élő MF gyermekeknél adekvát verbális és nonverbális érzelmi kifejező magatartást találtak, de különbségeket mutattak ki az érzelmek inter- és intraperszonális integrációjában (Begeer et al., 2008). Jelen tanulmányunk célkitűzésével összefüggésben fontos megjegyezni, hogy nem ismerünk olyan munkát, amely az autizmussal élő, magasan funkcionáló *keis*gyermekek érzelmi arkifejezéseire összpontosít.

Néhány tanulmány demonstrálta, hogy az érzelmi arkifejezés változók potenciálisan hasznosak lehetnek a differenciálásban diagnosztikus csoportokon belül is, például az affektív zavaroknál (Ekman, Matsumoto, & Friesen, 1997). Részben konkrét empirikus eredmények (Owada et al., 2018) alapján az autizmus esetében is feltételezhetjük, hogy az érzelmi arkifejezések kiemelt szerepet játszhatnak majd a fejlett digitális technológiai eszközökkel segített szűrési és diagnosztikus eljárásokban.

Az automatizált (számítógépesített) érzelmi arkifejezés-felismerés az utóbbi időben intenzív kutatási és technológiai fejlesztési területté vált (Sariyanidi, Gunes, & Cavallaro, 2014). Noha több variációja is elérhető ennek a technikának, az alapvető működési séma közös: a számítógépes rendszer minden esetben emberi arc digitális képét kapja bemenetként, majd erre a képre egy úgynevezett „archálót” próbál illeszteni. Ennek lényege, hogy megkísérel azonosítani az adott arcon kitüntetett pontokat (pl. szemek sarkai és a szemek körvonalának egyes pontjai, a száj sarkai és a száj körvonalának pontjai stb.). Amennyiben ez sikeres, akkor e referenciapontok relatív távolságaiból tesz becslést a rendszer arra, mely érzelmek milyen intenzitással vannak jelen az adott arcon. Nagy előnye e rendszereknek, hogy miközben az érzelmi arkifejezések emberi kódolása jelentős tanulási folyamatot követően is igen időigényes és fáradtságos feladat, ez a digitális megoldás gyorsá és – úgy tűnik – viszonylag megbízhatóvá teszi az arkifejezések érzelmi kategorizálását. Fontos azonban megjegyezni, hogy az e technológiákat áttekintő cikkek egy része ambivalens képet rajzol fel: ezek a technológiák, úgy tűnik, viszonylag jól működnek laborkörülmények között, de valós élethelyzetekben még elmaradnak az elvárásoktól (Gunes & Hung, 2016). Az autizmus területén (is) az automatizált érzelmi arkifejezés-felismerés technológia egyik lehetséges felhasználása a már említett korlátozott, a tipikustól gyakran eltérő érzelmi arkifejezések felismerésén alapuló szűrés, illetve diagnózis.

A tekintetkövetéses technológia és alkalmazási lehetőségei

A tekintetkövetéses (gaze-tracking) technikák célja, hogy térben és időben minél pontosabb adatokat kapjunk arra vonatkozóan, hogy egy adott időpillanatban éppen mi van egy adott személy tekintetének fókuszában. A szakirodalom terminológiájában ez nem mindig válik el élesen egy másik, rokon céltól és technikától: a szemmozgáskövetés (eye-tracking) módszerétől. Gyakran mindkét technikát eye-tracking néven emlegetik (Duchowski, 2007; van Gompel, Fischer, Murray, & Hill, 2007). A különböző kognitív folyamatok (figyelem, észlelés, emlékezet, társas megismerés, nyelv, kommunikáció) iránt érdeklődő pszichológus vagy gyógypedagógus számára többnyire a tekintet fókusza az igazán érdekes és releváns adat. S ezért utóbbiak

valójában a tekintetkövetéses technika iránt mutatnak érdeklődést, még ha gyakran szemmozgás-követésnek, vagy eye-tracking-nek nevezik is.

A tekintet fókusza és annak változása azért specifikusan érdekes és releváns adat számunkra, mert okunk van feltételezni, hogy nagy általánosságban fogalmazva:

1. a tekintet fókusza hozzávetőlegesen jelzi azt a bemeneti információt, amely éppen észlelési feldolgozás alatt áll;
2. a tekintet fókuszának mozgása (a vizuális letapogatás mintázata) utal a személy előzetes tudására és korábbi tapasztalataira, amelyek az adott helyzetben aktiválódnak;
3. ez a letapogatási mintázat utal a bemeneti információval kapcsolatos kognitív feldolgozás „mennyiségére”, például a feldolgozás esetleges nehézségeire;
4. s utal a bemeneti információval kapcsolatos kognitív feldolgozási folyamatok viszonyára, kapcsolatára, például sorrendjére;
5. a letapogatási mintázat utal a személy aktuális észlelési preferenciáira.

A letapogatási mintázatok elemzése tehát, úgy tűnik, a megismerési folyamatok fontos aspektusaira vethet fényt, s tegyük hozzá: mivel a mai tekintetkövetéses technológiák egy része képes az igen finom idői és téri felbontásban történő mérésre, meglehetősen pontos kiinduló adatokból van módunk következtetni a mélyben zajló kognitív folyamatokra (van Gompel et al., 2007).

Ugyanakkor természetesen a letapogatási mintázatokot, elsősorban persze a szemmozgások révén, az agy hozza létre. Így a megvalósuló szemmozgásaink és letapogatási mintázataink agyi és más biológiai folyamatok eredményei, azaz annak függvényei is (ld. részletesen: Wong, 2008).

A fentiekből már adódik az a várakozás, hogy a tekintetkövetéses technikának fontos szerep juthat az atipikus neurokognitív fejlődés (fejlődési zavarok) felmérésében. Az autizmus korai felismerése szempontjából két különösen fontos szempontot említünk meg. Egyrészt, neurális/kognitív háttérüket tekintve minden olyan állapot vagy fejlődési mintázat kapcsán releváns a technika, ahol érintettek (a) a szemmozgásokért, a fixációk koordinálásáért felelős kéreg alatti és/vagy kérgi területek, illetve olyan összetett kognitív funkciók, amelyek megfelelő kontextusokban befolyásolják a letapogatási mintázatokot (vizuális észlelés, figyelem, nyelv, emlékezet stb.). Számos más atipikus neurokognitív fejlődési variáció mellett az autizmus is ebbe a halmazba tartozik.

Emellett a tekintetkövetéses technika fontos jelölt mindazon atipikus neurokognitív fejlődési mintázatok korai felismerésében, ahol a kisagy (korán manifesztálódó) érintettségét is kimutatták. Ilyen az autizmus is (Rogers, McKimm, Dickson, Goldowitz, Blaha, & Mittleman, 2013).

Továbbá maga a technika rendelkezik a felismerés gyakorlati szempontjaiból is néhány fontos előnnyel: (a) nem invazív és kockázatmentes; (b) precíz és objektív; (c) megengedi az aktív cselekvést (pl. egér segítségével) változatos feladatkontextusokban; (d) a nyers adatok igen sokféle elemzést és adatbemutatást tesznek lehetővé, automatizált formában is; (e) az innovatív diagnosztikus technológiák közt viszonylag olcsó, hozzáférhető.

Igen nagy számú alap kutatás használta ezt az adatgyűjtési technológiát és elemzési módszertant, elsősorban az autizmus kognitív, nyelvi-kommunikációs és neurális sajátosságainak feltérképezésére. Számos ilyen tanulmány mutatott ki a neurotipikustól eltérő letapogatási stratégiákat például különféle társas ingerek vonatkozásában (pl. emberi arcok,

biológiai mozgások, mentalizációs feldolgozást igénylő helyzetek kapcsán). Ezen eredmények rövid áttekintése is messze meghaladná a tanulmány kereteit, ezért itt csak utalunk néhány, a témában született áttekintő tanulmányra (Benson & Fletcher-Watson, 2011; Boraston & Blakemore, 2007; Papagiannopoulou, Chitty, Hermens, Hickie, & Lagopoulos, 2014). Hangsúlyoznunk kell, hogy ezek a tanulmányok többnyire csoportszintű különbségeket vizsgáltak és mutattak ki. Jóval ritkábban, de az e technikával nyert adatok diszkriminációs erejét is vizsgálták, és biztató eredményeket kaptak (Frazier et al., 2016).

A 'SHAKES' projekt

Az e tanulmány fókuszában lévő K + F projekt (SHAKES, azaz *Screening for High Functioning Autism at Kindergarten Age*; a magasan funkcionáló autizmus szűrése óvodáskorban) fő célja egy digitális társas-komoly játékon alapuló, multimodális, interaktív szoftverrendszer megtervezése, megvalósítása és empirikus validálása az autizmus magasan funkcionáló eseteinek szűrése óvodáskorban, autonóm, robusztus és költséghatékony módon (Gyori, Borsos, & Stefanik, 2015). Távlati célunk ezzel az autizmus szűrésének hatékonyabbá tétele mind a szükséges szakértői humán erőforrások felhasználását, mind a szűrési folyamat szenzitivitását és specificitását tekintve. Ezzel – elsősorban az enyhébb tüneteket mutató, magasan funkcionáló – gyermekek esetében a felismerést a jelenleginél korábbi életkorra kívánjuk hozni, s így az autizmus-specifikus, evidenciák által igazoltan hatékony intervenció korábban történő megkezdésére lehetőséget biztosítani.

A rendszer a projekt folyamatában megfogalmazódó koncepcióját a továbbiakban majd részletesebben ismertetjük. A projekt különböző szakaszaiban az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kara oktatói-kutatói közösségének változó csoportjai vettek részt, a csoport állandó magját jelen tanulmány első, második és harmadik szerzője alkotta és alkotja. A projekt vezetője az első szerző.

A projektet támogató személyeket, szervezeteket, alapokat a *Köszönetnyilvánítás*ban tüntetjük fel.

CÉLOK

Jelen tanulmány célja, hogy felhasználva a témában idegennyelven már megjelent publikációinkat, röviden bemutassa

1. azt az evidenciaalapú tervezési folyamatot és főbb eredményeit, amelynek során létrejött a szűrőrendszer játék és adatgyűjtési komponensének részletes koncepciója;
2. a szűrőjáték első működő prototípusának célcsoport általi használhatóságára és a célcsoport által tapasztalt felhasználói élményekre irányuló vizsgálatunkat és főbb eredményeit;
3. a szűrőjáték első működő prototípusával gyűjtött adatok alapvető minőségére vonatkozó vizsgálatunkat és annak főbb eredményeit; valamint

4. két olyan, eltérő elemzési megközelítést alkalmazó vizsgálatunkat és eredményeiket, amelyek célja egyaránt első, feltáró jelleggel megvizsgálni a szűrőjátékban nyert érzelmi arckifejezés adatokon az autizmussal élő célcsoport és az illesztett neurotipikus (NT) kontrollcsoport közti különbségeket.
5. Végül, célunk az ismertetésre kerülő eredmények átfogó megvitatása és értékelése, kiemelten a projekt perspektívái és a terület nemzetközi trendjei szempontjából.

AZ EVIDENCIAALAPÚ TERVEZÉSI FOLYAMAT ÉS AZ ELSŐ EMPIRIKUS EREDMÉNYEK ÁTTEKINTÉSE

A tervezési folyamat és eredményei⁵

A SHAKES szűrőrendszer *tervezési folyamatát* egy szakértői munkacsoport kezdte meg (az akkoriban az ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Karán működő Tanszékközi Autizmus Munkacsoport, kibővítve további, a Kar oktatói-kutatói közösségéből meghívott kollégákkal). A folyamat azzal kezdődött, hogy az autizmus szűrésére, a szűrés technológiai fejlesztési trendjeire, és az autizmus sajátos korai viselkedésmintázataira vonatkozó kísérleti fejlődéslélektani szakirodalom első áttekintése után vázlatosan azonosítottuk a *megcélzott felhasználási helyzetet és forgatókönyvet*. Eszerint:

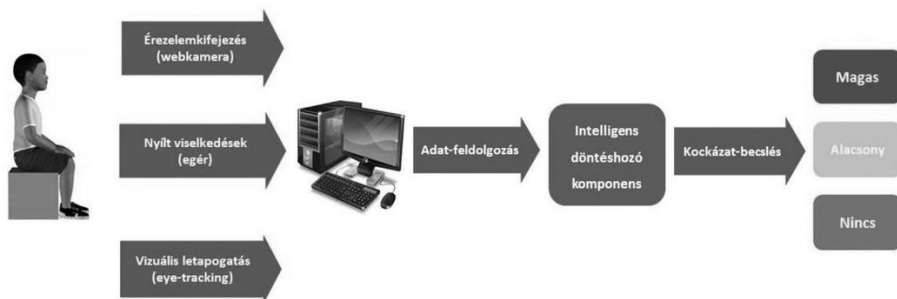
- a szűrőrendszer (annak adatgyűjtő és játékvezérlő komponense) könnyen hordozható, szemkövető hardverrel és szoftverrel felszerelt, valamint a játékos arcáról a játék során jó minőségű videófelvétel készítésére és rögzítésére alkalmas laptopon fut, amely így lehetővé teszi a szűrés elvégzését például óvodai környezetben is;
- egy asszisztensi kompetenciával rendelkező felnőtt felhasználó irányítja az adatfelvételt;
- az adatfelvétel során a szűrésben részt vevő gyermek az eszközön egy motiváló, örömteli játékkal egyedül és önállóan játszik, mintegy 15-30 percig;
- a játékfolyamat során a rendszer rögzíti (a) a játékos nyílt viselkedéses válaszait, melyeket egér vagy érintőképernyő segítségével ad a játékban, (b) tekintetkövető alkalmazással a vizuális letapogatási viselkedéseit (tekintetfókuszának mintázatát), valamint (c) érzelmi arckifejezéseit az arckamera segítségével;
- a játék befejezése után a rendszer rövid idő alatt kalkulációt készít, kizárólag a rögzített adatok autonóm (emberi beavatkozást nem igénylő) feldolgozása alapján annak meghatározására, hogy a gyermeknél fennáll-e az autizmus állapot kockázata;
- e becslési-döntési folyamat eredményeképpen három kategória valamelyikébe sorolja az adott gyermeket: (a) nincs nála autizmusra utaló viselkedéses jel, vagy (b) atipikus válaszmintázata alapján fejlődési szempontból fokozott figyelem javasolt, vagy (c)

⁵ Ez az alfejezet elsősorban kutatócsoportunk következő korábbi publikációján alapul: Gyori, M., Borsos Zs., & Stefanik K. (2015). Evidence-based development and first usability testing of a social serious game based multi-modal system for early screening for atypical socio-cognitive development. In Sik-Lányi, C., Hoogerwerf, E.-J., & Miesenberger, K. (Eds.), *Assistive Technology: Building Bridges*. 13th European AAATE conference 48–55, Amsterdam: IOS Press.

kifejezetten autizmusra utaló válaszmintázatai alapján további autizmus irányú adatgyűjtés javasolt;

- a tervezési folyamat e szakaszában nem kötelezöttünk el abban a kérdésben, hogy az adatfeldolgozás és a kockázatbecslés lokálisan (a játékot is vezérlő számítógépen) vagy felhőben (felhő közvetítésével) történik-e;
- a rendszer (viszonylag) alacsony költségigényű, kivitelezésében és működésében is robusztus;
- a felnőtt asszisztens szerepe kizárólag a rendszer beállítására, a játékmenet felügyeletére, a szűrési folyamat adminisztrációjára korlátozódik, s a rendszer rutinszerű működtetése további szakértelmet nem igényel.

A rendszer működésének vázlatos illusztrációját az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A SHAKES projektben megvalósítandó digitális szűrőrendszer vázlatos sémája.

A tervezés folyamatában a vázlatos felhasználási célhelyzet és célforgatókönyv azonosítása után ismét szakirodalmi áttekintés következett az alábbi három kérdéskör kapcsán:

1. az adott játékhelyzetben és technikai környezetben melyek azok a specifikus viselkedéses válaszok, amelyek releváns bemeneti adatokkal szolgálhatnak a döntési folyamathoz;
2. melyek lehetnek azok a meghatározott, kijelölt játéktartalmak, kulcsingerek (*press-ek*), amelyek képesek kiváltani ezeket a válaszokat;
3. milyen legyen a játék átfogó kerete, amely illeszkedik ezekhez a játéktartalmakhoz és a célcsoportba tartozó gyermekeknek megfelelő motivációt és örömmélynyményt képes adni ahhoz, hogy szívesen játsszanak a játékkal.

E kérdések megválaszolása érdekében szűkebb team-ekben a szakirodalomban fellelhető evidenciák két széles területét tekintettük át szisztematikusan (ezeket a tervezés korábbi szakaszában már kivonatossan feldolgoztuk): (1) az autizmus korai diagnosztizálása és szűrése; és (2) olyan empirikus klinikai és kísérleti vizsgálatok eredményei, amelyekben óvodáskorú, autizmussal élő, illetve neurotípusos gyermekek csoportjai között viselkedéses mutatók mentén szignifikáns különbségeket találtak. A szakirodalomban talált eredményeket a szűkebb munkacsoportok ismétlődően bemutatták a szélesebb szakértői csoportnak, amely megvitatta azokat, azonosította az ígéretes viselkedéseket, kijelölte a lehetséges játéktartalmakat és kijelölte a játék keretét és alaptémáját. Végül vezető szakértők szűkebb csoportja hozta meg a végső döntést az első prototípusba bevezetendő tartalmi elemekről.

E döntések meghozatala után ismét tervezési folyamat következett. Ennek során kidolgoztuk a játék részletes forgatókönyvét. Ez két szinten történt. Először a játék forgatókönyvének általános szerkezetét rögzítettük, jelenetekre bontva. Majd minden jelenethez kidolgoztunk egy részletes forgatókönyvet, „eseményfaként” (*story graph*) reprezentálva az események lehetséges szekvenciáit.

A forgatókönyv részletes kidolgozása után a játék grafikus tartalmait terveztük meg, ismét a fentiekhez hasonló módon. Vázlatokat egy grafikus készített (jelen tanulmány ötödik szerzője), aki rendszeresen bemutatta e terveket a szakértői csoportnak. Ezt követően a szakértői csoport által kiválasztott elemeket fejlesztette tovább a játék végleges grafikus tartalmaivá.

A tervezési folyamat főbb eredményei. A szűrőjáték keretnarratívájaként a Sodian és Frith klasszikus kísérleti kognitív fejlődéslélektani tanulmányában ingeranyagként alkalmazott narratívumokat választottuk. Ezek a stratégiai megtévesztés és a szabotázs köré szerveződtek és ezen társas helyzetek (szándékok) megértését vizsgálták tipikusan fejlődő és autizmussal élő gyermekeknél (Sodian & Frith, 1992).

Szűrőjátékunk forgatókönyve így egy bevezető-instruáló jelenetből, egy záró jelenetből és 9 jelenetből áll, amelyek mikrokísérleteknek tekinthetők (1. táblázat). A bevezető-instruáló jelenetet úgy terveztük meg, hogy megtanítsa a gyermeket a játék céljaira és szabályaira, megismertesse vele a karaktereket és megtanítsa neki kontrollálni a játékot a számítógép egerével. Egy narrátor figura mutatja ezeket be a játékosnak. A rövid zárójelenetben a narrátor megdicséri a gyereket és elköszön tőle.

	jelenet téma	jelenet funkció
11	‘észlelési preferenciák’	tekintet és érzelmi reakciók kiváltása
22	bevezetés és instruálás, 1	megismerteti a gyereket a karakterekkel, a feladattal, irányítással
33	szabotázs, kooperatív kontextus	viselkedéses, tekintet és érzelmi reakciók kiváltása
44	szabotázs, kompetitív kontextus	
55	szabotázs, kooperatív kontextus	
66	szabotázs, kompetitív kontextus	
77	bevezetés és instruálás, 2	megismerteti a gyereket a feladattal, irányítással
88	becsapás, kooperatív kontextus	viselkedéses, tekintet és érzelmi reakciók kiváltása
99	becsapás, kompetitív kontextus	
110	becsapás, kooperatív kontextus	
111	becsapás, kompetitív kontextus	
112	zárás	játék lezárása

1. táblázat. A játék forgatókönyvének sémája.

A 9 mikrokísérlet közül 8-ban (társas mikrokísérletek) a játékosnak kell befolyásolnia a két szereplő közül az egyik (kompetitív vagy kooperatív) viselkedését stratégiai szempontból, a saját jutalmának maximalizálása érdekében. Elsősorban ezek a jelenetek foglalják magukban azokat a tartalmakat, melyek várhatóan olyan viselkedési válaszokat idéznek elő, amelyek potenciálisan relevánsak a szűrési becsléshez. A további egy mikrokísérlet nem vár társas stratégiai viselkedést

a játékosról, de tartalmaz néhány tisztán perceptuális kulcsingert, melyek valószínűsíthetően autizmus-specifikus vizuális letapogatási válaszokat idéznek elő (perceptuális mikrokísérlet).

Az első prototípus. A teljes játékgatározókönyv alapján hoztuk létre az első, részleges játékgatározókönyvet, amely már játszható, és teljes adatörögztő funkcióval rendelkezik⁶. A teljes játékgatározókönyv 9 mikrokísérlete közül 5-öt valóstítottunk meg ebben a szakaszban (az észlelési és 4 társas mikrokísérletet). A játék szoftverét a Unity játékgatározóra (*Unity Technologies*) fejlesztették. Egy kifejezetten erre a célra létrehozott szerkesztő szoftver generálja a játékot vezérlő JSON szkriptet a Unity motornak, míg egy másik szoftver komponens interfészként szolgál a tekintetkövető szoftver (*EyeGaze, LC Technologies*) és a Unity motor közt, és megvalósítja az adatörögztést. A kockázatbecslő-döntéshozó komponens ebben a fázisban még nem terveztük meg és nem implementáltuk.

A tervezési folyamat egyes lépéseit és a szakirodalmi hátteret részletesebben is bemutatta Borsos, Stefanik, Györi (2015).

Első vizsgálat: Használhatóság és felhasználói élmény⁷

Célok és kutatási kérdések

A játék prototípus elkészülte után úgy véltük, az elsődlegesen tisztázandó empirikus kérdéskör az, hogy a játék kellően motiváló, élvezetes-e, és felhasználói szempontból (a játékos szempontjából) nem tartalmaz-e maladaptív elemeket. Így jelen vizsgálat céljai a játék első prototípusa műszaki stabilitásának és adatörögztési funkciójának első tesztelése; a prototípus használhatóságának (*usability*) és a játék motiváló erejének feltérképezése; valamint azon tervezési jellemzők azonosítása volt, amelyek akadályozhatják a gyermekek elmerülését a játékban. További célunk volt az, hogy meghatározzuk a várható játékidőt. (A szűrő funkciók tesztelése természetesen nem volt célunk ezen a ponton.)

A fenti célokkal összhangban nem fogalmaztunk meg hipotéziseket, hanem az egyes célokat exploratív (feltáró) kutatási kérdésként fogtuk fel.

⁶ A szoftverfejlesztési feladatokat az ELTE Informatikai Karának kollégái és hallgatói végezték, Dr. Lőrincz András és Dr. Gregorics Tibor vezetésével.

⁷ Ez az alfejezet elsősorban kutatócsoportunk következő korábbi publikációján alapul: Györi M., Borsos Zs., & Stefanik K. (2015). Evidence-based development and first usability testing of a social serious game based multi-modal system for early screening for atypical socio-cognitive development. In Sik-Lányi C., Hoogerwerf, E.-J., & Miesenberger, K. (Eds.), *Assistive Technology: Building Bridges* 13th European AAATE conference 48–55, Amsterdam: IOS Press.

Módszerek

Résztvevők. Öt autizmussal élő gyermek, 4 nyelvfejlődési zavarral élő és 4 tipikusan fejlődő gyermek vett részt ebben a vizsgálatban. Átlagos életkoruk 6,3 év volt. A három csoport közül a nyelvfejlődési zavarral élő gyermekek nem tartoznak az előre meghatározott célcsoportba. Ők annak érdekében kerültek bevonásra, hogy betekintést nyerjünk a játékos nyelvi kompetenciájának szerepéről a játék megértésében és a játékban elért sikerében.

Berendezés. A szemmozgások rögzítéséhez az *LC Technologies* asztali binokuláris *EyeFollower II* tekintetkövető berendezését használtuk, 120 mérés/másodperc adatrögzítési frekvencián. Ez a tekintetkövető felszerelés viszonylag szabad fejmozgást biztosít, és ennek megfelelően a tesztek elvégzéséhez nem szükséges a fej rögzítése. A játék vizuális elemeit egy 22 hüvelykes LCD monitoron, az audioelemeket asztali hangszórók segítségével mutattuk be. A gyerekek egy kis méretű egérrel tudták irányítani a játékot. Egy kamera rögzítette a játékos arckifejezéseit a játék közben (arckamera), míg egy másik kamera távolabbról rögzítette a játékos viselkedéseit a játékhelyzetben (helyzetkamera; ez nem része a szűrőrendszernek, kizárólag kutatási célokat szolgált).

Elrendezés, eljárás, adatgyűjtési eszközök. A méréseket egy kis laborhelyiségben, egyénileg végeztük egy vizsgálatvezető jelenlétében, miközben egy másik kutató, aki a megfigyeléseket végezte, a háttérben ült. Ha a gyermek szülője (gondozója) jelen kívánt lenni, ő is a háttérben foglalt helyet; egyébként a szomszédos szobában várakozott. A vizsgálat megkezdése előtt a gyermek gondozójától tájékozott beleegyező nyilatkozatot kértünk, őt írásban és szóban, a gyermeket szóban tájékoztattuk. Az egérhasználat gyakorlása céljából kialakított „találd meg és klikkelj rá” jellegű játékrész után a gyerekek önállóan játszottak a szűrőjáték első prototípusával. A vizsgálatvezető csak akkor avatkozott be, ha a gyermek a segítségét kérte, vagy amikor az esetenként előforduló kisebb és alkalmi technikai nehézségek szükségessé tették. A játék során az egyes jelenetekben adott helyes válaszáért a gyermek virtuális jutalmakat gyűjtött, s a játék végén ezeket számára vonzó, a szülővel előre egyeztetett jutalmakra „váltotta be”.

Néhány alapvető demográfiai, fejlődési és digitális jártassági adatot egy rövid szülői kérdőív segítségével gyűjtöttünk össze a rekrutációs szakaszban. Az egérválaszokat és a tekintetválaszokat a játék interfész szoftvere rögzítette. Az érzelmi arckifejezéseket és a teljes viselkedését videó rögzítette a későbbi feldolgozásra. A játék végén egy rövid, kifejezetten erre a célra tervezett felhasználói élmény kérdőívet vett fel vizsgálatvezető a gyermekkel.

Eredmények és következtetések

Minden gyermek sikeresen végigjátszotta a játékot, és egy nyelvfejlődési zavarral élő gyermek kivételével teljesítményük plafonhatást mutatott vagy igen közel volt ahhoz. Az átlagos játékidő 706 másodperc volt, jóval a tervezett tartományon belül. A vizsgálat utáni felhasználói élmény kérdőívben egy gyermek kivételével minden gyermek azt jelezte, hogy tetszett neki a játék és újra játszana vele. Az egyetlen gyermek, aki bizonyos felhasználói élmény szempontokra alacsonyabb értékelést adott, jóval idősebb volt, mint a végső célcsoport életkora. A tekintet-, az egérválasz- és az érzelmi arckifejezés adatokat sikeresen rögzítette az eszköz.

A megfigyelések néhány olyan felhasználói viselkedést tártak fel, melyek további mérlegelést igényelnek a következő szakaszokban. Nevezetesen, néhány gyermek interakcióba lépett a vizsgálatvezetővel, például élménymegosztási céllal, vagy információért, segítségért fordult a vizsgálatvezetőhöz. Ezek a viselkedések ellentmondanak annak a törekvésünknek, hogy a játék teljes egészében egyedül és önállóan végigjátszható legyen.

A felhasználói élményre vonatkozó válaszok és a résztvevők más viselkedései sem tártak fel lényeges, tökéletesítést igénylő tervezési elemet a játékban.

Tisztázva, hogy a résztvevők szempontjából a játék motiválónak, örömtelinek és jól tervezettnek tűnik, a következő kérdés a további tartalmi elemzések előtt az, hogy képes-e megfelelő minőségű adatot rögzíteni a létrehozott prototípus. Ennek feltárására végeztük el azt a vizsgálatot, amelyet alább mutatunk be röviden.

Második vizsgálat: adatminőség⁸

Célok és kutatási kérdések

Az adatminőséget kulcskérdésnek tekintjük, legalább két okból. Egyrészt, az általunk használt, a kereskedelembe rendelkezésre álló viselkedéses adatok gyűjtésére szolgáló technológiákat (például a tekintetkövetés vagy az érzelmi arckifejezésfelismerés) neurotipikus felhasználókra fókuszálva fejlesztették ki. Egyes kutatások ugyanakkor azt találták, hogy ezek esetenként kevésbé hatékonyak a neurokognitív szempontból atipikus egyének adatgyűjtésére (Csákvári & Gyori, 2015). Másrészt, mivel nem létezik az autizmushoz egyetlen döntő viselkedéses marker, a szűrés szempontjából alapvető jelentőségű a különböző viselkedéses adatok kombinálása, azért, hogy azok specifikusan kombinált mintáit már kellően specifikus és univerzális markerként lehessen azonosítani.

Az adatminőség kulcsfontosságú és összetett kérdés a tekintetkövetéses módszertanokban (Nyström, Andersson, Holmqvist, & van de Weijer, 2013). Ellentétben azzal a célunkkal, hogy egy olyan szűrő-játékot dolgozzunk ki, melyet játékosan és természetes módon lehet használni (például úgy, hogy a fejmozgást nem korlátozzuk), s ezzel szükségszerűen kompromisszumot kötünk az így rögzített adatok minősége kapcsán, a rendelkezésre álló tanulmányok többsége kitüntetett szempontként kezeli az adatok minőségét a technika laboratóriumi alkalmazásában. Hasonlónak tűnik a helyzet az automatizált érzelmi arckifejezés-felismerés területén is (Dhall, Goecke, Joshi, Sikka & Gedeon, 2014).

E vizsgálatunk célja a játékunk első prototípusával összegyűjtött nyers viselkedéses adatok minőségének feltárása. Egy exploratív kutatási kérdést és egy hipotézist fogalmaztunk meg:

1. Feltáró kutatási kérdés: Mik az alapvető jellemzői az egérválaszok, az automatikus arckifejezés-felismerés és a tekintet követés révén gyűjtött nyers adatok minőségének?

⁸ Ez az alfejezet elsősorban kutatócsoportunk következő korábbi publikációján alapul: Gyori M., Borsos Zs., Stefánik K., & Csákvári J. (2016). Data quality as a bottleneck in developing a social-serious-game-based multi-modal system for early screening for 'high functioning' cases of autism spectrum condition. In Miesenberger, K., Bühler, Ch., & Penaz, P. (Eds.), *International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 358-366). Cham: Springer.

Ezt átlagok, eloszlások, csoportközi (autizmussal élő vs. neurotípusos) különbségek, idői trendek és kiugró értékek segítségével vizsgáljuk meg.

2. Hipotézis: Mivel az automatizált érzelmi arckifejezés-felismerés és a tekintetkövetéses technológiák egyaránt érzékenyek a fej és az arc helyzetére, orientációjára és mozgásaira, pozitív összefüggésre számíthatunk a kétféle viselkedés adat minősége között.

Módszerek

Résztevők. 10 MF óvodáskorú gyermek (átlag életkor: 64,27 hó; SD: 9,45; terjedeleme: 49-78; átlag IQ: 121,00; SD: 18,11; terjedeleme: 91-147) és 10 neurotípusos gyermek (átlag életkor: 55,80 hó; SD: 9,10; terjedeleme: 41-70; átlag IQ: 124,50; SD: 19,72; terjedeleme: 100-161) által alkotott illesztett csoportoktól nyertük adatainkat. A független mintás t-próbák a statisztikai szignifikancia határán mutattak különbséget a két csoport között életkorban ($t(19)=2.89$; $p=0.05$), és nem mutattak eltérést az IQ-ban. Diagnosztikus és pszichometriai eszközökkel, valamint a szülőktől gyűjtött adatok révén biztosítottuk, hogy a résztvevők egyikének sem volt társuló fejlődési vagy szemészeti rendellenessége, látási vagy motoros károsodása vagy nehézségei az egérhasználatban.

Minden résztvevő gyermek szülője vagy gondozója írásos és szóbeli tájékoztatást kapott a vizsgálat céljáról és arról, hogy a vizsgálatban való részvételüket bármikor megszakíthatják, mielőtt írásban is hozzájárult gyermeke részvételéhez a vizsgálatban. A gyermekeket szóban tájékoztattuk és szóbeli beleegyezésüket kértük a részvételhez. A játék végén a gyermekek egyénre szabott jutalmakat kaptak; a szülők a maguk és gyermekük részvételéért 10.000 forint értékű juttatást kaptak.

Berendezés. Az adatgyűjtésre alkalmazott berendezés azonos volt az 1. vizsgálatnál bemutatottal. Az arckamera által rögzített videofelvételeket a Noldus FaceReader (v5.1, Noldus Information Technology) automatikus érzelmi arckifejezés-felismerő szoftver segítségével elemeztük, így kaptuk meg az érzelmi arckifejezések nyers adatait. A FaceReader a videofelvételek alapján a teljes mintán átlagolva másodpercenként 22,77-es gyakorisággal kísérelt meg érzelmiállapot-mintázatokat azonosítani.

Elrendezés, eljárás, adatgyűjtési eszközök. A szűrőjátékkal történő adatgyűjtés helyszíne, módja és eljárása megegyezett az első vizsgálatnál bemutatottal. Az ülések 30-40 percig tartottak, ezen belül a prototípus végigjátszása 15-25 percig.

Elemzés. A játékszoftverból származó log fájlok, amelyek az egérkoordinátákat, az egérválaszokat és a tekintetfókusz koordinátákat tartalmazták, illetve a FaceReader kimeneti fájlljai együttesen alkották az elemzés bemeneti adatait. Ezek az adatforrások eltérő sűrűséggel tartalmazták a nyers adatokat: a szűrőjáték-prototípus másodpercenként átlagosan kb. 590 esetben rögzítette az egér pozícióját és állapotát; a tekintetkövetéses adatok 120 adat/másodperc sűrűségben álltak rendelkezésre; a FaceReader kimeneti fájlljai átlagosan másodpercenként 22,77 adatponthoz tartalmaztak érzelmi intenzitás becsléseket 7 érzelmre. A nyers adatok minőségét mind az egérviselkedés-adatok, mind a tekintetfókusz-adatok, mind pedig az érzelmiállapot-adatok esetében egy egyszerű arányszámmal kvantifikáltuk: azon adatpontok számát, amelyekben ténylegesen sikerült adatot rögzítenünk (a továbbiakban

„érvényes adatok”), elosztottuk az olyan adatpontok számával, amelyekre az adott adattípus esetében a rendszer kísérletet tett az adatrögzítésre. Három idői ablakból származó adatsorokat elemeztünk: a játék első és utolsó 5 percében rögzítetteket (1. és 3. idői ablak), valamint ezek között két egymást követő jelenetből rögzített adatokat (170-249 másodpercnyi adat; 2. idői ablak). Az elemzéseket az IBM SPSS Statistics szoftverével végeztük (23. verzió, IBM Corporation).

Eredmények és következtetések

Háttérváltozók elemzése. Megvizsgáltuk a vizsgálati személyek teljesítményét a játékokban (a helyes egérválaszok mennyiségét): a teljes mintában a plafonhoz (= 24) közeli értékeket kaptunk (átlag=22,6, tartomány: 20-24); a Mann-Whitney teszt nem mutatott csoportközi különbséget. Megvizsgáltuk a gyermekek által a felhasználói élmény kérdőívben adott pontszámokat is. Ez szintén plafonközeli (33) volt a teljes mintában (átlag érték=26,93; tartomány: 16-33); a Mann-Whitney próba itt sem mutatott a csoportok között különbséget. Vagyis a játék sikeres befejezése mindkét csoport résztvevői számára elérhető volt; és összességében a játékot vonzóknak és lebilincselőnek találták. Ez arra utal, hogy az esetlegesen az optimálistól elmaradó adatminőség nem a frusztráció, a hiábavaló erőfeszítés vagy a játékkal való elégedetlenség következménye.

Adatminőség. Az egérpozíciókra és egérválaszokra vonatkozó adatok kivétel nélkül érvényesek voltak mindkét csoportban: a játékszoftver minden adatpontban képes volt kinyerni az egér koordinátáit és az egér állapotát (azaz a résztvevő gyermekek viselkedéses válaszait).

Az érvényes adatpontok arányán kívül további két adatminőségi mutatót generáltunk a FaceReader kimenetéből (érzelmi mintázatok): azon adatpontok arányát, amelyekben a FaceReader nem találta meg az arcot a képen („*find failed*” arány); és azon adatpontok arányát, ahol a FaceReader megtalálta az arcot, de nem tudott ráilleszteni egy érzelmmintázatot („*fit failed*” arány). A 2. táblázat bemutatja az alapvető leíró adatminőségi mutatókat ezen változók mentén.

	1. idői ablak	2. idői ablak	3. idői ablak	Összesített
FaceReader „ <i>find failed</i> ” arány	átlag: 6,284% SD: 9,013%	átlag: 10,263% SD: 13,204%	átlag: 14,325% SD: 14,704%	átlag: 9,796% SD: 9,441%
FaceReader „ <i>fit failed</i> ” arány	átlag: 23,877% SD: 26,269%	átlag: 22,033% SD: 26,415%	átlag: 22,200% SD: 20,514%	átlag: 22,201% SD: 22,401%
Érzellem érvényes adat arány	átlag: 69,839% SD: 27,336%	átlag: 67,703% SD: 28,488%	átlag: 63,475% SD: 24,066%	átlag: 68,003% SD: 23,416%
Tekintetkövetés érvényes adat arány	átlag: 81,581% SD: 21,349%	átlag: 75,324% SD: 29,122%	átlag: 66,863% SD: 28,327%	átlag: 75,426% SD: 22,976%

2. táblázat. A nyers adatok minőségi mutatóinak leíró jellemzői (magyarázat a szövegben).

A Mann-Whitney próba nem mutatott szignifikáns különbséget a két csoport között egyetlen adatminőségi mutatóban sem. A fenti adatokat 3 jelentősen kiugró tényező befolyásolja: egy vizsgálati személytől rendkívül alacsony (7.52%) érvényes FaceReader adat

arány folyt be; két vizsgálati személy érvényes szemmozgás adatai extrém alacsonyok (14,502% és 5,805%). A videofelvételek szemrevételezése azt mutatta, hogy mindegyikük sok és intenzív fejmozgást produkált, főleg a szülők és/vagy a vizsgálatvezető felé.

A Wilcoxon előjeles rangtesztek alapján az érvényes adatarányok a FaceReader esetében nem változtak jelentősen a három idői ablakot tekintve; a szemmozgáskövető adatok minősége azonban jelentősen csökkent ($z=-2,668$, $p=0,007$ az 1. és 3. idői ablak közt; $z=-2,725$, $p=0,006$ a 2. és 3. idői ablak közt).

Az adatminőségek közötti összefüggések. A Spearman-féle rhót külön-külön kiszámítottuk a (fentiekben leírt) három FaceReader adatminőségi mutató és a tekintetkövetéses érvényes adat arány változó között, a 3 idői ablakra és az összesített adatokra, külön-külön. Bonferroni korrekcióval $p=0,008$ -ra állítottuk be a statisztikai szignifikancia küszöbértékét. Szignifikáns negatív összefüggéseket találtunk a FaceReader kétféle sikertelenségi mutatójából képzett összesített sikertelenségi arány és a szemkövetés érvényes adat aránya között az első és a második idői ablakban ($\rho=-0,688$; $p=0,001$, illetve $\rho=-0,630$; $p=0,004$), és az összesített adatokban ($\rho=-0,602$; $p=0,005$).

Ez az eredménymintázat megerősíti az adatminőségek közötti összefüggésre vonatkozó hipotézisünket: az automatizált érzelmi arckifejezés-felismerési és a tekintetkövetéses technikákkal egyszerre gyűjtött adatok esetében együttjárást mutat a nem valid adatpontok aránya. Ez feltételezhetően abból ered, hogy a fejmozgások mindkét adatminőséget negatívan befolyásolják, s a több fejmozgás több „find failed” adathiányt eredményez az érzelemfelismeréses adatsorban, és ezzel együtt alacsonyabb érvényes adat arányt a tekintetkövetéses adatokban.

Összefoglalás és következtetések. Úgy tűnik, az adatminőség eltérései, esetenkénti alacsony volta nem a játékkal való elégedetlenséggel vagy az esetleges alacsony teljesítmény miatti frusztrációval függenek össze, mert mind a teljesítmény, mind az elégedettség magas volt a résztvevők körében. Igen jelentősek az egyéni eltérések a nyert adatminőségben, ezt mind a magas szórásmutatók, mind az esetenkénti extrém alacsony értékek jelenléte mutatják. Mivel a kis minta esetében is három olyan résztvevőt találtunk, akitől ilyen extrém alacsony minőségű adatsort gyűjtöttünk, ez előrevetíti, hogy vélhetően nem lesz elhanyagolható azon résztvevők száma, akiket ilyen okból ki kell zárunk a további elemzésekből, illetve a jövőben megvalósuló szűrő funkció esetükben nem alkalmazható, így összességben majd a szűrés szenzitivitási mutatójának csökkentése felé hatnak ezek az esetek. Ugyanakkor az érzelmi arckifejezés adatok és a tekintetkövetéses adatok minősége közötti pozitív együttjárás csökkenti a rendszer robusztusságát is (kisebb az esélye annak, hogy az egyik típusú adat gyenge minősége esetén a másik típusú adat magas minősége még lehetővé teszi a kockázatbecslést). Mindemellett, fontos figyelmeztető tény az is, hogy a résztvevők mintája nem tekinthető reprezentatívnak ebben az értelemben sem. A rekrutációs szakaszban bizonyos mértékig ugyanis már „optimalizáltuk” a minta összetételét adatminőség szempontjából: csak olyan résztvevőket válogattunk be, akiknél megfelelő jártasság volt egérhasználatban, s nem volt jelen atipikus motoros fejlődés vagy látással kapcsolatos kritikus probléma. Mindezek a megfontolások eredményeink értelmezése kapcsán arra mutatnak, hogy az adatminőség kritikus szűk keresztmetszetet jelent projektünk távoli célja, egy kellő szenzitivitással és specifikitással rendelkező szűrőrendszer létrehozása szempontjából. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy az elért *átlagos* adatminőségek önmagukban

bíztatónak tekinthetőek. Noha a szakirodalomban nincs egy konszenzuálisan elfogadott alsó küszöbérték az ilyen jellegű adatok minőségére a kutatásban, egyes kutatók 50%-os érvényes adatarányt tekintenek ilyen alsó küszöbnek (Gyori, Borsos, Stefanik, & Csákvári, 2016). Az általunk kiszámolt minőségmutatók minden esetben jelentősen meghaladták ezt.

Harmadik vizsgálat: Csoport-összehasonlítások az érzelmi arckifejezések mentén, széles idői ablakokban⁹

Célok és kutatási kérdések/hipotézisek

E vizsgálat célja az volt, hogy a használhatóságot és a felhasználói élményt, illetve az adatminőséget ellenőrző vizsgálataink (jelen tanulmány: I. és II. vizsgálat) után hangsúlyozottan előzetes jelleggel ugyan, de megvizsgáljuk azt, hogy az általunk megtervezett és létrehozott játékprototípussal gyűjtött adatok mutatnak-e különbségeket az autizmussal élő és a neurotipikus fejlődésű csoportok között. Ezeket az elemzéseket az érzelmi arckifejezés adatokon végeztük el. Ennek egyik oka az volt, hogy a gyűjtött egérválaszadatok plafonközeli teljesítményátlagot mutattak mindkét csoportban, kicsi varianciával, így önmagában ez az adatsor kevésbé tűnt bíztatónak az esetleges különbségek feltárása szempontjából. A tekintetkövetés adatok feldolgozásának nagyobb bonyolultsága miatt így a fennmaradó két adatforrásból az érzelmi arckifejezés adatokat választottuk először elemzésre.

Noha, mint láttuk, az számos adat támasztja alá azt, hogy az autizmussal élő személyek csoportja eltérést mutat a neurotipikus csoporttól érzelmi arckifejezései mintázatában, jelen vizsgálatban mégsem foglalmaztunk meg specifikus hipotézist, három okból. Egyrészt, mert – mint ki is tértünk rá – ezek az eddig feltárt különbségek nem adnak következetes és részletesen dokumentált mintázatot; másrészt, mert az általunk vizsgált csoportból (óvodáskorú, kifejezetten magasan funkcionáló gyermekek autizmussal) nem ismerünk releváns korábbi kutatási eredményt; s harmadszor, mert az általunk alkalmazott adatfeldolgozási módszerrel (automatizált érzelmi arckifejezés-feldolgozás) is csak igen kis számú tanulmány áll rendelkezésre autizmussal élő vizsgálati csoportokról.

Így e vizsgálatot exploratív vizsgálatként terveztük meg, két kutatási kérdést fogalmazva meg:

(1) Milyen különbségek mutathatók ki az autizmussal élő, magasan funkcionáló óvodáskorú gyermekek és az illesztett neurotipikus fejlődésű kontrollcsoport érzelmi arckifejezései között az általunk létrehozott szűrőjáték-prototípussal gyűjtött adatokon? Várakozásunk a szakirodalmi előzmények alapján az volt, hogy találunk ilyen különbséget.

(2) Milyen kapcsolat található a társas kommunikációs tüneti erősség (SCQ pontszám), az érzelmi intenzitások, és a II. vizsgálatban alkalmazott módon definiált és számolt adatminőségi mutatók között?

⁹ Ez az alfejezet elsősorban kutatócsoportunk következő korábbi publikációján alapul: Borsos, Zs., & Gyori, M. (2017). Can Automated Facial Expression Analysis Show Differences Between Autism and Typical Functioning? In Cudd, P. & De Witte, L. (Eds.), *Harnessing the Power of Technology to Improve Lives*, 242, (pp. 797-804). Amsterdam: IOS Press.

Módszerek

Résztvevők. Tizenhárom MF, óvodáskorú, autizmussal élő gyermek, és 13 tipikusan fejlődő gyermek vett részt a vizsgálatban. A t-próbák nem mutattak különbséget a csoportok között az életkor és az intelligencia (IQ) szempontjából. A Mann-Whitney próba szignifikáns különbséget mutatott ($z = -4,414$; $p < 0,001$) a két csoport között az autizmus szűrésére használt *Social Communication Questionnaire* (SCQ) (Rutter, Bailey, & Lord, 2003) pontszámában. A 3. táblázat mutatja a két csoport értékeit az említett jellemzők mentén. A fejlődési vagy szemészeti rendellenességek, látási vagy motoros károsodások, a számítógépes egér használatának nehézségei kizáró kritériumok voltak.

Változók	ASC (9 férfi/4 nő)			NT (6 férfi/7 nő)		
	Átlag (SD)	Min	Max	Átlag (SD)	Min	Max
Kor (hónapokban)	58,38 (8,45)	43	70	57,15 (6,74)	43	68
Leiter-R Brief	118	98	139	118,53	98	145
IQ	(14,61)			(15,61)		
SCQ	20,46 (6,25)	8	29	0,62 (0,51)	0	1

3. táblázat. A minta jellemzői.

Berendezés. A játékhelyzetben adatgyűjtésre alkalmazott berendezés azonos volt az I. és II. vizsgálatnál bemutatottal.

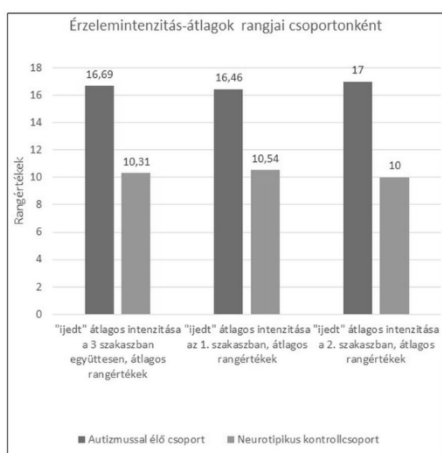
Eljárás. Miután az I. és II. vizsgálatához hasonló módon részletes információkat kaptak a kutatás céljáról és eljárásairól, valamint arról, hogy bármikor megszakíthatják a részvételt, minden gyermek és szülei hozzájárultak a részvételhez. Az adatgyűjtés három ülésben történt, három különböző napon. Az első ülésen játszott a gyermek a játékkal. Az első ülés hátralévő részében és a következő két ülés során különféle pszichometriai és diagnosztikai eszközökkel gyűjtöttünk adatokat, ekkor történt az intelligenciamérés is. Az SCQ adatokat a rekrutációs szakaszban nyertük a szülők megkérdezésével.

Elemzés. A teljes játék átlagideje 24,81 perc volt az ASC csoportban és 24,28 perc az NT csoportban. Ebből az adatsorok 3 szakaszát választottuk ki elemzésre. Ezek mindegyikében teljesen azonos eseménysort láttak a résztvevők a képernyőn. Az első kiválasztott szakaszban két repülő madár, egy forgó szélforgó, és egy doboz jelenik meg a képernyőn. Ezután a narrátor ágens megérkezik és megpróbálja ráirányítani a résztvevő figyelmét az egyik madárra (140 másodperc). A második kiválasztott szakaszban a narrátor bemutatja a két főszereplőt (195 sec). A harmadikban a narrátor megköszöni a gyerekeknek a játékot és búcsút int (15 másodperc). Mint említettük, a FaceReader 5.1 a videofelvételek egyes *frame*-jeit mint állóképeket egyenként elemzi, és a következő 7 érzelmi állapot kapcsán rendel hozzá intenzitásértékeket (0 és 1 között): boldog, szomorú, dühös, meglepett, ijedt, undorodó és semleges. Ezek az adatok képezték az elemzéseink bemenetét.

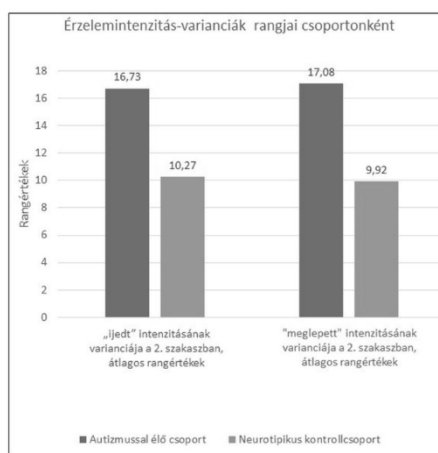
Eredmények és következtetések

Az elemzések során először egyéni szinten számoltuk ki az egyes játékszakaszokra és azok összességére az egyes érzelmek intenzitásainak átlagértékeit és varianciáit, valamint az egyes érzelmek változásának átlagos sebességét és annak varianciáját. A következő lépésben ezekkel az egyéni szinten kiszámított mutatókkal végeztünk csoportösszehasonlításokat. A normálistól eltérő eloszlások és az alacsony esetszám miatt nem paraméteres Mann-Whitney próbákat alkalmaztunk, így a csoportok összehasonlítása minden esetben az adott változó mentén kapott egyéni rangokon alapult.

Az érzelmek intenzitásának csoportközi összehasonlítása. A két csoport közötti különbségeket tehát érzelmi állapotok statikus (azaz képkockánkénti) intenzitása egyéni átlagának és varianciáinak rangjai segítségével teszteltük. Két érzelem esetében – „ijedt” és „meglepett” – találtunk szignifikáns különbségeket; lásd 2. ábra. A három szakaszban együtt, valamint az első és a második szakaszban az „ijedt” érzelem átlagos intenzitása szignifikánsan magasabb volt az autizmussal élő csoportban (a 2.a. ábrán rendre $z=-2,128$; $p=0,033$; illetve $z=-1,974$ $p=0,48$; és $z=-2,333$, $p=0,02$). Mind az „ijedt”, mind a „meglepett” érzelem intenzitása esetében az egyéni varianciák rangjainak csoportszintű átlaga szignifikánsan nagyobb volt a második szakaszban az autizmussal élő csoportban (a 2.b. ábrán rendre $z=-2,185$, $p=0,029$; illetve $z=-2,385$, $p=0,017$).



2.a.) ábra



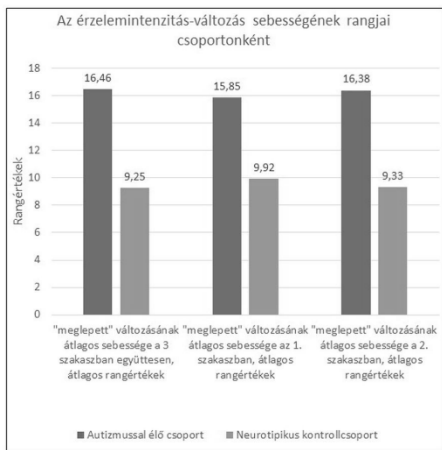
2.b.) ábra

2. ábra. Szignifikáns eredmények a statikus érzelmváltozók csoportok közötti összehasonlításából.

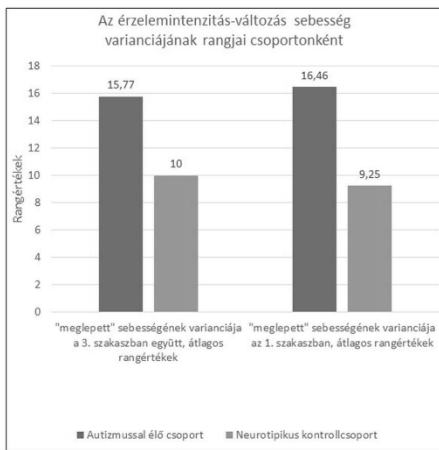
Az érzelmek dinamikus változóinak csoportközi összehasonlítása. Az érzelmi állapotok dinamikájának jellemzésére az érzelmi arckifejezés változásának sebességét is kiszámoltuk a hét állapot mindegyikére, 133 ms-os időablakokon belül. Ezt az idői ablakot az adatsorok mentén adatpontonként haladva csúsztattuk végig, minden lépésnél kiszámolva a változás-sebességet az ablak két szélső pontján lévő értékek különbségéből. Az átlagsebesség, a maximális sebesség és a sebességváltozás elemzésének eredményeit mutatjuk be.

Ismét különbségeket találtunk a „meglepett” és az „ijedt” érzelmekben. A három szakaszt együtt tekintve, valamint az első és a második szakaszban a „meglepett” érzelem változásának

átlagos sebessége magasabb volt az autizmussal élő csoportban (3.a. ábra, rendre $z=-2,447$, $p=0,14$; és $z=-2,012$, $p=0,044$; valamint $z=-2,393$, $p=0,017$). Emellett a sebesség varianciája is magasabb volt az autizmussal élő csoportban, a három szakaszt együtt tekintve, illetve az első szakaszban (3.b. ábra, rendre $z=-1,958$, $p=0,05$; illetve $z=-2,448$, $p=0,014$).



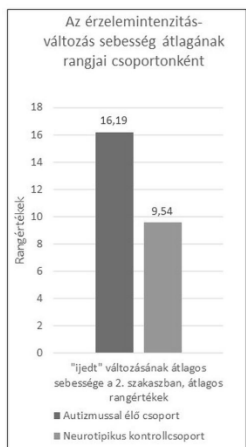
3.a.) ábra



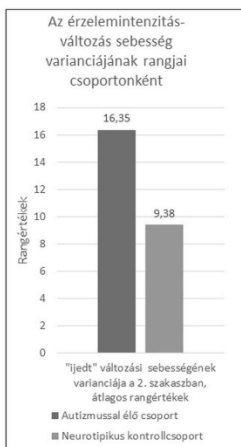
3.b.) ábra

3. ábra. Szignifikáns eredmények a „meglepett” érzelmelem dinamikusan változóinak csoportközi összehasonlításából.

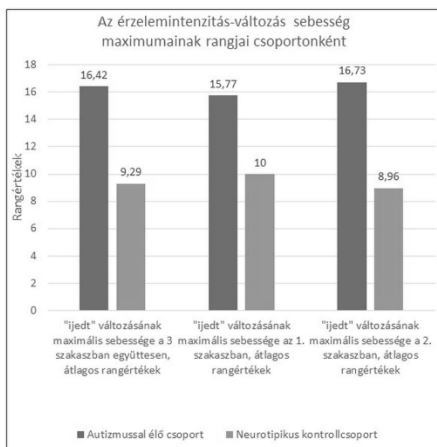
Az „ijedt” érzelmelem esetében a 2. szakaszban az átlagos sebesség magasabb átlagos értékeket mutatott az autizmussal élő csoportban (4.a. ábra, $z=-2,295$, $p=0,022$). Ugyanebben a szakaszban az „ijedt” sebességének varianciája is szignifikánsan magasabb volt az autizmussal élő csoportban (4.b. ábra, $z=-2,405$, $p=0,016$). Emellett az „ijedt” érzelmelem maximális sebessége szignifikánsan magasabb volt az autizmussal élő csoportban a 3 szakaszban együttesen, valamint az 1. és a 2. szakaszokban is (4.c. ábra, rendre $z=-2,425$, $p=0,015$; és $z=-1,979$, $p=0,048$; illetve $z=-2,682$, $p=0,007$).



4.a.) ábra



4.b.) ábra



4.c.) ábra

4. ábra. Szignifikáns eredmények a dinamikus változók csoportközi összehasonlításából az „ijedt” érzelmelem esetében.

A társas kommunikációs tünetek (SCQ pontok), az érzelmek intenzitásának és az adatminőség együjtjárásainak vizsgálata. Az autizmussal élő csoportban szignifikáns negatív kapcsolatot találtunk az SCQ pontok és az adatminőség közt a játék második szakaszán (SCQ pontok X valid adat arány: $r=-0,559$, $p=0,047$ (Spearman-féle rho)). Ez az eredmény arra utal, hogy minél súlyosabbak voltak az autizmussal kapcsolatos tünetek, annál kevesebb érvényes adat folyt be. A harmadik szakaszban, szintén az autizmussal élő csoportban, szignifikáns negatív korrelációt találtunk az „undor” átlagos intenzitása és az SCQ között ($r=-0,712$, $p=0,009$), azaz minél erőteljesebb autizmustüneteket mért az SCQ, annál kevésbé volt jelen az undor komponens a gyermekek érzelmi arckifejezéseiben az autizmussal élő csoportban.

Következtetések. Eredményeink több szempontból is előzetes eredményeknek tekintendők és további megerősítést igényelnek: viszonylag kis elemszámú mintákból származnak az adatok, amelyek csak részei a tervezett teljes mintáknak ($N=30/30$), néhány vizsgálati személy esetében kiugróan alacsony adatminőséget tapasztaltunk, s a szignifikanciaszinteken nem alkalmaztunk korrekciót. Ugyanakkor maguk a nyert hatások összhangban vannak a szakirodalmi előzményekkel, illetve az autizmus sajátos pszichológiai profiljával. Az az eredményünk, hogy az autizmussal élő csoportban magasabb volt az „ijedt” érzélem átlagos intenzitása, illeszkedik a szakirodalomban (Yirmiya, et al., 1989) korábban kimutatott több negatív érzélemhez, illetve inkongruens érzélemhez autizmussal élő gyermekeknél (az „ijedt” ebben a kontextusban inkongruensnek tekinthető a látott ingerekhez viszonyítva). Az intenzívebb „meglepett” érzélemre mutató eredményeink összhangban vannak azzal a jól dokumentált sajátossággal, hogy autizmusban korlátozottabban működik a társas viselkedés, a társas interakciók predikciója. Az e két érzélemmel kapcsolatos, a szakirodalommal összhangban lévő hatások mellett nem kaptunk a szakirodalomnak ellentmondó hatásokat. Eredményeink, vizsgálatunk említett korlátai mellett is, biztatóak arra vonatkozóan, hogy az automatikus érzelmi arckifejezés-felismerési technika segítségével a kialakított komoly játék kontextusában nyert adatok alkalmasak lehetnek arra, hogy szerepet kapjanak a tervezett szűrő funkció megvalósításában. Illetve, általánosabban fogalmazva, megerősítik az automatikus érzelmi arckifejezés-felismerési technika alkalmas lehet az autizmusra jellemző érzelmi arckifejezés mintázatok vizsgálatára (Owada et al., 2018).

ÖSSZEZÉS, MEGVITATÁS, KITEKINTÉS

Itt bemutatott kutatás-fejlesztési projektünkben arra teszünk kísérletet, hogy innovatívnak tekinthető digitális technológiákat is beépítve hozzunk létre egy eszközt az autizmus magasan funkcionáló eseteinek óvodáskori szűrésére. A projekt nemzetközileg is egyedinek tekinthető célcsoportját tekintve (kifejezetten a magasan funkcionáló autizmus esetek, óvodáskorban), míg technológiai eszközeit tekintve jól illeszkedik a friss nemzetközi trendekhez (a tekintetkövetéses technikát számos kutatócsoport igyekszik részben hasonló célokra alkalmazni az elmúlt mintegy 2 évtizedben, az automatikus érzelmi arckifejezés-felismerési technikát pedig az utóbbi években kezdték használni e területen). A bemutatott három vizsgálat előzetes jelleggel arra utal, hogy az általunk létrehozott első szűrőjátékprototípus megfelelő környezetet biztosít a célcsoportba tartozó gyermekek számára ahhoz, hogy a szűrés helyzetet örömteli

játékhelyzetként tapasztalják meg; a létrehozott játékprototípus a gyermekek többsége esetében az optimálistól ugyan elmaradó, de a további elemzésekhez és vélhetően a későbbi szűrőfunkcióhoz is megfelelő minőségű adatot képes gyűjteni; valamint, hogy az alkalmazott automatikus érzelmi arckifejezés-felismerési technikával a gyűjtött adatok alkalmasak lehetnek a tipikusan fejlődő és az autizmussal élő célcsoportunk közötti különbségek kimutatására. Így összességében az itt bemutatott vizsgálatok eredményeit, noha előzetes jellegűnek tekintjük, bízhatóan értékeljük a tervezett szűrőrendszer megvalósíthatósága szempontjából.

Az automatikus érzelmi arckifejezés-felismerési technikával kapcsolatos eredményeinket azért is fontosnak tartjuk, mert egy további vizsgálatunkban (Györi, Borsos, Stefanik, Jakab, Varga, & Csákvári, 2018) kutatócsoportunk is azt találta, hogy ez a technika idői szempontból jóval hatékonyabban képes megvalósítani rögzített videoadatainkon az érzelmi arckifejezés-felismerést, mint a humán kódolás (különösen, ha utóbbi esetben a kódolók tréningjéhez szükséges időt is figyelembe vesszük). Így eredményeink e technika előnyeit is demonstrálják, s arra mutatnak, hogy fontos potenciál rejlik benne mind kutatási, mind alkalmazási szempontokból. Ugyanakkor ez utóbbi tanulmányunk azt is demonstrálja, hogy az e technikával nyert adatok elemzésének módja nem triviális: e tanulmányunkban a korábban a 3. vizsgálatban bemutatottól eltérő, „alulról-felfelé” módszerrel kerestünk érzelmi arckifejezés különbségeket a két csoport között, de ezzel a módszerrel nem találtunk különbségeket.

Projektünk következő tervezett fő lépései a következők. Az itt alkalmazottnál nagyobb, immár teljes mintán vizsgáljuk a nyert érzelmi arckifejezés adatok minőségét és az automatikus érzelmi arckifejezés elemzés teszt-reteszt reliabilitását (Borsos, Jakab, Stefanik, Bogdán, & Györi, *in prep.*). Ezt követik majd azok az elemzéseink, amelyek ezeken az érzelmi arckifejezés adatsorokon, a teljes mintán keresnek csoportközi különbségeket, többféle elemzési módszertannal is. Majd a tekintetkövetéses adatsorok feldolgozása következik hasonló lépésekben. Végül ezt követheti csak a szűrési funkció megvalósításához szükséges és elégséges változók kiválasztása, illetve kialakítása, a kockázatbecslési algoritmus kialakítása és validálása. Azaz bemutatott munkáink egy igen hosszú és összetett kutatás-fejlesztési folyamat kezdeti lépéseinek tekinthetőek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Eötvös Loránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kara Kutatásértékelési Bizottsága engedélyezte. Az itt bemutatott kutatás egyes elemei és a tanulmány elkészítése az ELTE Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (1783-3/2018/FEKUTSRAT, NKFIH-1157-8/2019-DT) keretében valósult meg az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatásával.

A kutatás bizonyos elemeit az EIT ICT Labs Magyar Nódusa (vezető kutató: Lőrincz András), a (4.2.1./B-09/KMR-2010-0003) számú TÁMOP pályázat, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kara és a Gyógypedagógia Fejlesztéséért Alapítvány támogatta. Köszönjük Lőrincz András és Gregorics Tibor munkáját és támogatását.

Az első, második és harmadik szerző munkáját a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja is támogatta.

Köszönjük a közreműködő gyermekek és szüleik/gondviselőik részvételét.

IRODALOMJEGYZÉK

- American Psychiatric Association (APA) (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- Begeer, S., Koot, H. M., Rieffe, C., Terwogt, M. M., & Stegge, H. (2008). Emotional competence in children with autism: Diagnostic criteria and empirical evidence. *Developmental Review, 28*(3), 342–369.
- Benson, V., & Fletcher-Watson, S. (2011). Eye movements in autism spectrum disorder. In Liversedge, S., Gilchrist, I. D., & Everling, S. (Eds.), *The Oxford Handbook of Eye Movements* (pp. 709–728). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Bölte, S., Bartl-Pokorny, K. D., Jonsson, U., Berggren, S., Zhang, D., Kostrzewa, E., et al. (2016). How can clinicians detect and treat autism early? Methodological trends of technology use in research. *Acta Paediatrica, 105*(2), 137–144.
- Boraston, Z., & Blakemore, S.-J. (2007). The application of eye-tracking technology in the study of autism. *Journal of Physiology, 581*(Pt 3), 893–898.
- Borsos Zs., Jakab Z., Stefanik K., Bogdán B., & Győri M. (in prep). *Automated Emotional Facial Expression Analysis with FaceReader 8.0: Data Quality and Test-Retest Reliability in Typically Developing Children and Children with Autism*.
- Borsos Zs., Stefanik K., & Győri M. (2015). Társas komoly játékon alapuló, óvodáskori autizmus szűrőrendszer tervezése pszichológiai evidenciák kritikai áttekintése alapján. In Kóvágó, P., Vass, Z., & Vargha, A. (szerk.), *II. Országos Alkalmazott Pszichológiai PhD Hallgatói Konferencia. Előadás kivonatok*. Budapest: Károli Gáspár Református Egyetem (KGRE). Letöltve: 2020. 04. 30. http://www.kre.hu/ebook/dmdocuments/ii_orzagos_alkalmazott_pszichologiai_phd_hallgatoi_konferencia/chap_09.html
- Csákvári, J., & Gyori, M. (2015). Applicability of standard eye-tracking technique in people with intellectual disability: methodological conclusions from a series of studies. In Sik-Lányi, C., Hoogerwerf, E.-J., & Miesenberger, K. (Eds.), *Assistive Technology: Building Bridges 13th European AAATE conference* 48–55, Amsterdam: IOS Press.
- Dehkordi, P. S., Moradi, H., Mahmoudi, M., & Pouretamad, H. R. (2015). The design, development, and deployment of roboparrot for screening autistic children. *International Journal of Social Robotics, 7*(4), 513–522.
- Dhall, A., Goecke, R., Joshi, J., Sikka, K., & Gedeon, T. (2014, November). Emotion recognition in the wild challenge 2014: Baseline, data and protocol. In *Proceedings of the 16th international conference on multimodal interaction* (pp. 461–466). New York: Association for Computing Machinery.
- Duchowski, A.T. (2007). *Eye tracking methodology. Theory and practice* (2nd edition). London: Springer.
- Eikeseth, S. (2011). Intensive early intervention. In Matson, J. L., & Sturmey, P. (Eds.), *International handbook of autism and pervasive developmental disorders* (pp. 321–338). New York: Springer Science & Business Media.
- Ekman, P. (1992). Are there basic emotions? *Psychological Review, 99*(3), 550–553.
- Ekman, P., Matsumoto, D., & Friesen, W. V. (1997). Facial expression in affective disorders. In Ekman, P., & Rosenberg, E. L. (Eds.), *Series in affective science. What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)* (pp. 331–342). Oxford University Press.

- Egészségügyi Szakmai Kollégium (ESZK) (2017). *Egészségügyi szakmai irányelv – Az autizmusról / autizmus spektrum zavarokról*. Megjelenés időpontja: 2017. február 20. Letöltve: 2020. május 30. <https://kollegium.aeek.hu/>
- Fombonne, E., Heavey, L., Smeeth, L., Rodrigues, L. C., Cook, C., Smith, P. G., et al. (2004). Validation of the diagnosis of autism in general practitioner records. *BMC Public Health*, 4(1), 5.
- Frazier, T. W., Klingemier, E. W., Beukemann, M., Speer, L., Markowitz, L., Parikh, S., et al. (2016). Development of an objective autism risk index using remote eye tracking. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 55(4), 301–309.
- García-Primo, P., Hellendoorn, A., Charman, T., Roeyers, H., Dereu, M., Roge, B., et al. (2014). Screening for autism spectrum disorders: state of the art in Europe. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 23(11), 1005–1021.
- Grossard, C., Dapogny, A., Cohen, D., Bernheim, S., Juillet, E., Hamel, F., et al. (2020). Children with autism spectrum disorder produce more ambiguous and less socially meaningful facial expressions: an experimental study using random forest classifiers. *Molecular Autism*, 11(1), 1–14.
- Gunes, H., & Hung, H. (2016). Is automatic facial expression recognition of emotions coming to a dead end? The rise of the new kids on the block. *Image Vision Computing*, 55, 6–8.
- Gyori, M., Borsos, Z., & Stefanik, K. (2015). Evidence-based development and first usability testing of a social serious game based multi-modal system for early screening for atypical socio-cognitive development. In Sik-Lányi, C., Hoogerwerf, E.-J., & Miesenberger, K. (Eds.), *Assistive Technology: Building Bridges 13th European AAATE conference* (pp. 48–55). Amsterdam: IOS Press.
- Gyori, M., Borsos, Z., Stefanik, K., & Csákvári, J. (2016). Data quality as a bottleneck in developing a social-serious-game-based multi-modal system for early screening for 'high functioning cases of autism spectrum condition. In Miesenberger, K., Bühler, Ch., & Penaz, P. (Eds.), *International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 358–366). Cham: Springer.
- Gyori, M., Borsos, Z., Stefanik, K., Jakab, Z., Varga, F., & Csákvári, J. (2018). Automated vs Human Recognition of Emotional Facial Expressions of High-Functioning Children with Autism in a Diagnostic-Technological Context: Explorations via a Bottom-Up Approach. In Miesenberger, K. & Kouroupetroglou, G. (Eds.), *Computers Helping People with Special Needs: 16th International Conference, ICCHP 2018 Linz, Austria, July 11–13, 2018 Proceedings, Part I* (pp. 466–473). New York: Springer International Publishing.
- Howlin, P. (2005). The effectiveness of interventions for children with autism. In Fleischhacker, W. W., & Brooks D. J. (Eds.), *Neurodevelopmental Disorders* (pp. 101–119). Vienna: Springer.
- Kasari, C., Sigman, M., Mundy, P., & Yirmiya, N. (1990). Affective sharing in the context of joint attention interactions of normal, autistic, and mentally retarded children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 20(1), 87–100.
- Klein, T. J., Al-Ghasani, T., Al-Ghasani, M., Akbar, A., Tang, E., & Al-Farsi, Y. (2015). A mobile application to screen for autism in Arabic-speaking communities in Oman. *The Lancet Global Health*, 3, S15.
- Kobak, K. A., Stone, W. L., Ousley, O. Y., & Swanson, A. (2011). Web-based training in early autism screening: results from a pilot study. *Telemedicine and e-Health*, 17(8), 640–644.
- Loveland, K. A., & Tunali, B. (1991). Social scripts for conversational interactions in autism and Down syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 21(2), 177–186.
- Mandell, D. S., Novak, M. M., & Zubritsky, C. D. (2005). Factors associated with age of diagnosis among children with autism spectrum disorders. *Pediatrics*, 116(6), 1480–1486.

- Noterdaeme, M., & Hutzelmeyer-Nickels, A. (2010). Early symptoms and recognition of pervasive developmental disorders in Germany. *Autism, 14*(6), 575–588.
- Nyström, M., Andersson, R., Holmqvist, K., & van de Weijer, J. (2013). The influence of calibration method and eye physiology on eyetracking data quality. *Behavior Research Methods, 45*(1), 272–288.
- Owada, K., Kojima, M., Yassin, W., Kuroda, M., Kawakubo, Y., Kuwabara, H., et al. (2018). Computer-analyzed facial expression as a surrogate marker for autism spectrum social core symptoms. *PLoS One, 13*(1) e0190442.
- Papagiannopoulou, E. A., Chitty, K. M., Hermens, D. F., Hickie, I. B., & Lagopoulos, J. (2014). A systematic review and meta-analysis of eye-tracking studies in children with autism spectrum disorders. *Social Neuroscience, 9*(6), 610–632.
- Rogers, T. D., McKimm, E., Dickson, P. E., Goldowitz, D., Blaha, C. D., & Mittleman, G. (2013). Is autism a disease of the cerebellum? An integration of clinical and pre-clinical research. *Frontiers in Systems Neuroscience, 7*, 15.
- Rutter, M., Bailey, A., & Lord, C. (2003). *The Social Communication Questionnaire: Manual*. CA, Los Angeles: Western Psychological Services.
- Rynkiewicz, A., Schuller, B., Marchi, E., Piana, S., Camurri, A., Lassalle, A., & Baron-Cohen, S. (2016). An investigation of the ‘female camouflage effect’ in autism using a computerized ADOS-2 and a test of sex/gender differences. *Molecular Autism, 7*(1), 10.
- Sariyanidi, E., Gunes, H., & Cavallaro, A. (2014). Automatic analysis of facial affect: A survey of registration, representation, and recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 37*(6), 1113–1133.
- Sodian, B., & Frith, U. (1992). Deception and sabotage in autistic, retarded and normal children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 33*(3), 591–605.
- Trevisan, D. A., Hoskyn, M., & Birmingham E. (2018). Facial expression production in autism: a meta-analysis. *Autism Research, 11*(12), 1586–601.
- van Gompel, R. P. G., Fischer, M. H., Murray, W. S., & Hill, R. L. (Eds.) (2007). *Eye movements: a window on mind and brain*. Elsevier.
- Wall, D. P., Kosmicki, J., Deluca, T. F., Harstad, E., & Fusaro, V. A. (2012). Use of machine learning to shorten observation-based screening and diagnosis of autism. *Translational Psychiatry, 2*(4), e100.
- Wong, A. M. F. (2008). *Eye movement disorders*. New York: Oxford University Press
- Yirmiya, N., Kasari, C., Sigman, M., & Mundy, P. (1989). Facial expressions of affect in autistic, mentally retarded and normal children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 30*(5), 725–735.

TOWARDS THE SCREENING FOR HIGH FUNCTIONING CASES OF AUTISM BY INNOVATIVE DIGITAL TOOLS AT KINDERGARTEN AGE: THE SHAKES PROJECT AND THE RESULTS OF ITS FIRST PHASE

MIKLÓS GYŐRI^{1,2} – ZSÓFIA BORSOS^{1,2,3} – KRISZTINA STEFANIK^{2,4} –
BIANKA BOGDÁN¹ – FANNI VARGA^{1,5} – JUDIT CSÁKVÁRI¹ – ZOLTÁN
JAKAB¹

gyori.miklos@barczy.elte.hu

ABSTRACT

The early recognition of autism (autism spectrum condition, autism spectrum disorder) is a key task, since the earlier the adequate intervention begins, the better the long-term outcome will be. In terms of age, however, autism diagnosis tends to be made in two 'waves': more severely affected cases are typically diagnosed between 30 and 60 months of age, while less severely affected and 'high functioning' cases receive diagnosis later, at school age. In order to provide intervention as early as possible, it is important to bring the second wave of diagnoses to an earlier age.

This paper introduces a research-and-development project (the 'SHAKES' project) with the aim to develop a screening tool for recognising high functioning cases of autism at kindergarten age, based on a digital social serious game. The paper presents the background, the rationale, and the objectives of the project, and delineates the evidence-based planning procedure. Then three controlled empirical studies are presented. The first examined the usability of, and user experiences concerning, the first prototype of the screening game (N=5/4/4). The second analysed the quality of the collected data set (N=10/10). The third contrasted groups along emotional facial expressions (N=13/13).

Our results show that the created prototype of the screening game provides adequate usability, motivation and joyful data collecting environment for the target group; collected data are of acceptable quality and suitable for the purpose of further analysis; and appropriate analysis approach can reveal group-level differences between children with autism and neurotypical children, as a promising result in terms of the future implementation of the screening function.

Keywords: autism spectrum condition, automated emotional facial expression recognition, gaze-tracking, serious game, screening
