

Érzelemfelismerés mozgáselemzéssel: az emberi és a gépi feldolgozás összehasonlítása

Naor Barbara^{1, 2}  ■ Egri Dóra¹ ■ Somogyi Angéla dr.² ■ Schwartz Kristóf dr.²

¹Egészségfejlesztési és Sporttudományi Intézet, Trauma és Fájdalom Pszichofiziológiája Kutatócsoport, Budapest

²Széchenyi István Egyetem, Egészség- és Sporttudományi Kar,
Pszichológia és Egészségügyi Menedzsment Tanszék, Győr

Bevezetés: Az emberi érzelmek és azok testi kifejezései közötti kapcsolat egyre nagyobb figyelmet kap a pszichológia és a kognitív tudományok területén. Az érzelmek nemcsak verbális és mimikai úton fejeződnek ki, hanem a testtartás, a gesztusok és a mozgásmintázatok révén is. A mozgáselemzés az érzelmek azonosításának egyik lehetséges módja, jelenleg azonban nincs egyértelmű konszenzus arról, hogy melyik módszer a legalkalmasabb erre a célra.

Célkitűzés: A tanulmány célja, hogy szisztematikusan áttekintse a mozgáselemzésnek az érzelmek azonosítására alkalmazott módszereit, és összehasonlítsa az emberi és a mesterségesintelligencia-alapú megközelítéseket.

Módszer: A kutatás során PRISMA-protokoll szerinti szisztematikus szakirodalmi áttekintést végeztünk. A kezdeti keresés alapján 7699 tudományos közleményt azonosítottunk, amelyek közül a beválasztási és kizárási kritériumok alkalmazása után 16 releváns cikk maradt. Az elemzéssel a különböző mozgáselemzési technikákat, azok alkalmazhatóságát és pontosságát vizsgáltuk.

Eredmények: Összesen 9 különböző mozgáselemzési módszert azonosítottunk a szakirodalomban, amelyek közül 4 alkalmazott mesterséges intelligenciát az érzelmek felismerésére. A módszerek eltérnek az adatelemzési eljárásokban, az alkalmazott technológiákban és az érzelemfelismerés pontosságában.

Megbeszélés: A mozgáselemzés ígéretes eszköz az érzelmek vizsgálatára, nincs azonban egyetlen univerzálisan alkalmazható technika. A mesterséges intelligencia egyre nagyobb szerepet kap az érzelmek felismerésében, de az algoritmusok fejlesztésében és az egyéni különbségek kezelésében még kihívások állnak fenn.

Következtetés: Jelenleg nincs egységesen elfogadott mozgáselemzési technika az érzelmek azonosítására. A mesterséges intelligencia hasznos eszköz lehet, de önmagában korlátokkal rendelkezik.

Orv Hetil. 2025; 166(46): 1803–1809.

Kulcsszavak: érzelmek, mozgáselemzés, mesterséges intelligencia, érzelemfelismerés

Emotion detection by motion analysis: a comparison of human and machine-based processing

Introduction: The relationship between human emotions and their bodily expressions has been receiving increasing attention in psychology and cognitive sciences. Emotions are not only expressed through verbal and facial cues but also through posture, gestures, and movement patterns. Motion analysis is one of the possible methods for identifying emotions; however, there is currently no clear consensus on which method is the most suitable for this purpose.

Objective: The aim of this study is to systematically review motion analysis methods used for emotion recognition and to compare human-based and artificial intelligence-based approaches.

Method: This study follows a systematic literature review using the PRISMA protocol. The initial search identified 7699 scientific articles from various databases. After applying inclusion and exclusion criteria, 16 relevant studies were selected for detailed analysis. The research examines different motion analysis techniques, their applicability, and their accuracy.

Results: A total of 9 different motion analysis methods were identified in the literature, of which 4 utilized artificial intelligence for emotion recognition. These methods differ in terms of data processing techniques, applied technologies, and accuracy in detecting emotions.

Discussion: Motion analysis is a promising tool for studying emotions; however, no universally applicable technique currently exists. Artificial intelligence plays an increasing role in emotion recognition, yet challenges remain in algorithm development and handling individual differences in emotional expression.

Conclusion: Currently, there is no single, universally accepted motion analysis technique for emotion identification. Artificial intelligence can be a useful tool, but it has limitations when used alone. The most reliable approach appears to be the application of multidisciplinary methods, which combine human observation, classical motion analysis, and machine learning techniques.

Keywords: emotions, motion analysis, artificial intelligence, emotion recognition

Naor B, Egri D, Somogyi A, Schwartz K. [Emotion detection by motion analysis: a comparison of human and machine-based processing]. *Orv Hetil.* 2025; 166(46): 1803–1809.

(Beérkezett: 2025. június 10.; elfogadva: 2025. szeptember 3.)

Rövidítések

CMA = (circumplex model of affect) az érzelmek circumplex modellje; EEG = elektroencefalográfia; EMG = elektromiográfia; LMA = (Laban movement analysis) Laban-mozgáselemzés; PICO = (Population, Intervention, Control, Outcome) Népszerűség, Beavatkozás, Összehasonlítás, Kimenetel; PRISMA = (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) metaanalízisek és rendszeres áttekintések javasolt kiértékelési szempontjai

Az emberi viselkedés, különösen az érzelmek azonosítása és megértése, régóta központi kérdése a tudományos kutatásoknak [1]. Az érzelmek felismerése gesztusokból és testmozgásokból napjainkban egyre szélesebb körben vizsgálható pszichofiziológiai mérések alkalmazásával [2]. Az érzelmek osztályozására 66 érzelemből álló taxonómia szolgál, amely 10 alapérzelmét (például harag, félelem, boldogság) és 56 másodlagos érzelmét különíti el [3]. Az érzelmek egymáshoz hasonló jellemzői azonban kihívást jelentenek, különösen automatizált elemzések során, amelyeknél átfedő paraméterek nehezíthetik a pontos osztályozást. Az érzelmefelismerés automatizálására különböző technológiák állnak rendelkezésre, például arcfelismerés, beszédelemzés, EEG-jelek vagy multimodális megközelítések alkalmazása [4]. Az ilyen technológiák lehetőségeit tovább bővíti az érzelmek circumplex modellje (CMA), amely az érzelmeket két dimenzió – éberség (arousal) és értékítélet (valencia) – mentén kategorizálja [4]. Az éberség az érzelmi intenzitást jelzi, míg a valencia az érzelmek pozitív vagy negatív jellegét mutatja meg [5]. E két dimenzió kombinációja univerzális keretet biztosít az érzelmek megértéséhez, klinikai, kutatási és akár katonai alkalmazásokban [6]. Az érzelmek testi megnyilvánulásai, az úgynevezett „megtestesülés” (embodiment) az érzelmi állapotok és a testi érzékelés dinamikus kapcsolatára utal, amely egyre nagyobb figyelmet kap a pszichológiai kutatásokban [7, 8]. Az izmok proprioceptív afferensei révén az érzelmek befolyásolják a testmozgást, például szomorúság esetén az izomorsók fokozott aktivitása előkészíti a testet az érzelmi állapotokhoz illeszkedő válaszokra [9]. Az izmok

mozgásának minősége és intenzitása szintén kifejezi az érzelmeket: például a feszült mozgások a haraghoz, míg a könnyed mozdulatok a boldogsághoz társíthatók [10].

A testmozgás, a ritmus és a zene kombinációja lehetővé teszi az érzelmek mély átélését és kifejezését. A mozgás – mint kommunikációs és művészi eszköz – évezredek óta központi szerepet játszik az érzelmek közvetítésében és az identitás kifejezésében [10]. A mozgáselemzés mára egyesíti a művészetet és a tudományt, és a digitális technológiák – például háromdimenziós testmodellezés, mozgásérzékelők és mesterséges intelligencia – alkalmazása révén lehetővé teszi a mozgás valós idejű, nagy pontosságú vizsgálatát. A mesterséges intelligencia olyan számítógépes rendszereket jelöl, amelyek képesek emberi intelligenciát igénylő feladatok elvégzésére, például adatelemzésre, mintázatfelismerésre vagy döntéshozatalra. Korábban a mesterséges intelligenciát elsősorban tudományos-fantasztikus kontextusban említették, mára azonban széles körben alkalmazott eszközzé vált. A mozgáselemzés területén a mesterséges intelligencia, különösen a mélytanulás (deep learning) technikai lehetővé tették az automatizált osztályozást és a diagnosztikai támogatást, például a képalkotó diagnosztikában [11]. A mesterséges intelligencia emellett lehetőséget nyújt a személyre szabott terápiák kifejlesztésére, azonban az alkalmazásával kapcsolatos etikai kérdések, például az átláthatóság és a személyes adatok védelme, továbbra is viták tárgyát képezik [12]. A mozgás és az érzelmek kapcsolatának vizsgálata új dimenziókat nyitott az érzelemszabályozás megértésében. Az izmok aktivitása – az érzelmek kifejezés egyik alapja – nemcsak a hangulatok és a személyiségjegyek elemzésére, hanem az affektív zavarok, például a depresszió megértésére is rámutat [11]. A mozgáselemzés klinikai relevanciáját igazolja, hogy számos pszichoterápiás módszer – például a táncterápia vagy a szomatizációs terápiák – az érzelmek felismerésére építi terápiás protokollját [13].

A jelen szisztematikus áttekintés célja, hogy összefoglalja a mozgáselemzés pszichológiai vizsgálatokban alkalmazott módszereit, értékelje azok hatékonyságát, és feltárja a mesterséges intelligencia integrációjának lehetőségeit ezen a területen.

Módszer

A jelen áttekintés során a PRISMA- (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) protokoll [14] ajánlásait vettük alapul. A keresési és válogatási stratégia legfontosabb pontjait az 1. táblázat foglalja össze. Az absztraktok és cikkek címeinek keresése öt különböző adatbázison (PubMed, Google Scholar, PsycINFO, ScienceDirect és SpringerLink) keresztül történt a következő keresési kifejezések alapján: („movement analysis”) ÉS („emotion” VAGY „emotions” VAGY „psychology” VAGY „behaviour” VAGY „psychophysiology”). A keresés 2023 júliusában zajlott, majd 2024 szeptemberében másodlagos keresést végeztünk, hogy az eltelt idő alatt publikált írásokat is be tudjuk emelni tanulmányunkba, és ezt 2024 decemberében ismételtelen elégeztük.

A beválogatási kritériumokat a PICO (Population, Intervention, Control, Outcome) rendszere határozta meg. Bevonható volt bármely ’emery’ mintán végzett kutatás (például klinikai, normál), de az állatkísérletes ta-

nulmányokat kizártuk. A tanulmánynak nem kellett tartalmaznia beavatkozást, az eredményváltozónak azonban objektív értékelést kellett adnia a mozgásmintázat és az érzelmek kapcsolatáról. Csak empirikus, lektorált tanulmányokat választottunk be, amelyek angol nyelvűek; a disszertációkat, az elméleti cikkeket és a konferenciaanyagokat kizártuk. A beválogatásról való döntés első lépéseként két független vizsgáló a cikkek címét és absztraktját olvasta el. Egy-egy cikket csak abban az esetben zártunk ki, ha mindkét olvasó alkalmatlannak találta. A következő lépésben két vizsgáló elolvasta a cikkek teljes szövegét és döntött a cikkek beválogatásáról. Ha nem született egyértelmű döntés, a vizsgálat vezetője – jelen tanulmányunk utolsó szerzője – hozta meg a végső döntést.

Eredmények

Összesen 6845 közleményt azonosítottunk az adatbáziskutatás során. 2331 duplikátum eltávolítása után 4514 maradt. A címek/absztraktok átnézése után további 4401 közleményt kizártunk, mivel ezek nem feleltek meg a beválogatási kritériumoknak. A fennmaradó 113 közlemény teljes szövegének elolvasása alapján 16 tanulmányt elemeztünk részletesen.

A mozgáselemzésnek többféle megközelítése létezik attól függően, hogy a mozgás dinamikáját, szerkezetét vagy érzelmi kifejezését helyezzük a középpontba. Egyes módszerek a mozgás tudatos kontrolljára és azok elemzésére építenek, míg mások inkább a spontán mozgásokból vonnak le következtetéseket a belső állapotról. A 2. táblázat részletesen bemutatja a hagyományos mozgáselemzési módszereket, ismertetve azok pszichológiai alkalmazását.

A 3. táblázat összefoglalja a különböző mozgáselemzési módszerek technológiai alkalmazását az érzelmefelismerés területén. Összehasonlítottuk az egyes megközelítések előnyeit és hátrányait, kiemelve például a konvolúciós neuralis hálózatok, a gépi tanulási modellek

1. táblázat | Az irodalomkutatás legfontosabb jellemzői magyar nyelvre fordítva

Kulcsszavak az irodalomkutatáshoz	(„mozgáselemzés”) ÉS („érzelem” VAGY „érzelmek” VAGY „pszichológia” VAGY „viselkedés” VAGY „pszichofiziológia”)
Adatbázisok	PubMed, Google Scholar, PsycINFO, ScienceDirect, SpringerLink
Nyelvek	Kizárólag angol
A dokumentum típusa	Szakmai értékeléssel ellátott cikk
Befogadási kritériumok	Népesség: bármely ember Beavatkozás: nem szükséges Összehasonlítás: nem szükséges Kimenetel: a pszichológiai vizsgálatokban alkalmazott mozgáselemzés bármely formája

2. táblázat | Hagyományos mozgáselemzési módszerek pszichológiai vizsgálatokban

Módszer	Tipikus résztvevők	Pszichológiai alkalmazás	Előnyök	Hátrányok
Laban-mozgáselemzés (LMA)	Táncosok, játékosok, ember-robot interakció résztvevői	Érzelmek kifejezésének és azonosításának elemzése testmozgás által	Széles körben alkalmazható; pontosan azonosítja az érzelmi állapotokat	Speciális képzést és időt igényel
’Effort-Shape’ elemzés	Táncosok, játékosok, dinamikus mozgásokat vizsgáló egyének	Érzelmi állapotok osztályozása mozgásmin-ták alapján	Hatékony a dinamikus érzelmi állapotok azonosításában	Szoros kapcsolatban áll az LMA-val; különállóan kevésbé használt
Dinamikus rendszerek elmélete	Gyermekek, mozgásfejlődést és érzelmeket vizsgáló egyének	Mozgás- és érzelm-össze-függések elemzése	Kombinálja a motoros fejlődést és az érzelmi megnyilvánulásokat	Komplex, absztrakt; haladó szintű megértést igényel
Hiteles mozgás (Authentic movement)	Táncterápiás résztvevők, érzelmi folyamatokat feltáró egyének	Érzelmek és tudattalan folyamatok megértése a mozgás segítségével	Egyszerű struktúra; egyénre szabható	Kevésbé strukturált, ami korlátozhatja az általános alkalmazhatóságot

3. táblázat | Technológialapú mozgáselemzések

Módszer	Tipikus résztvevők	Technológiai alkalmazás	Előnyök	Hátrányok
Jellemző kiválasztási keretrendszerek	Adatelemzők, kutatók	Genetikus algoritmusokkal végzett jellemzőkiválasztás az érzelmek pontosabb elemzéséhez	Hatékony a nagy adathalmazok feldolgozásában	Nagy számítási kapacitást igényel
Konvolúciós neurális hálózatok (CNN)	Táncosok, mozgáskutatók	Érzelemfelismerés testmozgásból képi vagy mozgásszenzoros adatok alapján	Nagy pontosság; automatizált tanulási képességek	Nagy mennyiségű adata és tréningidőre van szükség
'Effort-Shape' és kinematikai elemzések	Táncosok, mozgáselemzők	Érzelmi állapotok azonosítása mozgásminták kinematikai elemzésével	Kiváló részletezőképesség; dinamikus érzelmi minták elemzése	Speciális szoftveres eszközöket igényel
Gépi tanulási modellek	Adatelemzők, kutatók	A számítógép képes felismerni az érzelmeket bizonyos elemzőmódszerek, például döntési fák és SVM segítségével	Nagy osztályozási pontosság; alkalmazható különféle adatokra	Nagy adatfeldolgozási kapacitás és paraméterhangolás szükséges
Motion Capture (MoCap)	Filmkészítők, kutatók, mozgáselemzők	Testmozgás rögzítése szenzorokkal érzelemfelismerés céljából	Pontos mozgásrögzítés; valós idejű elemzési lehetőség	Drága eszközök; speciális technológiai infrastruktúra igényel

SVM = gépi tanulási algoritmus

és a 'Motion Capture' rendszerek pontosságát és adatfeldolgozási igényeit. A táblázat rávilágít arra is, hogy a különböző módszerek eltérő számítási kapacitást, eszközöket és szakértelmet igényelnek.

Megbeszélés

A kutatás során áttekintettük a mozgáselemzési módszerek és a mesterséges intelligencia alkalmazásának lehetőségeit a pszichológiai érzelemfelismerés terén. Korábbi hazai tanulmányok is foglalkoztak a mesterséges intelligencia orvosi alkalmazásával [15, 16]. A tanulmányokban szereplő módszerek széles spektrumot fedtek le, a hagyományos mozgáselemzéstől (például Laban-mozgáselemzés [LMA], 'Effort-Shape') a technológialapú megközelítésekig (például 'Motion Capture', konvolúciós neurális hálózatok). Az eredmények alapján az alábbi főbb pontokat emeljük ki.

A hagyományos mozgáselemzési módszerek korlátai és előnyei

A hagyományos módszerek, mint az LMA és az 'Effort-Shape', jelentős szerepet játszanak az érzelmek nonverbális kifejezésének és megértésének kutatásában. E módszerek hatékonyságát számos tanulmány alátámasztja [17]. Az automatizált rendszerek képesek olyan finom mozgásminták azonosítására, amelyek alkalmazása szakképzett 'safebreaker'-t igényel, mivel nehezen automatizálhatók. Alapvető és átfogó megközelítésről van szó, amelyet számos területen, például táncban, pszichológiában és terápiában használnak. *Laban* az emberi mozgás elemeit, szerkezetét is elemezte, hogy megfejtse annak belső mo-

tivációját [18]. Ez az elemzés leírja a mozgás kifejezésének terjedelmét négy erőfeszítés-elemén keresztül: súly, tér, áramlás és idő [18]. *Laban* a mozgást térbeli formában tekintette, ahol a térben való mozgás létrehozott egy-egy utat az egyik modulátortól a másikig [18].

A hagyományos mozgáselemzési rendszereken túlmenően az irodalomban találhatók olyan módszerek is, amelyek megbízhatósága a pszichológiai szempontok feltárása terén nem bizonyított. Bár ezeket a módszereket egyes esetekben alkalmazták, tudományos megalapozottságuk nem teszi lehetővé a következtetések levonását azok pontosságára vagy érzékenységre vonatkozóan. Az ilyen módszereket a 4. táblázatban foglaltuk össze.

Az olyan módszerek, mint a Bartenieff Alapok és a Feldenkrais-módszer, hatékonyak a testtudatosság növelésében, de kevésbé fókuszálnak az érzelmek mélyebb feldolgozására. Ez aláhúzza, hogy bár ezek a módszerek értékesek, használatuk erősen kontextusfüggő.

A mesterségesintelligencia-alapú módszerek előnyei

A mesterséges intelligencia alkalmazása forradalmasította a mozgáselemzést az objektivitás, az időhatékonyság és az adatelemzési kapacitás terén. A gépi tanulási modellek (például konvolúciós neurális hálózatok) kimagasló pontosságot értek el az érzelmek mozgás alapján történő azonosításában, miközben lehetővé tették nagy adathalmazok hatékony feldolgozását [19]. Az automatizált rendszerek képesek olyan finom mozgásminták azonosítására, amelyeket az emberi szem vagy érzékelés már nem képes megbízhatóan felismerni, és ezek az eredmények a kognitív pszichoterápiák legkorszerűbb megköze-

4. táblázat | További, mozgáselemzésre alkalmazott módszerek, amelyek felmerülnek az érzelmi minőségek vizsgálatában, tudományos érvényességük azonban részben vagy teljesen hiányzik

Módszer	Tipikus résztvevők	Technológiai alkalmazás	Előnyök	Hátrányok	A validáció szintje
Bartenieff Alapok	Rehabilitációs betegek, mozgásfejlődés-kutatók	A fizikai és az érzelmi tudatosság fejlesztése	Anatómiai fókusz; támogatja a mozgás-integrációt	Nem kifejezetten érzelemfelismerésre tervezett módszer	Limitált validáció
Feldenkrais-módszer	Krónikus fájdalommal élők, mozgásterapeuták	A testtudatosság és az érzelmi jóllét javítása mozgással	Személyre szabható; gyengéd megközelítés	Lassú fejlődési folyamat; nem érzelemfelismerésre optimalizált	Limitált validáció
Alexander-technika	Testtartásjavítással foglalkozó egyének	A testtartás- és feszültségminták optimalizálása	Hatékony a feszültség csökkentésében és a testtartás javításában	Elsősorban a fizikai aspektusokra koncentrál	Limitált validáció
Euritmia	Alternatív terápiás páciensek	Test-lélek egyensúly és érzelmi szabályozás	Kreatív és holisztikus megközelítés	Limitált tudományos validációval rendelkezik	Limitált validáció
Tudatalatti (tensegrity)	Alternatív gyógyítást keresők	A tudatosság és az érzelmi tisztaság elősegítése	Egyedi perspektíva a holisztikus gyógyításban	Nincs tudományos validáció; kevésbé elterjedt módszer	Nincs validáció
Hiteles mozgás (Authentic movement)	Táncterápiás résztvevők, érzelmi folyamatokat feltáró egyének	Tudat alatti folyamatok és érzelmek feltárása mozgással	Egyéni élményre alapozott; egyszerű struktúra	Kevésbé strukturált; korlátozott általános alkalmazhatóság	Nincs validáció
Kapcsolati improvizáció (Contact improvisation)	Párok, csoportterápiák résztvevői	Kapcsolati dinamikák és bizalom 'elastase'	Javítja a fizikai kényelmet és a kapcsolati bizalmat	Nem specifikusan érzelemfelismerésre fókuszál	Limitált validáció

lítéseiben – többek között az érzelemszabályozási nehézségekkel járó borderline személyiségzavar kezelésében – is alapvető fontosságúvá válhatnak. Újabb kutatásokban alkalmazott algoritmusok a táncmozdulatok alapján az esetek 80%-ában képesek voltak helyesen felismerni az érzelmeket [20]. Az automatizált rendszerek képesek olyan finom mozgásminták azonosítására, amelyeket manuálisan nehéz lenne felismerni. Ez különösen igaz az olyan technológiákra, mint a 'Motion Capture', amely nagy felismerési pontossággal (61,5%) rögzíti az emberi mozgást [21].

A mesterséges intelligencia korlátai: kulturális és individuális eltérések

A mesterségesintelligencia-rendszerek egyik fő kihívása, hogy nehezen értelmezik az emberi mozgás kulturális és kontextuális elemeit [22]. Az érzelmek kifejezése és mozgásbeli megnyilvánulása nagymértékben függhet a kulturális háttértől és az egyéni különbségektől, amelyeket az algoritmusok figyelmen kívül hagyhatnak [23]. Ezenkívül a mesterségesintelligencia-rendszerek leegyszerűsíthetik az emberi viselkedés komplexitását, ami a mozgás pszichológiai kontextusának részleges elvesztéséhez vezethet. A kulturális különbségek okozta felismerési pontossági limitációt már más kutatások is hangsúlyozták, miközben ennek leküzdésére már törekvések látszanak [24].

A mesterséges intelligencia adatigénye és az adatminőség

A mesterségesintelligencia-rendszerek hatékonysága erősen függ a bemeneti adatok minőségétől [25]. Torzított, hiányos vagy homogén adathalmazok hibás eredményekhez vezethetnek, így a mesterségesintelligencia-alapú mozgáselemző rendszerek nagymértékben függhetnek a tanulási folyamattól. A prevenció területén is megjelentek a mesterségesintelligencia-alapú megoldások (például ScreenGPT), amelyek célja a betegségek megelőzése intelligens kérdésfeltevéssel, személyre szabott tanácsadással és kockázatbecsléssel. *Angyal és mtsai* szerint ezek az eszközök hatékonyan illeszthetők be mind a primer, szekunder, mind a terciér prevenciók folyamatokba, különösen a lakossági szűrések és az egészségnevelés terén [26].

Ezért alapvető fontosságú lehet a reprezentatív és változatos adatgyűjtés, amely figyelembe veszi az interkulturális különbségeket is, így potenciálisan növelve a különböző mesterségesintelligencia-alapú technikák érzékenységet. Ennek egyik módja, az emberi mozgáselemzés finomságai és a mesterséges intelligencia objektivitása közötti szakadék áthidalására, az integrált megközelítés lehet. A hagyományos mozgáselemzési módszerek és a mesterségesintelligencia-technológiák kombinációja lehetővé tenné az érzelemfelismerés árnyaltabb és pontosabb értelmezését, miközben minimalizálná az emberi szubjektivitást.

Technológiai kihívások és etikai kérdések

Szenzorok

Az etikai és adatvédelmi aggályok, különösen érzékeny pszichológiai adatok elemzésekor, átfogóbb szabályozási irányelvek kidolgozását teszik szükségessé. Ahogy a mesterségesintelligencia-rendszerek egyre fejlettebbé válnak az emberi érzelmek és viselkedés értelmezésében, kiemelten fontos a felelős és átlátható adatfelhasználás biztosítása. Ez magában foglalja a szigorú adatvédelmi intézkedések bevezetését, a felhasználók tájékozott beleegyezésének megszerzését, valamint az algoritmusokban megjelenő esetleges torzítások kezelését. Emellett elengedhetetlen a döntéshozók, a kutatók és a technológiai fejlesztők közötti együttműködés annak érdekében, hogy olyan jogi keretek jöjjenek létre, amelyek egyensúlyt teremtenek az innováció, az egyéni jogok és a társadalmi jóllét között.

A szenzortechnológiák kulcsszerepet játszanak az érzelmek és a mozgásminták elemzésében. A választott szenzortípusok befolyásolják az adatgyűjtés pontosságát, érzékenységét és etikai vonatkozásait. A szenzorok lehetnek külső vagy belső érzékelők attól függően, hogy az adatgyűjtés milyen típusú információkra összpontosít. A külső szenzorok közé tartoznak a kamerák, az optikai érzékelők és a mozgáskövető rendszerek, amelyek képi és térbeli adatokat rögzítenek. Ezek lehetnek egyetlen kamerából vagy több kamerából álló rendszerek, amelyek lehetővé teszik a térbeli pontosság növelését és a különböző perspektívákból történő elemzést. Egy kamera használata kevésbé invazív, ugyanakkor korlátozhatja az adatgyűjtés részletességét, míg a többkamerás rendszerek részletesebb és pontosabb mozgáselemzést tesznek lehetővé.

A belső szenzorok, például az elektromiográfia (EMG), az elektroencefalográfia (EEG) vagy a szívritmusmonitorok, közvetlenül a fiziológiai változásokat követik nyomon, lehetővé téve az érzelmi állapotok finomabb elemzését. Ezek az érzékelők lehetőséget biztosítanak a mozgás és az érzelmek közötti belső kapcsolatok mélyebb feltárására, azonban adatvédelmi és etikai kérdéseket is felvetnek, különösen hosszú távú megfigyelések esetén.

A kamerák és más szenzortechnológiák alkalmazása során alapvető fontosságú a megfelelő adatkezelési protokollok kidolgozása. Ennek során figyelembe kell venni az adatminőség és az egyéni jogok védelmét, valamint az algoritmusok megbízhatóságát a torzítások elkerülésére. A jövőbeli kutatások egyik fő kihívása az etikus és hatékony szenzortechnológiák fejlesztése, amelyek elősegítik az érzelmek pontosabb és árnyaltabb megértését, miközben biztosítják az adatvédelmi normák betartását.

A hagyományos és a mesterségesintelligencia-alapú megközelítések integrációjának szükségessége

Bár a mesterséges intelligencia számos előnnyel bír, az emberi elemzés finomságát és kontextusérzékenységét nehéz helyettesíteni. Ezért a hagyományos mozgáselemzési módszerek és a technológiai megközelítések integrációja lehet az optimális irány, amely egyesíti a manuális elemzés rugalmasságát a mesterséges intelligencia objektivitásával és hatékonyságával.

Jövőbeli kutatási irányok

A jövőbeli kutatásoknak a mesterségesintelligencia-rendszerek pontosságának és érzékenységének növelésére kell összpontosítaniuk, különösen a kulturális és a szituációs tényezők figyelembevételével. Emellett fontos feladat a hagyományos és az automatizált módszerek kombinációjának kidolgozása, amely lehetővé teszi az érzelmek és a mozgásminták árnyaltabb értelmezését.

Következtetés

Az eredmények azt mutatják, hogy a mozgáselemzés és a mesterséges intelligencia integrációja jelentős előrelépést hozhat a pszichológiai kutatásokban, különösen az érzelmek azonosításának terén. A különböző mozgáselemzési módszerek megbízhatóságának vizsgálata esetenként nem ismert, a technológiai innovációk esetleg egyéni, kulturális vagy más megközelítések hibás pozitív eredményeket nyújthatnak, ezért a multidiszciplináris megközelítést javasoljuk olyan mozgáselemzési vizsgálatoknál, amelyeknél az érzelmi állapotok feltérképezése a cél.

Anyagi támogatás: A dolgozat megírása és a kapcsolódó kutatómunka nem részesült anyagi támogatásban.

Szerzői munkamegosztás: N. B.: Az irodalmi áttekintés és az adatok előzetes elemzése. A kézirat nyelvi és formai ellenőrzése, valamint a folyóirat követelményeihez történő igazítása. A kézirat első verziójának megírása. E. D.: Az elméleti háttér kidolgozása és a szakirodalmi áttekintés elkészítése. A kézirat első verziójának megírása. S. A.: A kézirat nyelvi és szakmai véleményezése, valamint a végső szerkesztési munkálatok elvégzése. S. K.: A kutatás koncepciójának kidolgozása, az elméleti háttér és a kutatási kérdések megfogalmazása. Az adatgyűjtés megszervezése és lebonyolítása. A kutatási eredmények értelmezése. A kézirat első verziójának szerkesztése, a

szakirodalmi források pontosítása és a hivatkozások ellenőrzése. A közlemény végleges változatát valamennyi szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Benvenuti M, Cangelosi A, Weinberger A, et al. Artificial intelligence and human behavioral development: a perspective on new skills and competences acquisition for the educational context. *Computers Human Behavior* 2023; 148: 107903.
- [2] Van den Stock J, Righart R, de Gelder B. Body expressions influence recognition of emotions in the face and voice. *Emotion* 2007; 7: 487–494.
- [3] Gu S, Wang F, Patel NP, et al. A model for basic emotions using observations of behavior in *Drosophila*. *Front Psychol.* 2019; 10: 781.
- [4] Maithri M, Raghavendra U, Gudigar A, et al. Automated emotion recognition: current trends and future perspectives. *Comput Methods Programs Biomed.* 2022; 215: 106646.
- [5] Citron FM, Gray MA, Critchley HD, et al. Emotional valence and arousal affect reading in an interactive way: neuroimaging evidence for an approach-withdrawal framework. *Neuropsychologia* 2014; 56: 79–89.
- [6] Posner J, Russell JA, Peterson BS. The circumplex model of affect: an integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Dev Psychopathol.* 2005; 17: 715–734.
- [7] Stubbs B, Vancampfort D, Rosenbaum S, et al. An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress-related disorders: a meta-analysis. *Psychiatry Res.* 2017; 249: 102–108.
- [8] Hiles SA, Lamers F, Milaneschi Y, et al. Sit, step, sweat: longitudinal associations between physical activity patterns, anxiety, and depression. *Psychol Med.* 2017; 47: 1466–1477.
- [9] Ackerley R, Aimonetti JM, Ribot-Ciscar E. Emotions alter muscle proprioceptive coding of movements in humans. *Sci Rep.* 2017; 7: 8465.
- [10] Kim KS, Lor M. Art making as a health intervention: concept analysis and implications for nursing interventions. *Adv Nurs Sci.* 2022; 45: 155–169.
- [11] Horigome T, Sumali B, Kitazawa M, et al. Evaluating the severity of depressive symptoms using upper body motion captured by RGB-depth sensors and machine learning in a clinical interview setting: a preliminary study. *Compr Psychiatry* 2020; 98: 152169.
- [12] Park PS, Goldstein S, O'Gara A, et al. AI deception: a survey of examples, risks, and potential solutions. *Patterns* 2024; 5: 100988.
- [13] Dingenen B, Blandford L, Comerford M, et al. The assessment of movement health in clinical practice: a multidimensional perspective. *Phys Ther Sport* 2018; 32: 282–292.
- [14] Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLOS Med.* 2009; 6: e1000100.
- [15] Hegyi A, Somodi K, Pintér Cs, et al. Automatic segmentation of dental cone-beam computed tomography scans using a deep learning framework. [Mesterséges intelligencia alkalmazása fogászati cone-beam számítógépes tomográfias felvételek automatikus szegmentációjára.] *Orv Hetil.* 2024; 165: 1242–1251. [Hungarian]
- [16] Horváthné Kónya E, Virág A, Lajkó P, et al. Artificial intelligence in health education: blessing or curse? [Mesterséges intelligencia az egészségügyi oktatásban: áldás vagy átok?] *Orv Hetil.* 2024; 165: 2061–2064
- [17] Shafir T, Tsachor RP, Welch KB. Emotion regulation through movement: unique sets of movement characteristics are associated with and enhance basic emotions. *Front Psychol.* 2016; 6: 2030.
- [18] Cilibrasi L, Adani F, Tsimpli I. Reading as a predictor of complex syntax. The case of relative clauses. *Front Psychol.* 2019; 10: 1450.
- [19] Riemer H, Joseph JV, Lee AY, et al. Emotion and motion: toward emotion recognition based on standing and walking. *PLoS ONE* 2023;18: e0290564.
- [20] Huang M. Machine learning based analysis and prediction of emotional expressions in dance movements. *Appl Math Nonlinear Sci.* 2024; 9: 1–15.
- [21] Samanta A, Guha T. Emotion sensing from head motion capture. *IEEE Sens J.* 2020; 21: 5035–5043.
- [22] Prabhakaran V, Qadri R, Hutchinson B. Cultural incongruencies in artificial intelligence. *ArXiv* 2022; abs/2211.13069: 1–12.
- [23] Lukac M, Sykora M, Jackson TW, et al. Cultural bias in emotion recognition: identification and mitigation. *Sci Rep.* 2023; 13: 7372.
- [24] Pataranutaporn P, Mano P, Bhongse-Tong P, et al. Human-AI co-dancing: evolving cultural heritage through collaborative choreography with generative virtual characters. *Proc Int Conf Mov Comput.* 2024; 9: 1–10.
- [25] Ammous D, Chabbouh A, Edhib A, et al. Designing an efficient system for emotion recognition using CNN. *J Electr Comput Eng.* 2023; 1: 9351345.
- [26] Angyal V, Bertalan Á, Domján P, et al. ScreenGPT – The opportunities and limitations of artificial intelligence in primary, secondary and tertiary prevention. [ScreenGPT – A mesterséges intelligencia alkalmazásának lehetőségei és korlátai a primer, szekunder és terciér prevencióban.] *Orv Hetil.* 2024; 165: 629–635. [Hungarian]

(Naor Barbara,
Győr, Egyetem tér 1., 9026
e-mail: naorbarbara@gmail.com)