

A KIBERTÉR MINT KOMMUNIKÁCIÓS SZÍNTÉR AZ ÉRZÉKSZERV MODALITÁSOK TÜKRÉBEN

Dilemmák és technológiai kihívások

Kriskó Edina

krisko.edina@uni-nk.hu

DOI: 10.20520/JEL-KEP.2025.1.167

Absztrakt

A tanulmány az érzékszervi modalitások oldaláról mutatja be a kibertér hozta kihívásokat a humán kommunikációban. Kiinduló tétele, hogy nincsen egyetemes érzékszervi hierarchia, éppen ezért mindegyik érzékszerv – mint információfelvételi és átviteli csatorna – működését és kiterjesztésének lehetőségeit, illetve korlátait vizsgálni kell. A kulcsszavas keresés alapján végzett nemzetközi szakirodalmi áttekintés következtetése, hogy az új minőségű kommunikációs színtér új minőségű kommunikációkat hoz. Ez újragondolandóvá teszi a jelenlét fogalmát, és indokolja, hogy a mostohán elhanyagolt test és az általában csak áttételesen megjelenő tér (színtér) előtérbe kerüljön az elméletalkotásban és explicit módon megjelenjen a kommunikációs modellekben is. A technológia fejlesztések két nagy vonulata különül el, egyrészt az érzékszervi modalitásokat külön bontó érzék-specifikus interfészek, másrészt a minden érzéket együttesen bevonni igyekvő, s ekként a multimodális feldolgozást leképezni hivatott innovációk (agy-számítógép interfészek) megjelenésének a tanúi vagyunk.

Kulcsszavak

humán kommunikáció, észlelés, információ, test, cybertér

CYBERSPACE AS A COMMUNICATION ARENA IN THE LIGHT OF SENSORY MODALITIES

Dilemmas and technological challenges

Kriskó Edina

Abstract

This paper presents the challenges of cyberspace for human communication from the perspective of sensory modalities. It is based on the premise that there is no universal sensory hierarchy, and therefore the functioning of each of the senses as a channel for information reception and transmission, and the possibilities of their extension and limitations also need to be examined. The conclusion of the international literature review based on the keyword search is that a new quality of communication arena brings new quality of communication. This calls for a rethinking of the notion of presence and justifies bringing the neglected body and the usually only indirectly represented space (scene) to the forefront of theorising and explicitly into communication models. There are two major lines of technological development: on the one hand, there are the emergence of sensory-specific interfaces that separate sensory modalities, and on the other, innovations (brain-computer interfaces) that seek to integrate all the senses and thus to represent multimodal processing

Keywords

human communication, sensory modality, information, body, cyberspace

A KIBERTÉR MINT KOMMUNIKÁCIÓ SZÍNTÉR AZ ÉRZÉKSZERV MODALITÁSOK TÜKRÉBEN¹

Dilemmák és technológiai kihívások

Kriskó Edina

krisko.edina@uni-nke.hu

Bevezetés

Az emberi érzékszervek működése a kommunikációs folyamatban, kevésbé tárgyalt jelenség a kommunikációtudományban. Ennek egyik oka talán az, ahogyan James A. Anderson rámutat, hogy „A feminista írások kivételével a test feltűnő módon hiányzik a kommunikáció-elméletből.” (Anderson 2005: 102) A humán ágensek interakciós viszonyait hazánkban talán a legátfogóbban tárgyaló Buda Béla is, csak érintőlegesen ejt szót az érzékelés, észlelés szervi (testi, biológiai) alapjairól. Az egyes érzékszervi modalitások mint az egyes kommunikációs csatornák működtetésében résztvevő, a verbális vagy a nem verbális kommunikáció kódjait előállító vagy vevő apparátusunk jelennek meg. Az egyes csatornák pedig csak különféle vizsgálatok céljából különíthetők el egymástól, hiszen működésük az emberi kommunikatív viselkedésben szorosan összefonódik (Buda 1986). A hazai képzésben jelenlévő irodalmak azonban itt megállnak, felszínes biológiai evidenciák szintjén folyik a diskurzus. Éppen ezért teszem fel a kérdést, hogy a kibertérben hogyan mutatkozik meg az az érzékszervi összetettség, ami a humán ágenseket a közvetlen személyközi kommunikációban jellemzi. A kibertér mint kommunikációs színtér milyen lehetőségeket nyújt és miféle korlátokat szab a látás, a hallás, a tapintás, a szaglás és az ízlelés (az ún. hagyományos érzékszervek és érzékelés (Kroemer-Elbert et al. 2018) vonatkozásában?

Munkám nyitányaként abból a tételből indulok ki, hogy nincs egyetemes érzékszervi hierarchia. Az érzékszervi dominancia, illetve, hogy az emberek mely érzékszervüket tekintik elsődlegesnek a tapasztalás és a döntéshozás során, történeti síkon szemlélve és kulturálisan igen nagy változatosságot mutat. (Hutmacher 2019) Valamiért mégis a látás az az érzékszerv, amely előtérbe kerül a tudományos kutatásokban (Gallace – Spence 2009). Egyes érvek szerint azért, mert a legkomplexebb és legfontosabb érzékszervünk, mások szerint pusztán azért, mert ennek vizsgálatához van meg leginkább a felkészültségünk technológiai oldalról, ami a látással kapcsolatos kutatások eredményességet vetíti előre (ellentétben például a szaglás vagy tapintás

¹ A tanulmány a Széchenyi István Egyetem Deák Ferenc Állam- és Jogtudományi Karán 2024-ben Jogi szakokleveles kiberbiztonsági szaktanácsadó szakirányú továbbképzésben megvédett szakdolgozatom és a Magyar Kommunikációtudományi Társaság *A humán kommunikáció (újra)értelmezése az MI korszakban* konferenciáján 2024. november 22-én elhangzott konferencia-előadásom átdolgozása.

bizonytalan(abb) kimenetelű vizsgálataival (Hutmacher 2019).² Időszerű tehát, hogy a többi érzéket is bevonjuk a tudományos vizsgálatba és vitába. Munkámban vélhetően tükröződni fog a vonatkozó szakirodalmak rendelkezésre állása és elérhetősége (illetve ezek korlátai).

A kérdés kibontását nehezítő tényezők között meg kell említenünk a kommunikáció fogalom összetettségét, sokszínűségét, azt ahogyan (amilyen széttartóan) a kommunikációról gondolkodunk. Weaver kommunikációról alkotott matematikai modelljének ismertetése során is már arról beszél, hogy a kommunikáció tág értelemben magában foglalja mindazon folyamatokat, amelyek révén *egyik tudat érintkezésbe léphet egy másikkal* (Weaver 1966). E nyomvonalon haladva kérdésünk az érzékszervi modalitásokat illetően technikai probléma: hogyan valósulhat meg egyáltalán az információátvitel az egyes érzékszervi modalitások vonatkozásában a kiberkommunikáció során. A tranzakciós modellekkel szemben azonban ott vannak az interakciós, a kultivációs, a rituális és a participációs modellek és elméletek is. (Forgó, é.n., Fodor – Kriskó 2014) Az idők során a kommunikációs modellek és elméletek növekvő számával a modellekre adott kritikus reflexiók is szép számmal gyarapodtak. Ugyanakkor kezdettől jelen van az az ellentmondás, hogy a modelleket verbálisan posztuláljuk, miközben a kommunikációs folyamat jóval túlmutat a nyelvileg kifejezett és kifejezhető tartományon (Barnlund 1970).

Jelen tanulmány áttekintése annak, hogy milyen „másfajta érzékszervi összetettség” figyelhető meg a kiber kommunikációban, mint a hagyományos face-to-face aktusokban. Mint azt látni fogjuk, az érzékek és a kibertér közötti kapcsolat megteremtésében továbbra is a fél évszázaddal ezelőtti problémák állnak fenn: hiányoznak a kellően diszkrét változók és azok mérésére használható apparátusok (Barnlund 1970). Részben feltérképezett érzékelési és észlelési folyamatokkal állunk szemben, így sok tekintetben feltételezések mentén haladnak a technológiai fejlesztések.

Tanulmányom elméleti megalapozásaként előbb a kommunikációelmélet tér, illetve színtér fogalmát bontom ki, majd a humán kommunikáció érzékszervi modalitásait tekintem át röviden. Ezt követően számolok be a domináns olvasatokról érzékszerveink kiber interakciókban való részvételének vonatkozásában. Olyan interakciók képezik a vizsgálat tárgyát, ahol legalább az egyik fél humán ágens vagy annak kiterjesztése. A teljesség kedvéért tanulmányomat az érzékszervi működésekre, illetve azok kiterjesztésére vonatkozó szabályozások (jogi és etikai) kérdéseivel zárom.

Tér, színtér a kommunikációelméletben

Kiinduló tételem, hogy a kommunikációhoz szorosan hozzátartozik a *közeg (környezet)*, amelyben végbemegy, s e közeg egyáltalán nem mellékes a megnyilatkozások tartalma és a felek által történő értékelése szempontjából. A kommunikáció participációs elmélete (továbbiakban PTC) e közeget *színtérnek* nevezi (Horányi 2006). Márpedig a színtereknek *ún. eseménykarakterük* van, azaz bizonyos színtereken bizonyos típusú események (interakciók, szignifikációk) zajlanak le, történnek meg (Domschitz – Hamp 2006). Másik kiinduló tételem, hogy bizonyos típusú szignifikációk egyelőre a kibertérben nem történhetnek meg, mivel azok kialakítása és az információátvitel csatornáit még nem képesek teljes egészében lefedni a humán ágensek érzékszervi modalitásait. (Nem vagyunk képesek áttörni a fizika törvényeit az anyagok szerkezete és fizikai tulajdonságai tekintetében a szállítás/közvetítés során.)

² Hutmacher ugyanakkor úgy látja, hogy a látás azért is került előtérbe a kutatásokban, mert a nyugati világ tudósai uralják a tudományt, s ők nyugati emberként mindannyian kortárs vizuális társadalmakból jönnek (Hutmacher 2019: 2).

A szintér elsősorban tér, lokalitás, de nem feltétlenül földrajzi vagy fizikai értelemben. Gyakorta ugyan nem tűnik többnek, mint egy helység vagy helyiség, vagy egy térszelet, ám lényegét mégis az adja, hogy alkalmat kínál valaminek a létrejöttére, megtörténtére, végrehajtására. A kommunikációban a szintér *helyet ad, eseményt befogad*, egyszóval „térként viselkedik” (Domschitz – Hamp 2006). A szintér kisebb-nagyobb fokú nyilvánossággal bír, és a kommunikáció szintjei szerint elkülöníthetünk egyéni, csoportos, helyi, regionális, nemzeti vagy nemzetközi (nemzetek feletti) szintereket (McQuail 2015). A kommunikációtudományban közmegegyezés övezi, hogy szintér lehet a gondolkodás, az elme tere, az ábrándok világa, az álmok tere, tehát az intraperszonális szintér is.

A szintér fogalom ugyanakkor nem új a kommunikációelméletben, nem a participációs elmélet hozta magával. Inkább fogalomhasználati újragondolásról, elméleti tisztázásról van szó Horányi nyomán. A szintér más kommunikációelméletekben gyakorta mint kontextus (szöveggörnyezet, értelmezési, keret, vonatkoztatási rendszer, körülmény, szituációs kontextus, előzményi vagy kapcsolati kontextus, normarendszer, stb. ill. ezek összessége) tűnik fel és kerül diszkutálásra. Az egyes modellekben a kontextus, ha megjelenik, részeire bontva kap helyet. Lásd pl. Maletzke modelljét, amelyben olyan elemekkel találkozunk, mint a kommunikátor munkatársai, a kommunikátor szociális környezete, a média nyilvános jellegéből és műfajaiból adódó kényszerek, a befogadó oldalán pedig, hogy egy hallgatóság tagja, akinek énképe, személyisége és *szociális környezete* hat (visszahat) az üzenetre (Borgulya – Somogyvári 2010). Ha átgondoljuk mindez a társas/társadalmi tér, a nyilvános tér, az elektronikus tér, a belső pszichikai tér stb. fogalmait hívja elő. Meglehetősen összetett térkonstrukciós rendszerrel kell számolnunk, még a hagyományos, offline környezetben is.

Jelen tanulmány keretei között a kiber színteret mint speciális helyszínt tekintem, amely módot ad rá, hogy a humán ágensek a való életben megszokott tevékenységeik számottevő és egyre nagyobb részét átültessék egy mediatizált/mediált térbe, illetve olyan helyspecifikus tevékenységekben (és közlésfolyamatokban, interakciókban vagy kommunikációkban) vegyenek részt, amelyben szenzoros modalitásaik és a szinterről (és más dolgokról) meglévő előzetes tudásaik együttesen vesznek részt.

Az érzékelés és az észlelés

Az akadémia irodalmak az érzékelés (sensation) és az észlelés (perception) tárgyalásakor általában a pszichológia és nem a biológia területére vezetnek, mert általában a hangsúly azon van, hogy hogyan értjük és éljük meg az érzéki világot, agyunk hogyan dolgozza fel és fordítja le az érzékszervi bemeneteket és hogyan lesznek azokból *interpretációk*. (Mi a kapcsolat a látott dolog leírható fizikai tulajdonságai és a látvány vagy az érzékelt hangerő és a hangosság észlelete között?)

Az észlelés alapját az érzékszerveink közvetítette információk adják, ám ide értendők a szenzoros információfelvételen túl mindazon pszichológiai folyamatok, amelyek útján felismerjük, szervezzük, és korábbi tapasztalatainkkal összevetve és hozzá képzeteket társítva, jelentéssel ruházzuk fel a környezeti ingerekből érkező észleleteket (Juhász – Takács 2007). Olyan megismerési folyamatokkal kapcsolódik össze, mint a figyelem, az emlékezés, a képzetalkotás és a tudatosítás, de társulnak hozzá további pszichikus (emocionális és akarati) folyamatok is (Szabó 2015). Számolnunk kell tehát azzal, hogy észleleteink visszatükrözik előzetes tapasztalatainkat és ismereteinket, pillanatnyi szükségleteink és hangulatunk, alapvető és aktuális érdeklődésünk befolyása alatt állnak, és nem vonatkoztathatók el a kulturális közegtől, amelyben felnövünk és működünk (Angyal et al. 2017). Ezt a jelenséget hívja a szakirodalom kognitív penetrációnak (cognitive penetration), amellyel szemben természetesen létezik egy ezzel ellentétes, a kognitív behatolást tagadó (cognitive impenetration) irányzat is (Schwartz – Krantz 2023).

A kommunikációelméletben az érzékelési és az észlelési folyamatokat egyrészt a kommunikátori és befogadói kapacitások, képességek és kompetenciák tárgyalásakor, másrészt – ahogyan a szintér esetében is – a kontextus fogalmában érjük tetten. Számos modell található, amelyek az érzékszervi ingerfelvétel elsődlegessége mellett tesznek hitet a megismerési folyamatokban (Domschitz – Hamp 2006). Az érzékszervek alapvetően mint jelfelvevők és átalakítók működnek (Kroemer-Elbert et al. 2018), azaz a kommunikációban a kódolást és dekódolást végzik. A közvetlen emberi kommunikációban egyfajta biológiai felszereltségként tekintünk kontakt és távérzékelőinkre. Ugyanakkor regulátorok és adaptorok is, hiszen szűrik, szabályozzák kapacitásaik függvényében az észleleteket. Az egyének ráadásul jelentős eltéréseket mutatnak az érzékszervi stratégiáikat illetően (Piccardi – Gliga 2022).

A kibertér

A kibertér mint kommunikációs szintér vizsgálatokor egyet tudok érteni azzal, hogy mint társadalmi terméket kell vizsgálnunk, amelynek lehetséges dimenziói között ott találjuk az elrendezésnek és ábrázolásnak, az ott zajló aktivitásoknak (a PTC értelmében problémamegoldásoknak, szignifikációknak, kommunikatív aktusoknak), illetve ideológiailag konstruált természetének kérdéseit (Mészáros 2006).

A hivatalos definíció azt mondja: „A kibertér globálisan összekapcsolt, decentralizált, egyre növekvő elektronikus információs rendszerek, valamint ezen rendszereken keresztül adatok és információk formájában megjelenő társadalmi és gazdasági folyamatok együttesét jelenti.”³ A jogászok vagy védelmi szakemberek számára, lehet vonzó e meghatározás, ám az interakciók világából szemlélve a dolgot, használhatatlan. Kommunikációelméleti értelemben annyit mond, hogy információáramlás(ok)ról van szó. (Ez a legáltalánosabb értelmezése a kommunikációnak.) Ha a gépi rendszerekre vagy ember alkotta eszközökön keresztül megvalósuló információáramlásra koncentrálunk, csak az egyik (technikai, technológiai) oldalát fedjük le (információátvitel/jelátvitel, annak pontossága, sebessége, mennyisége stb.). Ugyanakkor e rendszerek között és rendszereken keresztül zajló kommunikációk nem gépi célokat, hanem emberi célokat szolgálnak, eredendően ember által konstruáltak.

Binxing Fang 2018-as megközelítése témánk szempontjából sokkal többet nyújt. Ez ugyanis ember–gép–adat összekapcsolódásáról és kölcsönhatásáról beszél, amely befolyásolja az emberek életét. Fang szerint a kibertér koncepciót akkor tudjuk egészében lefedni, ha a kiber⁴ és a tér komplexitásait együttesen vizsgáljuk, azaz az (információs és kommunikációs) infrastruktúrát, az adatokat, a szereplőket és a műveleteket (interakciókat) (Fang 2018).

Ugyancsak meghatározó a hazai szakirodalomban Szkála és Munk leírása: „A fejlett számítás- és információtechnológia eredményeként kialakuló hálózatalapú rendszerek egy olyan kommunikációs szolgáltatási, virtuális működési környezeté válnak, amelyek mindenki számára hozzáférhető virtuális térként, világként megélhető környezetet alkotnak. Ebben a „térben” szereplők tevékenykednek, folyamatok zajlanak, események történnek, amelyek pozitív hatással, következményekkel vannak a „hagyományos” világ szereplőinek életére és tevékenységére. A kibertér egy új műszaki civilizációt alkot, amelynek alapfogalmai és az

³ 1139/2013. (III. 21.) Korm. határozat Magyarország Nemzeti Kiberbiztonsági Stratégiájáról

⁴ Mivel általában a világhálóról és az internetről esik szó, nem árt emlékeztetni, hogy Fang a telekommunikációs hálózatokról kezdődően (a telefon és nyilvános távíró hálózatok, telex, adatkommunikáció, fax, képi kommunikációs hálózatok – videó, interaktív videotext és mobil kommunikációs hálózatok), a műsorszóró és televíziós hálózatokon át az internetet, a mobil internetet és a szociális hálózatokat, a dolgok internetét, a szenzoros és ipari ellenőrző hálózatokat, a kvantum kommunikációs hálózatokig bezárólag.

azokat megnevező szakkifejezések, mint a szaknyelv alapvető összetevői, a szakterületi ismeretanyag cseréjének kulcsfontosságú feltételei” (Szkála – Munk 2018: 142).

A kibertérből érkező és a térpercepcióra, illetve az ágens viselkedésére gyakorolt hatások mellett a terek kölcsönös egymásra hatásával is számolnunk kell. A virtuális terek fényében a hagyományos terek funkcionalitása, jelentősége, a róluk való gondolkodás is változik, ahogyan azt Kelemen (2023) kiemeli Michael Batty (1997) munkája nyomán. Ha változik a térpercepció, bizonyára változik a viselkedés is, vagyis az ágencia.

Összefoglalóan a tér különféle reprezentációiról és percepcióiról beszélünk. Nem nyújtva túl e kitérőt, meg kell állnunk azonban a rétegelméleteknél. A számítástechnikában ugyanis ez adja a kommunikációs funkcióról való gondolkodás alapját. Az OSI-modell (Open Systems Interconnection Model) és egyszerűsített változatai rétegeinek megfeleltethetősége a kommunikációelmélet terminusainak kulcsfontosságú. A rétegek felelnek az adatáramlásért, amely a különféle modellek révén szabványosított. Az OSI hálózati szabvány atyja Hubert Zimmermann francia szoftverfejlesztő volt, aki modelljét a hetvenes évek végén dolgozta ki, majd 1980-ban tette közzé, még befejezetlen formában. Célja az ipari partnerek (nagyon különböző fejlesztésű hálózatainak) közös hálózatba kapcsolása volt. (Biya – Kotwal 2023) Ez lett azután a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet modellje a nyílt rendszerek összekapcsolására (1. sz. táblázat).

1. táblázat

Az OSI-modell kommunikációs olvasata

fizikai réteg	adó vagy vevő berendezés (közlő vagy befogadó, kommunikátor vagy címzett, egyszóval ágensok stb.)
adatkapcsolati réteg	csatorna (egyes esetekben kód)
hálózati réteg	az ágens beágyazottsága (kontextus, színtér, normatív tér)
szállítási réteg	információátadás (tranzakció vagy transzmisszió)
viszonyréteg	metakommunikáció
megjelenítés	üzenet (olykor maga a médium)
alkalmazás	interakció

Forrás: saját szerkesztés

Érvem az OSI modell mellett (a TCP/IP-vel⁵ szemben), hogy jobban rezonál a humánkommunikáció komputerizálásának nehézségeit jelentő szempontokra, a humán ágensok és interakciók jellegzetességeinek empirikus megközelítésére. Elsősorban a viszonyrétegre gondolok, amely a kommunikációban a felek közti viszonyra, a kódhoz való viszonyra, a szituációhoz való viszonyra és a közléstartalomhoz való viszonyra egyaránt vonatkozik (metakommunikáció). Ott van ugyanakkor a logikai réteg is, amely a percepció és megismerés (kogníció, a világ leképezése és megélése) közötti távolságot kell, hogy áthidalja.

⁵ Az internetet felépítő protokollstruktúra alkalmazási, szállítási, internet és kapcsolati rétegszerkezetet vázol.

Érzékszervi modalitásaink és a kibertér

Mielőtt rátérnénk, hogy hogyan is kommunikálunk az online térben, röviden tekintsük át, milyen érzékszervi felszereltség adja a humán kommunikáció alapját a hagyományos térben, a köznapi kommunikációban, hiszen a teljes értékű jelenlét ezeken nyugszik.

Az egyensúlyi rendszer

Bár felsorolásunkat 5 érzékszervi modalitással kezdtük, most mégis egy hatodik kívánczik az éle, a vestibuláris rendszer⁶. Az egyensúlyi rendszer az első, amely már a magzati kor 16. hetében teljesen kifejlett és működőképes. Ez biztosítja a magzat számára a tájékozódást (irányérzékelést) a méhben, majd az újszülött számára az alkalmazkodást az immár nem tompított nehézségi erőhöz. A nehézségi erőhöz való viszonyunk az alapja a tér-, az idő-, a mozgás, a mélység és önmagunk érzékelésének. Szerve a belső fülben helyezkedik el. A fej vagy a környezet bármely mozgásának érzékelése, illetve korrigálása a fő feladata (Goddard-Blythe 2006). Az innen érkező információkat a kisagy koordinálja. Más érzékszervi információkkal való szoros kapcsolatát mutatja, hogy ha valaki a súlytalanság állapotába kerülve, elveszíti kapcsolatát a nehézségi erővel, egyensúlyi rendszerének tapintási és látási ingerekre van szüksége ahhoz, hogy tájékozódni tudjon. A törzsfejlődés során ráadásul a belsőfülben kialakult az ún. labirintus, amely nemcsak az egyensúlyozásnak, de a hallás érzékszervének is a helye (csiga vagy cochlea). A két érzékszerv ugyanazon az idegen keresztül továbbítja az információkat és az egyik érzék közvetlenül hat a másikra (feladata (Goddard-Blythe 2006).

A tapintás

A tapintás nem más, mint egyes objektumok nagyságának, súlyának, felszínének, kontúrjainak észlelése, amely mechanikai receptorok és a mélyérzékelés integrálásával valósul meg (Kocsis 2021). A külvilággal való érintkezés első forrása, hiszen működését már a magzati kor 5. hetében megfigyelhetjük (ez korábbi, mint az egyensúlyi rendszeré), csak hogy teljes kifejlődése tovább tart. Születéskor már a teljes testfelületet beborítják a tapintási receptorok, s e csatorna lép az elsődleges információfelvételi csatornává (Goddard-Blythe 2006).

A bőrérzékelés információi a – kvázi homlokpántként elhelyezkedő – szomatoszenzoros kéregben kerülnek feldolgozásra. Ezért is szokás szomatikus érzékelésnek hívni. A hideg-meleg hőérzet (thermorecepció), a fájdalomérzet (nocicepció), a nyomás- (mechanorecepció) és a testhelyzet érzékelésének (propiocepció) terepe ez (Kocsis 2021). Ugyanakkor a tapintásérzékelés felel java részt a testkép kialakulásáért is (Goddard-Blythe 2006).

A tapintási rendszer – csak hogy a digitális térbe való átültetés nehézségeit érzékeltessük – két részből áll, védekező és megkülönböztető receptorok alkotják. Előbbiek a hajhagymák és a szőrtüszők környékén helyezkednek el, utóbbiak a bőr felhám alatti rétegében, az irhában (dermis). A két rendszer kölcsönösen kizárja egymást: a védekező rendszer működése az érintésig tart, a megkülönböztető rendszer működése az érintéssel kezdődik. Téves ugyanakkor egy az egyben bőrérzékelésnek tekinteni, hiszen a tapintás receptorok a fent felsorolt alérzékletek okán megtalálhatók a bőrben, a csontokban és az ízületekben, de még a belső szervekben (viszcerális receptorok) is. Az egyensúly, a tájékozódás és a mozgás szempontjából is alapvető érzékszervünk a tapintás (Goddard-Blythe 2006: 64).

⁶ tulajdonképpen a fülben lévő három, félkörös ívjárat, melyben folyadék van

A hallás

Az előzőekből már következik, hogy szoros kapcsolata van az egyensúly-, illetve mozgásérzékeléssel. A hallás nem más, mint a mozgás és a rezgés energiájának, azaz a levegőben terjedő vibrációnak az érzékelése (és átvitele) (Goddard-Blythe 2006, Kocsis 2021). Maga a hallószerv, a fül is hamarabb alakul ki (az embrionális élet 4–8. hetében), mint a hangérzékelés. A terhesség 24–28. hete körül kezd működni a hallás⁷, amely azonban főként még a méhen belüli tartományra korlátozódik, s a születés után is eltelik némi idő, mire az újszülött megkezd halló életét körülbelül a 0-20000 Hz frekvencia tartományban. A fül használatának elsajátítása pedig további évekbe telik, és erősen a nyelvhasználatához, pontosabban az anyanyelv(ek) használatához kötött. A hallás is összetett képesség, amely a hallás mellett a hallási megkülönböztető képességet (diszkrimináció) is magában foglalja. Maga a hallás érzet az agykéregben keletkezik. Az ingerület ugyanis, melyet a hallás receptorsejtjei (telereceptorok) a csigában regisztrálnak, a halló-egyensúlyozó agyidegen, majd a halló-pálya idegrostjain keresztül a talamuszba jut, onnan pedig tovább a halántéklebenyben található hallóközpontba. Az értelmezés ez esetben is további összetett agyi folyamat.

A látás

A látás magában foglalja a látásélességet (látótávolság), a két szem együttműködésének képességét (konvergencia), a fókuszálás képességét (akkomodáció a távolságtól vagy látószögtől függően), illetve a követés képességét (pásztázás, irányérzékelés és -tartás, amely az egyensúlyi rendszer működésén alapul). Az érzékelés az ún. fotoreceptorok útján valósul meg, hiszen a vizuális észlelés valamilyen fényinger által kiváltott érzet, illetve észlelés. Érzékszerve a szem, amely a fókuszálásért felelős optikai rendszerből, illetve az optikai rendszerek keresztül jutó ingerek előfeldolgozását és agyba való továbbítását végző neurális rendszerből áll. Átala vagyunk képesek megkülönböztetni a fényt és a sötétséget, megállapítani a fény intenzitását és a fényforrás irányát, azonosítani alakzatokat (formalátás), felismerni a színeket és érzékelni a mozgást (Goddard-Blythe 2006: 74–78).

Jelentőségét tagadhatatlanul aláhúzza, hogy egyes becslések szerint agyunk a külvilágból érkező információk mintegy kilencven százalékát a színeslátás útján szerzi meg (Ábrahám et al. 2014). A szem használata azonban (a látókénti viselkedés) az idegrendszeri fejlődés bonyolult folyamatának eredménye, amely a születés után is eltart körülbelül az 5-6. életévig. A látás alapjai valahol az érés, a tanulás és a szándékosság fogalmai körül összpontosulnak, ahogyan Oliver Sacks fogalmaz (Sacks 2004). Ahhoz, hogy a látottak koherens egészé álljanak össze, szükség van koncentrálásra, motivációra és nem utolsósorban vizuális memóriára, amely révén elraktározhatók és előhívhatók a korábbi észleletek, és amelyek viszonylatában az új tapasztalások elnyerik jelentésüket.

A propriocepció

A propriocepció nem más, mint a testen belül keletkező ingerek érzékelése. Szorosan kapcsolódik az összes előbb felsorolt érzéki tapasztalatszerzéshez és érzékszervhez. Bár igen sokféle információ összegződik benne, általában mégis a mozgásérzékeléssel azonosítják. Ugyanakkor több annál, hiszen nemcsak az aktív (és akaratlagos) izommozgások szülte érzéketek (kinesztézia) tartoznak ide, hanem a nyugalmi helyzetben tapasztalt (aktív izomösszehúzódások nélkül regisztrálható) érzetek/jelzések is, amelyek tájékoztatnak a test

⁷ Pontosabban a hallóideg kifejlődésének ideje ez. Más szerzők a csontvezetés révén ennél korábbi 10-12. hét körüli reakciókról beszélnek a hangingerek esetében. Kocsis (2021) i. m.

térbeli elhelyezkedéséről, a testrészek térbeli és egymáshoz viszonyított helyzetéről, szabályozzák a testtartást. A fizikai Én (Ego) érzetét társítják hozzá, ami lehetővé teszi az ember számára, hogy tudatos odafigyelés nélkül vigyen véghez dolgokat (Goddard-Blythe 2006). Ha az érzékszervét keressük, a propiocepció a vázizmokban, inakban és az ízületek szövettokjában lévő propioceptorokból ered. A propioceptív érzékelésben részt vesznek a belső fülben lévő szenzoros idegek, az izmokban lévő nyúlásérzékelők és az ízületeket tartó szalagok is (Kocsis 2021).

A szaglás

A levegőben oldott anyagok észlelését jelenti, amit 5–7 hetes megújulási ciklusú érzékelő apparátusunkon keresztül valósítunk meg. Úgynevezett kemoreceptoraink ugyanis, melyek az orrüreg tetején lévő szaglóhámában foglalnak helyet, ennyi időnként pusztulnak el és születnek újjá. Ami azt is jelzi egyben, hogy egy nagy gyakorisággal változó érzékeléssel van dolgunk. Az embert mintegy 1000 féle szaglóreceptora nagyjából 50000–100000 féle szag megkülönböztetésére teszi képessé. A szaglásnak kitüntetett szerepe volt (és van) a táplálék kiválasztásában, az ellenség vagy éppen a fajtársak azonosításában, a párválasztásban és a fajfenntartásban, a territoriális jelzésekben és a vészjelzések leadásában (Kocsis 2021: 180).

Az olfaktoros ingerek az orrüregből kiindulva azonban sajátosan rövid (a talamuszt megkerülő) utat járnak be, és a szaglóidegeken keresztül közvetlenül az agy ún. bulbus olfactorius (szaglógumó) részébe jutnak, ahonnan szétterjednek az agy azon részeibe, ahol emléknymaik elraktározódnak. A szaglógumó és hippokampusz közvetlen kapcsolata a válasz arra, miért képesek az illatélmények azonnal mély érzékszervi képeket előhívni. Fokozhatják bizonyos hormonok termelését, így közvetlenül hatnak az étvágyra, a nemi vágyra, a testhőmérsékletre stb. (Goddard-Blythe 2006: 82).

Az ízérzékelés

Az ízlelőbimbókon elhelyezkedő ízreceptorok útján történő érzékelés, amely közvetlen kapcsolat útján valósul meg. Öt alapízt különböztetünk meg: az édeset, a sósat, a keserűt, a savanyút és az umamit. Szerve a közhiedelemmel ellentétben nem kizárólag a nyelv, hiszen az ízlelőreceptorok jelen vannak a lágyszájpadon, a gégében, a garatban és a nyelöcső első részének nyálkahártyájában is. Ez utóbbiak az ún. szabadon lebegő ízlelőbimbókon vannak. Az ízlelőbimbókat ebből következően három agyi ideg idegzi be, az arcideg, a bolygóideg és a nyelv-garat ideg. Az inger feldolgozása az agykéreg insula területén megy végbe, illetve másodlagosan ízlelőközpontban, ami átfedésben van a másodlagos szaglóközponttal. Vagyis az ízérzékelés nem választható le a szaglásról. Az ízélményhez, a zamathoz ezenfelül szükséges a textúra (anyagminőség érzete) és a hőmérséklet, melyet a korábban említett thermoreceptorok közvetítenek (Kocsis 2021).

Az ízlelés (egyik) legfőbb jelentőségét az adja, hogy általa készül fel a szervezet (gyomornedv, hasnyálmirigynedv, epe és bélnedv termelésével) a táplálék feldolgozására, az emésztésre. A kellemes/kellemetlen ízérzet segít a romlott vagy mérgező ételek és italok azonosításában (Ranasinghe et al. 2015).

Multimodális integráció

Fenti áttekintésből talán már kiviláglik, hogy milyen horderejű kihívással néznek szembe a mérnökök, informatikusok, programozók és más szakemberek, amikor az emberi képességeket és információfeldolgozó mechanizmusokat próbálják átültetni a digitális térbe. Annál is inkább így van ez, hiszen máig meg nem fejtett kérdés, hogy az egyes érzékszervi modalitások hogyan

szerveződnek, kapcsolódnak össze, feldolgozásuk folyamatai pontosan hol és hogyan zajlanak. Bár van egyfajta térképünk a feldolgozásért felelős agyi területekről, de az közel sem teljes, nem megingathatatlan (Kocsis 2021).

Annyi bizonyos, hogy az egyes érzékek külön-külön nem tennék lehetővé, hogy az egyén képes legyen koherens perceptuális tapasztalatokat alkotni. Az adaptív viselkedés alapja, minden bizonnyal a *multimodális integráció*, az ahogyan agyunk a többféle jelen lévő tárgyról beérkező szenzoros információkat csoportosítja. Csakhogy, a mai napig nincsen válasz arra, hogyan is zajlik ez. Úgy tűnik, nincs a szenzoros bemenetek feldolgozásáért és összekapcsolásért felelős agyterület – legalábbis eddig nem sikerült lokalizálni ilyet. Ezért is nehéz gépekbe programozhatóvá tenni, algoritmusokra lefordítani. Hogy milyen kerülőutak vannak, azt a következő fejezetekben vesszük sorra.

A módszer és a minta

A dokumentumelemzés, illetve a szövegelemzés a kommunikációkutató számára talán az egyik legkézenfekvőbb kvalitatív módszer, hiszen közlemények vizsgálatából áll. Esetünkben nyilvános közlésre, a tudományos megismerés céljával készült közleményekről van szó. E publikációkat mint társadalmi tényeket tekintem, aláhúзва Atkinson és Coffey (1997) azon megállapítását, hogy ezeket ráadásul társadalmilag szervezett módon állítják elő, osztják meg és használják fel. Formájukat tekintve részben kötöttek, hiszen megvannak a tudományos publikálás nemzetközi standardjai, melyek alapján egy közlemény közölhető. E dolgozat szempontjából döntő, hogy e közlések mentesek a kutatói beavatkozástól, így torzítás lehetősége „csak” a feldolgozás (értékelés, interpretálás) során merülhet fel. Esetemben az analitikus eljárás nem más, mint a dokumentumokban található adatok, ismeretek megtalálása, kiválasztása, értékelése (értelmezése) és szintetizálása (Bowen 2009). A releváns tartalmak kategóriákba rendezése (Labuschagne 2003) aktuálisan az érzékszervek szerint történik. A mindent megdöntő bizonyítékok és megkérdőjelezhetetlen igazságok (érvényesség) helyett hiteles, hihető képet szeretnék rajzolni. Az adatok triangulációja – mint a kvalitatív kutatások elvárt eleme (Horváth – Mitev 2015) – a több tudományágat/területet felülelő források bevonásával valósul meg.

A mintába kulcsszavas keresést követően az absztraktok relevanciája alapján kerültek be a szövegek. Olyan kifejezéseket (szavak szókapcsolatok) kerestem egyszerű és összetett kereséssel az adatbázisokban⁸, mint 'kiber kommunikáció', 'kiber interakció', 'fizikai szenzorok', 'érzékelés a kibertérben', 'internetes kommunikáció', 'érző web', 'interfészek' 'bionika', 'info-bionika' 'bioinformatika', stb... és az egyes érzékszervi modalitások. Ezt követően a gyors átfutás (skimming) döntötte el, hogy sor kerül-e az adott tanulmány alapos vizsgálatára, ami egyrészt tartalomelemzés, másrészt tematikus elemzés.⁹

Belépés a kibertérbe – az interfészek

Ahogy Fehér Katalin (2016) fogalmaz, a kapcsolódás ember és gép között az interfész fogalma által válik megragadhatóvá. Az *interfész*, mint *csatlakozási pont* vagy érintkezési *felület*, teszi lehetővé, hogy számítógépes eszközök között (hardver és szoftver) vagy ember és számítógép között interakció alakulhasson ki. Interfész lehet egy szoftver, platform vagy egyéb

⁸ Elsősorban az NKE és a SZE által biztosított katalógusok és adatbázisok, mint a Science Direct, az Elsevier, a Taylor and Francis stb.

⁹ A két eljárás különbségeiről és az együttes alkalmazás előnyeiről/szükségességéről lásd bővebben Silverman 2000.

eszköz, amely révén a használat megvalósul. Az érzékszervi modalitásainkhoz igazított interfészek tehát az ún. *felhasználói* vagy *mediális interfészek*. Leggyakrabban talán ma már az érintőképernyőkkel és különféle érintő „párnákkal” találkozunk. Léteznek ugyanakkor már nemcsak *tapintható*, de *alakváltó interfészek* is, amelyek módot adnak rá, hogy távolról vezérelt megoldások révén kerüljünk taktilis kapcsolatba valós objektumokkal (Fehér 2016: 32).

Bár az ember és gép összekapcsolása teljeskörűen még nem valósult meg, régóta foglalkoztatja az emberiséget a humán képességek (biológiai adottságok) és kapacitások kiterjesztése, technológiával való mesterséges megnövelése. Az érzékszervi átjárhatóságot a *neurális-digitális interfészek* biztosítják a fizikai tér és a digitális tér (kibertér) között. Az elme és gép összekapcsolása legalábbis ez úton keresi a megoldásokat, hogy létrehozza a *bionikus emberek* egy új generációját (Straiton 2020). Itt kell megállnunk egy másik fogalomnál, a testek interneténél (*Internet of Bodies – IoB*). Ez az emberi testben és körülötte elhelyezett intelligens objektumok hálózata, amelynek részét képezik az implantálható, a viselhető, a lenyelhető és az emészthető, illetve az injektálható eszközök (Çelik – Eltawil 2022).

A látás és a vizuális informatika

Ez igen bonyolult és összetett érzéki csatorna tárgyalásából terjedelmi korlátokokán csak a leglényegesebb korlátozó tényezőket emelem ki, valamint a vizuális informatika szakterületére térek ki, hiszen a legkülönbébb képernyők régtől uralják a mindennapjainkat, sőt, a digitális szem és ún. eyborg rendszerek megalkotására tett tudományos kísérletek és próbálkozások is immár lassan félszázadosak. Steve Mann hosszú évtizedek óta viseli a maga tervezte és alkotta képalkotó és rögzítő eszközöket, amellyel olyan részletgazdagon figyelheti meg környezetét, ahogyan arra még az emberi sem szem képes. Egyszerűen a képességek kiterjesztésének és korlátainak furcsa keresztútján állunk.

A vizuális informatika két nagy területe a *számítógépes látás* és a *számítógépes grafika*. Előbbi célja a *természetes látásélmény* (kép) magasszintű számítógépes leírása, utóbbié pedig *szintetikus kép* előállítása a (világot, illetve annak egy szeletét) leíró adatokból. A számítógépes látás már használja a gépi tanulás és a mélytanulást, ezt a területet hívjuk *tanuló látásnak*. A szakterület egyéb részeit a „hagyományos” számítógépes látás teszi ki (Szemenyei – Varnyú 2023).

A hardveres, szoftveres és az emberi oldalon is találunk korlátozó tényezőket, amelyek az emberi látásélményt egyelőre korlátok közé szorítják a kibertérben. Ilyen a képfelbontás, amely még a fejlett AR és VR eszközök esetében sem éri el a természetes látás szintjét és amely a jelen technológiai megoldások mellett gyakorta az ún. screen-door (képernyő-ajtó) effektushoz¹⁰ vezet (Truly 2023). A kisebb látómező révén a VR eszközök használata során a tekintetben is megváltozik a látott kép, hogy kiesik a perifériás látás egy része (az eszközük általában 180 fokos mezőt fognak át). Említeni szokták még a képkocka sebességet, a késleltetést, a színek és a kontrasztok szűkebb tartományát (www.asus.com), illetve a mélységérzékelést (El Jamiy – Marsh 2019). Ezenfelül ott van a valósídejű visszajelzés kérdése, a fáradtság és diszkomfort érzet a képernyők nézése közben (La Valle 2020). Fentiekből következően a fejlesztések a szélesebb látómező, nagyobb képfelbontás, a fejlett szemkövetés és fókuszálás, valamint a fejlettebb (szélesebb) színtartományok irányába mutatnak. Készülnek a VR és AR szemüvegek új generációi (www.ericsson.com; <https://internetofsenses.com/>).

¹⁰ Láthatóvá válnak a pixeleket elválasztó vonalak a kijelzőn.

A hallás technológiái

A hangrögzítés és -továbbítás problematikáját eléggé régen megoldotta a technológia, Edison fonográfja, Bell telefonja és Berliner Gramofonja óta nem újdonság számunkra, hogy velünk nem egy fizikai térben lévő személyekkel akusztikus kapcsolatba lépünk (aszinkron vagy szinkron módon). A hallás a digitalizálásakor a fejlesztők abból a tételtől indulnak ki a valósághű élmény megtervezése érdekében, hogy az embernek két füle van a fej két oldalán szimmetrikusan elhelyezve. Ez az ún. binaurális hallás, amelyet ma a *binaurális technológiában* érhetünk tetten. (www.ism.univmed.fr/) A hagyományos hangrendszerekkel ellentétben a VR-ben alkalmazott rendszerek nem stacionáriusak és interaktívak, azaz a hallgatók cselekvéseitől függenek. Az egyik technikai megvalósulása ennek az, mikor úgynevezett transzducereket (fejhallgatókat) helyeznek el a hallójárat bejáratánál. A hallgató a fejhez rögzített, azzal együtt mozog, hogy a mozgás ne befolyásolja a transzducerek és a hallójárat közti kapcsolatot (head-related approach).¹¹

A hirtelen hallásukat veszített emberekkel folytatott kísérletek azt mutatták, hogy az auditív információk három szintje különíthető el: a társadalmi szintű, a figyelmeztető szintű és a primitív szintű információk. Az első a másokkal való interakció, a kapcsolatok színtere, a nyelvértés, zenehallgatás és egyéb (szimbolikus) információközlések. A második a jelentőséggel bíró jelzések (szignálok) értelmezése (egy sziréna hangja vagy a telefon csengése, a mikrohullámú sütő sípolása stb.). A harmadik szint a háttérzajok szintje, amelyek véletlenszerűek is lehetnek, s amelyet figyelmünk általában kiszűr, háttérbe sorol, ám mégis tudat alatt biztosítják az érzetet, hogy az élő világ részei vagyunk.¹² Ez utóbbi elvesztése okozza Ramsdell (1978) kutatásai szerint, hogy a siketté váló emberek depresszióba esnek. Megszűnik jelenlétérzetük a háttérzajok kiesése által.

A kibertérben ez ügyben is nagy a technológiai sokszínűség. A binaurális technológia nagy hangsúlyt helyez a hangzás térbeliségére, ahogyan az *ambisonics* is, ami egyfajta teljes térhatású hangformátum, mivel a hallgató alatti és feletti hangforrásokat is lefedi (360 fokban). Ilyen célra lett kifejlesztve a Dolby Atmos is. (www.dolby.com) Emellett a háromdimenziós hangtechnológiákról kell még szólni, amelyek arra törekcsenek, hogy a hangokat különböző távolságokból és irányokból halljuk. A technológiai megoldásoknak része az aktív zajszűrés, a különféle adaptív hangbeállítások. Létezik természetesen a csontvezetés technológia, amelyet már a biometrikus azonosítás céljából is fejlesztenek (Schneegass et al. 2016), és külön terület a virtuális akusztika (különböző komplex akusztikus környezetek szimulálása).

Ma már vannak arra törekvések, hogy az információbiztonságot hallás útján menedzselhessük (ezzel bevonva például a látássérült embereket az információbiztonság szakterületére). Nem jut idő és terjedelem, de a szonifikáció vagy hangzó ábrázolás – az adatokból történő hanggenerálás – szintén felértékelődő terület, amely az előbb említett incidensmenedzsment támogatója lehet.

Az olfaktoros visszacsatolás

A virtuális valóságok kezdettől törekedtek valamennyi emberi érzékszerv stimulálására a virtuális térben, ahogyan a való életben is egymást kiegészítve párhuzamosan szolgáltatnak információt érzékelőink. Az egyik legnagyobb kihívást talán az olfaktorikus visszacsatolás megvalósítása jelenti, bár a mű vagy elektronikus orrok sem előzmények nélküliek. 1998-ban

¹¹ Ellentétben a helyiség-függő megközelítéssel, (room-related approach), amikor a hangszórók a fejtől távol helyezkednek el és a fej és a test a hangforrásokkal arányosan mozoghat.

¹² Más szerzők immár négy teoretikus szintről beszélnek, hiszen a fent felsoroltakat kiegészíti az esztétikai szint, amely örömet szerez (www.orlandoent.com).

már arról szól a szakirodalom, hogy 3 alaptechnológia használatos a szagok, illatanyagok összegyűjtéséhez, alakításához: gázkromatográfia, tömegspektrometria és kémiai érzékelők. A tárolás pedig három formában történhet: folyadékként, gélként vagy viaszként. Dominálnak a mikrokapszulás megoldások, a szaglással kapcsolatos kiváltásában pedig a légáramlatok felhasználása, az illatanyagok gázban oldása.

Haladunk az érzékek internete (Internet of Senses) felé, de talán még bizonytalan léptekkel. A digitális multiszenzoros kommunikáció részeként a digitális illattechnológia is a fejlődő iparágak sorát gyarapítja és szimbiotikus kapcsolatban van a metaverzum (jövőbeli/vágyott/elképzel) technológiáival, amelyek esetében a 6G az összekötő kapocs.

Az illatok felismer(tet)ése a jelenben kémiai érzékelőkre épülő orrrendszerekkel valósul meg, melyekből kereskedelmi forgalomban 12 féle kapható a fémoxid érzékelőktől, az akusztikus és polimer érzékelőkön át egészen a fotoionizációs és optikai szenzorokig bezárólag. A rendszerekben egy érzékelő egy adott vegyi anyag észleléséért felelős. A kapott jel alapján a preprocessor az adott kémiai anyag jellemzőjét keresi, a jel és mintázat felismerésére pedig gépi tanulást alkalmaznak, hogy megtörténjen az azonosítás és az osztályozás. Az észleléshez és osztályozáshoz az adott illatok digitális aláírásának meglévő adatkészletére van szükség. A digitális illatszintézis vagy kémiai folyamatok segítségével, vagy elektromos jelek alkalmazásával történik a felhasználó orrában. A kezdeti digitális illatfelületek a releváns kémiai molekulák környezetben való eloszlásán alapultak és közvetlenül a szaglógumót stimulálták. A kémia stimuláció természetes párolgással, légáramlással, fűtéssel vagy porlasztással valósítható meg. A modern kémiai interfészek ősei a Smell-O-Vision 1960-ban és a Sensorama 1962-ben. 1999-ben a Digiscents kifejlesztette az iSmell személyi illatszintetizátort, amely 128 elsődleges szagot tartalmazó kis patron segítségével napi több ezer szagot tudott létrehozni (Panagiotakopoulos et al. 2022). A mai rendszerek általában USB-porton vagy WiFi-n keresztül csatlakoznak a számítógéphez és parancsokkal vagy hangalapú interfészekkel vezérlik őket. A rendszerek egy szagpalettából, egy áramlási ellátó rendszerből és egy vezérlő algoritmusból állnak, amely meghatározza a keverési arányokat, a koncentrációt és a diffúziós időt. A kisebb, kémia anyagokat nem tartalmazó eszközök iránti igény vezetett el a másik megoldáshoz, az elektromos stimulációhoz. Ennek során a szaglógumó és a háromosztatú ideg működésére épülő ún. trigeminus interfészeket használnak. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a felhasználó orrába egy gyűrűt helyeznek, amelyen keresztül az ideg stimulációja megvalósul.

Napjainkban pedig Doukakis és munkatársai már egy olyan audio-olfaktoriális-vizuális környezeti beállítást javasolnak, amely lehetővé teszi a különböző koncentrációkban történő ellenőrzött szaglási impulzusokat a számítógépes programozás és szimuláció segítségével. A tér-illat kapcsolatok ma már szimulálhatók úgynevezett légáramlás stimulációs szoftverekkel (Doukakis et al. 2019).

Az érintés technológiái, a haptikus visszacsatolás

A taktilis élmények a 90-es évek embere számára még nem voltak jellemzőek a virtuális térben. Amennyire a programozói-fejlesztői oldal foglalkozott a kérdéssel, annyira kívül esett mindez még a felhasználók mindennapi számítógépes gyakorlatán. Pedig már a kilencvenes évek végén is több módszer állt a rendelkezésre: mágnes által aktivált *mechanikus csapok*, *piezoelektromos kristályok*, amelyek változó elektromos feszültségű mezőt hoznak létre, *alakemlékező ötvözet technológiák*, *lengőtekercecsek*, magas frekvenciájú rezgések alkalmazása a bőrön keresztül, *pneumatikus rendszerek*, *levegő fúvókák*, *levegőgyűrűk*, *hőszivattyús rendszerek* és *elektroreológiai folyadékok*, hogy csak néhányat említsünk. Egy olyan rendszer ismert, amely hőmérsékleti visszacsatolást alkalmazott (Gobetti – Scateni 1998).

A kinesztétikus interfészek azonban elterjedtebbek és fejlettebbek voltak. Bár itt sokkal inkább erő-visszacsatolásról beszélhetünk. A három alapinformáció, amelyek alapján a visszacsatolás megvalósul: a felhasználó ujjai-keze-karja mozgásának mérése, s annak érzékelése és kiszámolás, hogy ezekkel mekkora erőt fejt ki a tárgyakra, s közben rá milyen erők hatnak. E célra elektromágneses motorok és hidraulikus rendszerek is rendelkezésre álltak (Gobetti – Scateni 1998). Fontos az erők mellett azok térbeli és időbeli eloszlásának mérése is. Ma a kinesztétikus és taktilis (vagy haptikus) érzékelők együttes használata a jellemző.

A kutatások már bő egy évtizede a viselhető és láthatatlan szenzorokra összpontosítanak. Az egyik lehetséges út az ún. *puha elektronika*, amely olyan rugalmas elektronikus eszközök fejlesztését célozza, amelyek élő szervezetek kapcsolódási felületeiként tudnak működni (Meskó 2016). A fejlesztések a *lágys és biokompatibilis molekuláris nanoanyagokra* koncentrálnak. 2021-ben japán kutatók már arról számoltak be, hogy kifejlesztettek egy ultravékony *e-bőrt*¹³ (www.maddyness.com).

Szót kell még ejtenünk a haptikus platformokról, amelyek ugyancsak jelentős potenciállal bírnak az ember gép interakciók vonatkozásában. Olyan platformokról van szó, melyek tapintási visszajelzéseket (érzékeléseket) nyújtanak a felhasználóknak. A digitális interakció azáltal válik valóságosabbá, hogy a jelzéseket a felhasználók a bőrükön, izmaikban és az ízületeikben érezhetik. A szenzorok technológiai alapja nagyon különböző lehet: találunk *vibrációs aktuátorokat*¹⁴ (Dementyev, 2021), *erő-visszacsatolási eszközöket*, *ultrahangos és termikus* megoldásokat és *elektrotaktilis feedback* eszközöket¹⁵ is (Hernandez 2023).

A gusztatorikus visszacsatolás

Talán a legizgalmasabb és legkevésbé kutatott téma. Az ízlelő interfészek is a jelen ma már. Csupán azonban néhány fajtájuk tárgyalására találunk példát a szakirodalmi áttekintésben: a szájsöves megoldásra, a mágneses levitációra és az érintés nélküli akusztikus levitációra (Vi et al. 2017). Ez utóbbiak az innovatív gasztronómiai interfészek világába viszik az étteremlátogatókat. A levitációs megoldások lényege, hogy olyan érintés nélküli étel kiszállítási módokat dolgozzanak ki, amelyek az ételek és italok alapvető tulajdonságainak megváltoztatása nélkül működtethetők. A kísérletek az ultrahangot használó levitátorok irányába mutatnak (Vi et al. 2017).

Ezen felül az ízérzékelés (evés és ivás közbeni) elektromos impulzusokkal történő manipulálásra (Aoyama 2020), a valós ízérzetek virtuális manipulálására találhatunk példákat. Ám legtöbbször itt is több érzékelési csatorna együttes manipulálásával fokozzák az ízlésményt, az ételek és italok színét virtuális színekkel dúsítják. A cél mindennapi eszközökbe ültetni a technológiát (evő- és ivóeszközöket kiegészíteni elektronikus ízszimulációs modulokkal) (Ranasinghe et al. 2015). Legtöbbször csak igen áttételesen, étkezések és a protokolláris szabályok kapcsán találkozunk az ízlelés említésével a kommunikációtudományban. Számos tabu övezi az ízlelést (ahogyan egyébként a tapintást is).

¹³ Orvosdiagnosztikai eszközként létrehozott érzékelő, amely a testen viselhető és a szívverés és az izommozgásokból származó impulzusok érzékelésére képes.

¹⁴ Az áramterhelést használják érzékelési eszközként.

¹⁵ Erre épült az Aura Interactor mellény 1994-ben, amely audio jeleket érzékelt és elektromágneses aktuátor technológiát alkalmazott, hogy azokat lefordítsa vibrációvá, amelyek az ütések vagy rúgások érzetére emlékeztetnek.

A belemerülés vagy jelenlét

Az egyensúlyi rendszerrel és propriocepcióval kapcsolatos megannyi kérdést a belemerülés kapcsán tárgyal a szakirodalom, s tárgyaltam magam is (Kriskó 2017a, Kriskó 2017b). Ezek egy része túlmutat a vizuális észlelés újszerű módozatain. A jelenlét olyan komplex érzésről beszélünk, amely során a felhasználó a kibertérrel interaktív viszonyba kerül oly módon, hogy az mintegy beburkolja őt (Bangay – Preston 1998). Csakhogy a külvilág (az offline tér nem kerül kizárásra, s a valós és virtuális körülmények együttes jelenléte számos nem várt és az emberi szervezet számára nehezen tolerálható hatáshoz vezet. Ennek egyik eredménye a kinetózis vagy utazási betegség (VR-betegség). Annak eredménye ahogyan agyunk a mintha érzeteket dolgozza fel és illeszti valós testi körülményeinkhez (próbálja feloldani a kognitív disszonanciát), amely során kialakulhat egyensúlyzavar, rosszullét, hányinger, hányás, fejfájás (Kriskó 2017b).

A másik ok, amely igen fárasztóvá teszi a 3D-s metavilágokban tett kirándulásainkat az a konvergencia-akkomodáció konfliktus, amely látásunk evolúciós fejlődésében és a vizuális informatika nyújtotta élmények eltérő természetében gyökerezik. Másfajta látást – vizuális viselkedést – követel meg a kibertér, ami igen fárasztó, gyakran fejfájáshoz vezet. Az AR esetében pedig a valós és kiterjesztett információk szintézise (a kevert valóság) okoz komoly kognitív terhelést az agynak.

A jövő

Végigtekintve a technológiai fejlesztés irányain, azt látjuk, hogy a 2030-ig tervezett jövő a metaverzumok multiszenzoros tapasztalásai felé vezet. E percben azonban még csak terv a 6G és a fejlett holográfia technikára épülő, javított mintavételezést és feldolgozást és minden érzékszerv számára bemeneteket biztosító érzékek internete (Internet of Senses – IoS). A 3D kamerák és az ízlelés és szaglás fejlett holográfiája ma még utópisztikus és a laikus számítógépfelhasználótól távolinak tűnő elképzelés. Annyi bizonyos, hogy újszerű digitális reprezentációkat és nyomukban újszerű kódolási és dekódolási folyamatokat hoz az érzékszervek számára (Panagiotakopoulos et al. 2022).

A minden érzékszerv jelenlétét biztosító technológiák megalkotásában nagy várakozással tekintenek a szerzők a generatív mesterséges intelligencia (Generative Artificial Intelligence – GenAI) részvételére. A teljesen magával ragadó multiszenzoros élmény eléréséhez azonban még le kell küzdeni egynémely akadályt, úgy, mint a számos adathordozó időbeli szinkronizálása, nagy átviteli sebesség biztosítása, az ún. E2E késleltetés (a hálózaton keresztül érkező válaszok aktiválódásának ideje) minimalizálása, a mintha élmények keltette érzékszervi zavar minimalizálása az agyban, az adatok szinkronizálása a célállomáson stb. Az érzéki web kognitív központjai, a kommunikáció szemantikai megértésének megvalósítói várhatóan a nagy nyelvi modellek lesznek (Large Language Models – LLM). Az általuk helyreállított üzenetek bár nem fognak egyezni az eredetikkel, de karöltve a mélyneurális hálózatokkal (Deep Neural Networks – DNN), képesek lesznek reprezentálni a jelentést és a hozzájuk társított szándékot minden érzékszervi modalitást illetően (Sehad et al. 2024). Ha egyszer mindez bekövetkezik, újfajta kockázatok jelennek meg és újfajta biztosítékokra lesz szükség az ember védelmében.

A kibertérbéli érzékelési kockázatokról

Kockázatok és aggályok azonban kezdettől fogva vannak. Ebben a fejezetben csak a témánk szempontjából legrelevánsabbakat említjük.

Az érzékszervi működések jogi aspektusait, illetve a követendő magatartások jogi kodifikációit illetően első közelítésben az emberi jogok és a bioetika konvergenciáját követve

célszerű keresni a válaszokat (Sándor 2009). Egyetértek minden olyan szerzővel, aki az emberi élet iránti tiszteletet és az ember sebezhetőségét tartja kiindulópontnak, mikor a tudomány vagy bármely szakma felelősségéről beszél. Hiszen az emberi élet sérthető, sebezhető és kioltható, s ezen alapvonása okán védelemre szorul (Pörcki 2013).

A fizikai és az egészségügyi kockázatok kezdettől kísérik a számítógép- és internethasználatról szóló diskurzusokat. Első helyen a hosszas álló vagy ülő testhelyzetből adódó mozgásszervi problémák állnak talán, mint a nyak-, váll-, hátfájdalmak. Az újabb eszközök nyomán a fej- és arc-, illetve szemfájdalmak kaptak nagyobb visszhangot (Zheng et al. 2016). Az AR/VR eszközök hosszú távú használata szemszárazságot, szemfáradtságot és homályos látást is okozhat, ami ugyancsak vezethet fejfájáshoz. Ezen felül a már említett VR-sickness a legnagyobb kockázat.

A mentális egészség és a pszichológiai kockázatok vonatkozásában a függőség, a realitásérzék zavara és az általános mentális jóllétre gyakorolt negatív hatások érdemelnek említést. A hatások e körben is igen változatosak lehetnek az elmagányosodás érzésétől, a szorongáson és depresszióig át a társas kapcsolatok drámai (akár teljes) leépüléséig bezárólag. A legveszélyeztetettebb csoport természetesen a gyermek és serdülő korosztály. A kibertérben ugyanakkor a bizalomvesztés kockázata is igen magas, tekintettel a hamis információk jelenlétére és gyors terjedésére, valamint manipulációs potenciáljára. (Az „eredmény oldalon” a testképzavartól a táplálkozási- és alvászavaron át egészen az öngyilkosságig, sok mindent találunk.)

Ma már új fogalom, az ún. kiber-szindróma írja le az egyén kibertérrel való túlzott interakciója nyomán fellépő állapotot, amely mind fizika, mind szociális, mind mentális síkon jelentkezik (Shi et al. 2021). Megjelentek a szakirodalomban és köznyelvi szóhasználatban a hagyományos betegségek és rendellenességek kibertérrel kapcsolatos megfelelői úgy, mint hipochondria–kiberhondria¹⁶, fóbia–nomofóbia¹⁷, megszállottság–szelfitisz (szelfibetegség)¹⁸, pareidolia–fantom vibrációs szindróma¹⁹, krónikus nyakfájdalom–szövegnyak szindróma²⁰, hüvelykujj ízületi gyulladás–szöveges hüvelykujj (Ning et al. 2018). A sor folytatható volna a kiberfüggőségek széles skálájával a játéktól a szexig bezárólag.

Érzékeink védelmében

A bioetika az ember az élővilággal és benne az emberrel szembeni viselkedését vizsgálja, s ekként benne foglaltatnak a biológiai kutatásokkal és kísérletekkel kapcsolatos erkölcsi kérdések is. Olyan szemléletmód, amelyben központi jelentősége van az ember szabadságának és méltóságának, illetve a társadalmi igazságosságnak. A vezérelve az egyén autonómiája mellett tesznek hitet és a segítő szándékot, a nem ártás kötelmét hirdetik. A bioetika jövőorientált kérdésfeltevései már azt firtatják, hogy hol van a határ a technika és az emberi testbe való beavatkozás tekintetében. Meddig mehet el a tudomány, milyen szoros lehet a gép–ember

¹⁶ betegségszorongás zavar (kényszeres foglalkozás az egészségi állapottal)

¹⁷ a no-mobile-phone szavakból eredően félelem a mobiltelefonnal való elérhetőség hiányától, attól, hogy izolálódik az egyén, mert telefonja elveszik, azon nem érik el vagy bizonyos alkalmazásokba nem tud belépni és így részt venni dolgokban

¹⁸ az obsession és a selfitis fordításaként

¹⁹ illuzórikus érzet, amely során bizonytalan és véletlenszerű ingereket (többnyire vizuális vagy auditív csatornán érkező ingereket) konkrétan érzékelünk (ezért jelentést is társítunk hozzá), kvázi belelátunk, belehallunk dolgokat nem szándékolt jelzőkbe

²⁰ A nyak túlzott igénybevétele okán kialakuló fájdalom, amely bármely kézi mobil eszközre való letekintés nyomán alakul ki, jelentkezhet a nyakon kívül is, fejfájás, váll vagy karfájdalom formájában, illetve súlyos esetben vezethet légzési nehézséghez is.

kapcsolat? S ahogyan témánk egészére igaz, igaz a bioetika kérdéseire is, hogy a technológia / avagy a tudomány állása leelőzte a szabályozási kereteket (Csoknya 2020). A hazai szabályozás szempontjából mindenképp ide kívánczik az Egészségügyi Tudományos Tanács Bioetikai Kódexe (Mandl 2022), illetve a Magyar Tudományos Akadémia Tudományetikai Kódexe (MTA 2010).

Az Európa Tanácsnak az emberi lény emberi jogainak és méltóságának a biológia és az orvostudomány alkalmazására való tekintettel történő védelméről szóló, Oviedóban, 1997. április 4-én kelt egyezménye: Egyezmény az emberi jogokról és a biomedicináról²¹ 2. cikkében leszögezi, hogy „Az emberi lény érdeke és jóléte a társadalom vagy a tudomány pusztá érdekével szemben mindenkor elsőbbséget élvez.”

A legkülönbébb fiziológiai reakcióinkat monitorozni tudó szenzorok korában nagy jelentősége van/lehet ugyanezen egyezmény 10. Cikkében foglalt azon jognak, hogy az egyén megismerhessen minden az egészségével kapcsolatosan összegyűjtött adatot, bár e tájékoztatástól szabadon el is zárkozhat. Gondoljunk csak arra, hogy egy multiszenzoros headset vagy interfész számos olyan adatot monitorozhat, közvetíthet és rögzíthet, aminek egészségügyi relevanciája van/lehet. A tudományos kutatás szabadsága (mind a biológia, mind az orvostudomány területén) általános elvként van jelen, míg az Oviedói Egyezmény minden emberi lényt védő egyéb rendelkezéseit betartják. (15. cikk) Tilalom vonatkozik az emberi test és részeinek hasznosítására forrásként történő felhasználására (21. cikk).

A jogi keretek tisztázásának fontos állomása lehet a bionikai és szenzorbionikai tevékenységek, illetve különösen az info-bionika²² szabályozásának áttekintése.

Összességében elmondható, nincsen az emberi érzékszervekre vonatkozó célzott jogi szabályozás, sem nemzetközi, sem hazai szinten. Ám a kibernetikát érintő számos jogszabálynak vannak az emberi érzékszerveket érintő aspektusai. Ilyen az általános adatvédelmi rendelet, a GDPR, amely olyan adatokról is rendelkezik, amelyek érzékszervi bemenetekből származnak (lásd biometrikus azonosítás, ezen adatok – kép, videó vagy hangfelvétel – gyűjtése, kezelése, tárolása és védelme). Érintőlegesen megint csak, de szól az érzékszervi felfogóképességen alapuló adatokról az Európai Unió mesterséges intelligenciáról szóló rendelete²³ és azt megelőzően az Európai Parlament 2020. október 20-ai állásfoglalása²⁴. Ez utóbbi kifejezetten a legújabb technológiák etikai szempontrendszeréről szól és bevezetőjében (H. pont) kiemeli, hogy a szabályozási keretnek az uniós jogon és értékeken kell alapulnia és mindenkor szem előtt kell tartania az átláthatóságot, a megmagyarázhatóságot, a méltányosságot, az elszámoltathatóságot és a felelősség elvét. A W. pont pedig az egységes fogalomértelmezés fontosságára hívja fel a figyelmet, e körben is említve a biometrikus azonosítást. Az Y. pont végül az etikai elvek betartásának garanciális elemeiről, a (szabályok betartásáért, értékeléséért

²¹ A magyar jogba ültette a 2002. évi VI. törvény – az Európa Tanácsnak az emberi lény emberi jogainak és méltóságának a biológia és az orvostudomány alkalmazására tekintettel történő védelméről szóló, Oviedóban, 1997. április 4-én kelt Egyezménye: Az emberi jogokról és a biomedicináról szóló Egyezmény, valamint az Egyezménynek az emberi lény klónozásának tilalmáról szóló, Párizsban, 1998. január 12-én kelt Kiegészítő Jegyzőkönyve kihirdetéséről.

²² A biológia, az elektronika és az informatika interdiszciplináris területét jelenti.

²³ Az Európai Parlament és a Tanács rendelete a mesterséges intelligenciára vonatkozó harmonizált szabályok (A mesterséges intelligenciáról szóló jogszabály) megállapításáról és egyes uniós jogalkotási aktusok módosításáról, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF (2024. 05. 25.)

²⁴ Az Európai Parlament 2020. október 20-i állásfoglalása a mesterséges intelligencia, a robotika és a kapcsolódó technológiák etikai szempontjainak keretéről, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0275_HU.html#title1 (2024. 05. 25.)

és nyomon követéséért) felelős személyek azonosításáról szól. Az emberközpontú és ember alkotta mesterséges intelligencia fejezetben szól a károkozás megelőzéséről és a tisztesség előmozdításáról. A 2. bekezdés kimondja, hogy korlátozni szükséges a felhasznált technológiák negatív következményeit, a technológia nem lehet az emberek helyettesítője, csak kiszolgálója és nem léphet a döntéshozók helyére. Az MI technológia kapcsán külön kiemeli a rendelet, hogy tekintettel kell lenni a technológiával kapcsolatba kerülők viszonyaiban esetlegesen fennálló aszimmetriára, függőségekre és az állampolgárok technológiába vetett bizalmát erősíteni kell, mindenkor az elővigyázatosság elvét követve kell eljárni (3. bekezdés). A 9. és 10. bekezdés a kutatási aspektusokról és az emberi szükségletekről tesz említést a kínált előnyök maximalizálásának és a kockázatok csökkentésének igényével.

A kockázattértékelésről szólva a 14. bekezdés érdemel kiemelt figyelmet:

„... amennyiben a mesterséges intelligencia, robotika és a kapcsolódó technológiák fejlesztése, bevezetése és használata során jelentős a kockázata annak, hogy egyes személyek vagy a társadalom számára sérülést vagy kárt okoznak az uniós jogban meghatározott alapvető jogok és biztonsági szabályok megsértésével, akkor azokat magas kockázatú technológiáknak kell tekinteni; úgy véli, hogy az arra irányuló értékelés során, hogy az MI-technológiák ilyen kockázatot jelentenek-e, figyelembe kell venni azt az ágazatot, amelyben e technológiákat fejlesztik, bevezetik vagy használják, valamint konkrét felhasználásukat vagy céljukat és a lehetséges sérülés vagy kár súlyosságát; az első és a második kritériumot, nevezetesen az ágazatot és a konkrét felhasználást vagy célt együttesen kell figyelembe venni;”

A 21. bekezdés szól az emberi méltóságról, autonómiáról és biztonságról. A felhasználókat természetesen tájékoztatni kell arról, hogy mesterséges intelligenciával kerülnek interakcióba (24. bekezdés). A torzítás és a megkülönböztetés tilalma kapcsán esik szó az olyan, jelen téma szempontjából kardinális vezérelvekről (ismét), mint az uniós értékeke, a fizikai és szellemi integritás tisztelete, szolgálata és védelme. A tilalmak között szerepel minden olyan használat, amely közvetlen vagy közvetett kényszerhez vezethet, alááshatja a pszichológiai autonómiát és a mentális egészséget, megfélemlítéshez és elfogadhatatlan manipulációhoz vezethet (29. bekezdés). A rendelet emlékeztet arra, hogy mindenki számára biztosítani kell a jogorvoslat lehetőségét (35–37. bekezdés). Áttételesen megint csak, de a fogyatékkal élőkről szóló passzusok is érintik a humán érzékelés kérdését, hiszen itt régtől az egyes kieső érzékszervi modalitások helyettesíthetősége a hozzáférhetőség megteremtésének egyik alapja (aurális csatorna kiváltása vizuálissal és fordítva, vizuális kiváltása taktilissal stb.). A sérülés vagy károkozás tilalmát és az azért vállalt felelősséget a 45. pont húzza alá. A 63–65. bekezdések a magánélet védelmével és a biometrikus azonosítással kapcsolatos körültekintő magatartás kívánalmát fogalmazzák meg.

Zárszóként talán a beleegyezésről illik még szót ejteni. Az új technológiák teoretikusai a fizikai és digitális beleegyezéssel kapcsolatos aggályaiknak adnak hangot, amikor az érzékek online kommunikációban való megjelenésével számolnak, különösen az olyan platformok esetében, ahol a közlési csatorna az akusztikus és vizuális domináns csatornák felől elmozdul pl. az érintés irányába (VR és szexrobotika vagy éppen a digitális csókolózás céljára létrehozott alkalmazás, a Kissenger, de említhető a nem szexuális célzatú érintést célzó Hey Bracelet és a Hey Touch²⁵ (Ley – Rambukkana 2021)).

Mert miről is van szó a tárgyalt érzékszervi modalitásokat illetően? Hogy azok a privát élmény élményszerűségére törnek, imitálni igyekeznek az érzéklet valóságát, amely a közvetlen kommunikációban mindig nagyon szorosan a másik ágenshez kötött, gyakorta

²⁵ A gyártó szerint támogató, gyengéd érintést küldhetünk általa távollévő szerettünknek, mintha bátorítóan megszorítanánk a csuklóját. (Nincs vibráció vagy kísérő hanghatás, tehát az eszköz igen diszkrét.)

kontaktérzékelés, miközben e körbe bevonódik egy platform, mögötte egy vállalat, fejlesztők, gyártók, felhőalapú tárolóhelyek, adatgyűjtés, felhasználás, (profilalkotás!?), kutatás, gépi tanulás, műholdak és az internet. Egy hatalmas kiterjedésű, ismeretlenekkel tarkított folyamat, amely közel sem nevezhető privátnak és intimnek. A kommunikációtudomány és szakma szembe találja magát az algoritmizált, *adat-vezérelt intimitás* jelenségével. A másik hatalmas ellentmondás pedig az, hogy a csatornákra szétbontott és külön technológiákon keresztül megvalósított érzékelés csapdákat rejt a kiváltott hatások (érzékletek) értelmezésében, hiszen bizonyos testi érzetek csak a test teljességét tekintve értelmezhetők. Adott csatornán küldött ingerület lehet helyénvaló, az arról jövő visszajelzés is akár, de a teljes testre gyakorolt hatásában lehet mégis kellemetlen, káros vagy ártó (Ley – Rambukkana 2021).

Összefoglalás

Tanulmányomban igyekeztem átfogó képet adni arról, mennyire nem egyszerű és magától értetődő feladat a kommunikáció teljességét vizsgálni a kibertérben. Az a biológiailag determinált és szociálisan formált érzékszervi meghatározottság, ami az ember sajátja, olyannyira komplex, hogy elemzése is csak különféle önkényesen választott empirikus perspektívák mentén történhet meg. A nonverbális kommunikáció kódjainak vizsgálatára és értelmezésére vonatkozó olyan ökölszabályok, minthogy vizsgálatuk csak rendszerben, az adott kulturális kontextust és viszonyjelzőket (metaszint) figyelembe véve, az intenciókat helyükön kezelve történhet meg, alapvető ellentmondásokat feszítenek a kiberkommunikáció diszkutálásával kapcsolatosan. A kiberkommunikáció ugyanis külön csatornákra bomlik, az egyes csatornák leképezésének fejlettsége és technológiai alapjai igen eltérőek, az emberi természetes kapacitásokat módosítóak (hol szűkítő, hol kiterjesztő értelemben). Még mindig számtalan bizonytalanság övezi az észlelés folyamatát, a távolságot érzékszervi felfogás és idegrendszeri feldolgozás és az annak nyomán létrejövő interpretációk és viselkedéses válaszok között.

Megdől a személyközi közvetlen kommunikáció olyan alaptétele, mint hogy az illékony, egyszeri és megismételhetetlen és privát. A digitális intimitás egy adat-vezérelt intimitás, gyakorta nem ismert és nem azonosított aktorokat emel be két ember legbensőbb közlésfolyamataiba, újragondolandóvá teszi a magánélet és a beleegyezés fogalmait, a visszacsatolások helyes és teljes értelmezésének lehetőségeit. Az ember sérülékenysége az új kommunikációs szintéren ezer szálon bizonyított, a védelmét biztosítani hivatott szabályok napjainkban formálódnak.

Visszatérve a kiinduló gondolatokhoz, szükséges a kommunikációs modellek átdolgozása, kiterjesztése (illetve újak kidolgozása) is, hiszen mint láttuk a tér, amely korábban áttételesen jelent csak meg a kommunikációs modellekben, immár helyet követel magának külön tárgyalandó elemként. Előtérbe kerül ugyanakkor a korábban teoretikusok által elhanyagolt test, az ember érzékszervi összetettsége és természetesen az ágencia új minőségei a hálózati kommunikációban.

Irodalom

- Ábrahám, György – Kovács, Gábor – Antal, Ákos – Németh, Zoltán – Veres, Ádám László (2014) *Jármű optika*. 2. fejezet – Az emberi látással kapcsolatos alapismeretek. Budapest, BME MOGI. https://www.mogi.bme.hu/TAMOP/jamu_optika/ch02.html (2024.04.18.)
- Anderson, James A. (2005) *A kommunikációelmélet ismeretelméleti alapjai*. Budapest, Typotex.
- Angyal, Miklós – Bezsenyi, Tamás – Bói, László – Farkasné Halász, Henrietta – Girhiny, Kornél – Nyitrai, Endre – Tirts, Tibor (2017) Tisztjelölt hallgatók a kriminalisztikai megismerés startkövéénél (Egy szimulált baleset tanulságai), *Magyar Rendészet*. 2017/2. 27–66.
- Aoyama, Kazuma (2020) Galvanic Taste Stimulation Method for Virtual Reality and Augmented Reality. In: Sakae Yamamoto – Hirohiko Mori (2020 eds.) *Human Interface and the Management of Information. Designing Information: Thematic Area, HIMI 2020, Held as Part of the 22nd International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings, Part I*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag. pp. 341–349. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50020-7_2
- Atkinson, Paul – Coffey, Amanda (1997) Analysing documentary realities. In: Silverman David (1997 Ed.): *Qualitative research: Theory, method and practice*, Sage, London. 45– 62.
- Bangay, Shaun – Preston, Louise (1998) An Investigation into Factors Influencing Immersion in Interactive Virtual Reality Environments, In: Riva, Giuseppe, – Wiederhold, Brenda K. – Molinari, Enrico (Eds.): *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*. Ios Press, Amsterdam, 1998.
<http://www.cybertherapy.info/ves%20in%20clinical%20psycho/Bangay.doc.pdf> (2024.01.21.)
- Batty, Michael (1997) Virtual Geography. *Futures*. 1997/4–5. 337–352.
http://www.casa.ucl.ac.uk/cyberspace/batty_futures_virtual_geography.pdf (2024.01.23.)
- Biya, Sushmita – Kotwal, Renuka Uday (2023) The OSI Model: Overview of All Seven Layers of Computer Networks. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*. 3(2). DOI: 10.48175/IJARSCT-13064, <https://ijarsct.co.in/Paper13064.pdf> (2024.05.31.)
- Borgulya, Ágnes – Somogyvári, Márta (2010) *Kommunikáció az üzleti világban*. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Bowen, Glenn A. (2009) Document Analysis as a Qualitative Research Method. *Qualitative Research Journal*, Vol. 9 (2). 27–40. <http://dx.doi.org/10.3316/QRJ0902027> (2023. 11.12.)
- Buda, Béla (1986) *A közvetlen emberi kommunikáció szabályszerűségei*. Budapest, Animula Kiadó.
- Çelik, Abdulkadir – Eltawil, Ahmed (2022) The Internet of Bodies: The Human Body as an Efficient and Secure Wireless Channel. *IEEE Internet of Things Magazine*, vol. 5(3). 114–120. September 2022, doi: 10.1109/IOTM.001.2100209.
- Csoknya, Tünde Éva (2020) *Orvosetika, bioetika*, 2020. szeptember 8., (h. n.), PTE.
https://onszak.pte.hu/userfiles/NTP1/NTP19/Eloadasok/Csoknya_Tunde_Eva_Orvosi_etika_bioetika.pdf (2024. 05. 13.)

- Dementyev, Artem (2021) An Open Source Vibrotactile Haptics Platform for On-Body Applications, *Google Research*, November 12, 2021. <https://research.google/blog/an-open-source-vibrotactile-haptics-platform-for-on-body-applications/> (2024. 05. 26.)
- Domschitz, Mátyás – Hamp, Gábor (2006) A kommunikáció színtereiről. In: Horányi Özséb (2006 szerk.) *A kommunikáció mint participáció*. Budapest, Typotex. 101–152.
- Doukakis, Efstratiosv – Debattista, Kurt – Bashford-Rogers, Thomas – Dhokia, Amar – Asadipour, Ali – Chalmers, Alan – Harvey, Carlo (2022) Audio-Visual-Olfactory Resource Allocation for Tri-modal Virtual Environments. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(5). 1865–1875. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30762561/> (2024.04.11.)
- El Jamiy, Fatima – Marsh, Ronald (2019) Survey on depth perception in head mounted displays: distance estimation in virtual reality, augmented reality, and mixed reality. *IET Image Processing*, 13 (5). 707–712. <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2018.5920> (2024.05.17.)
- Fang, Binxing (2018) *Cyberspace Sovereignty. Reflections on Building a Community of Common Future in Cyberspace*. Beijing, Springer.
- Fehér, Katalin (2016) *Digitalizáció és új média. Trendek, stratégiák, illusztrációk*. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Gallace A. – Spence C. (2009) The cognitive and neural correlates of tactile memory. *Psychological Bulletin*, 135(3). 380–406. doi: 10.1037/a0015325. PMID: 19379022.
- Goddard-Blythe, Sally (2006) *Reflexek, tanulás és viselkedés*. Budapest, Medicina.
- Hernandez, Miguel (2023) Haptic Feedback: Everything You Need To Know. *ParallelStaff*, 2023.12.13., <https://parallelstaff.com/haptic-feedback-everything-you-need-to-know/> (2024. 05. 26.)
- Horányi, Özséb (szerk.) (2006) *A kommunikáció mint participáció*. Budapest, Typotex.
- Horváth Dóra – Mitev Ariel (2015) *Alternatív kvalitatív kutatási kézikönyv*. Budapest, Alinea.
- Hutmacher, Fabia (2019) Why Is There So Much More Research on Vision Than on Any Other Sensory Modality? *Frontiers in Psychology*, 10, 481030. <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2019.02246/full> (2024.11.18.)
- Juhász, Márta – Takács, Ildikó (2007) *Pszichológia*. Budapest, Typotex.
- Kelemen, Roland (2023) A kibertér jellemzőinek biztonság központú vizsgálata. *Jog – Állam – Politika*, 2023/1. 75–90. o.
- Kocsis, Zsuzsanna (2021) A világ leképezése: az észlelés szerveződése és kifejlődése. In: Pléh Csaba (2021 szerk.) *Pszichológia*. Budapest, Akadémiai Kiadó. https://mersz.hu/dokumentum/m880pk__105/, DOI: 10.1556/9789634546399.5 (2024.04.09.)
- Kriskó, Edina (2017a) A rendőrségi kommunikáció aktuális kérdéseiről. In: Gaál, Gyula – Hautzinger, Zoltán (2017 szerk.) *Szent Lászlótól a modernkori magyar rendészettudományig*. Pécs, Magyar Hadtudományi Társaság Határőr Szakosztály Pécsi Szakcsoport. 379–385.
- Kriskó, Edina (2017b) Új kihívások a virtuális és kiterjesztett valóságok korában. *Médiakutató*, XVIII. évf. 1–2. 125–137.
- Kroemer-Elbert, Katrin E. – Kroemer, Henrike B. – Kroemer Hoffman, Anne D. (2018) Chapter 5 – Human Senses. In: Kroemer Elbert, Katrin E. – Kroemer, Henrike B. – Kroemer Hoffman, Anne D. (2018 ed.) *Ergonomics* (3rd ed) (h.n.) Academic Press. 171–252.

- Labuschagne, Adri (2003) Qualitative research: Airy fairy or fundamental? *The Qualitative Report*, 8 (1). 100–103. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2003.1901>
- LaValle, Steven M. (2020) *Virtual Reality*. (h. n.), Cambridge University Press. <https://lavalle.pl/vr/vrbook.pdf>, (2024.05.22.)
- Ley, Madelaine – Rambukkana, Nathan (2021) Touching at a Distance: Digital Intimacies, Haptic Platforms, and the Ethics of Consent. *Science and Engineering Ethics*, 27. 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11948-021-00338-1> (2024. 05. 26.)
- Mandl, József (2022 szerk.) *Bioetikai kódex*. (h. n.) Egészségügyi Tudományos Tanács, <https://ett.okfo.gov.hu/bioetikai-kodex/> (2024. 05. 13.)
- McQuail, Denis (2015) *A tömegkommunikáció elmélete*. Budapest, Wolters Kluwer.
- Meskó, Bertalan (2016) *Az orvoslás jövője*. Budapest, HVG.
- Mészáros, Rezső (2006) A kibertér, mint új földrajzi tér. In: Kiss Andrea – Mezösi Gábor – Sümeghy Zoltán (2006 szerk.) *Táj, környezet és társadalom – Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére*. Szeged, SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék. 489–496. <https://www2.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/baba/Meszaros.pdf> (2024.01.27.)
- Ning, Huansheng – Dhelim, Sahraoui – Bouras, Mohammed Amine – Khelloufi Amar – Ullah, Ata (2018) Cyber-Syndrome and its Formation, Classification, Recovery and Prevention, *IEEE Access*, 6. 35501–35511. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8387784> (2024. 05. 25.)
- Panagiotakopoulos, Dimitrios – Marentakis, Georgios – Metzitakos, Rossetos – Deliyannis, Ioannis – Dedes, Fanourios (2022) Digital Scent Technology: Toward the Internet of Senses and the Metaverse. *IT Professional*, 24 (3) 52–59. <https://doi.org/10.1109/MITP.2022.3177292>
- Piccardi, Elena Serena – Gliga, Theodora (2022) Understanding sensory regulation in typical and atypical development: The case of sensory seeking. *Developmental Review*, 65. 101037. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2022.101037>
- Pörzsi, Zsuzsanna (2013) *Autonómia versus felelősség a bioetikában és az egészségügyben*. doktori (PhD) értekezés, Pécs, PTE ÁOK. https://aok.pte.hu/docs/phd/file/dolgozatok/2013/Porzsi_Zsuzsanna_PhD_dolgozat.pdf (2024. 05. 12.)
- Sacks, Oliver (2004) *Antropológus a Marson*. Budapest, Osiris.
- Schneegass, Stefan – Oualil, Youssef – Bulling, Andreas (2016) SkullConduct: Biometric User Identification on Eyewear Computers Using Bone Conduction Through the Skull In: *CHI '16: Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, Association for Computing Machinery. 1379–1384. <https://doi.org/10.1145/2858036.285815>
- Sándor, Judit (2009) *Emberi jogok az orvosi biológia területén – a nemzetközi jog szerepe az emberi jogok és a bioetika közeledésében*. Budapest, Országos Kriminológiai Intézet.
- Schwartz, Bennett L. – Krantz, John H. (2023) *Sensation and Perception*. SAGE Publications.
- Segad, Nassim – Bariah, Lina – Hamidouche, Wassim – Hellaoui, Hamed – Jäntti, Riku – Debbah, Mèrouane (2024) *Generative AI for Immersive Communication: The Next Frontier in Internet-of-Senses Through 6G*. arXiv:2404.01713v2 [cs.CL] 13 Aug 2024.
- Shi, Feifei – Ning, Huansheng – Dhelim, Sahraoui (2021) A Tutorial of Cyber-Syndrome viewed from Cyber-Physical-Social-Thinking Space and Maslow's Hierarchy of Needs. *arxiv*. Cornell University, <https://arxiv.org/abs/2111.02775> (2024.05.05.)

- Silverman, David (2000) Analyzing talk and text. In: Denzin, Norman K. – Lincoln, Yvonna S. (2000 eds.) *Handbook of qualitative research*. (2nd ed.), Sage, Thousand Oaks. 821–834.
- Straiton, Jenny (2020) Neural-digital Interfaces: Creating Bionic Humans. *BioTechniques*. 69 (3) 153–155. <https://doi.org/10.2144/btn-2020-0120> (2024.02.23.)
- Szabó, Mihály (2015) *Értelmileg és tanulásban akadályozottak kórtana*. Szeged, Szegedi Tudományegyetem.
- Szemenyei, Márton – Varnyú, Dóra (2023) *Deep Learning a Vizuális Informatikában*. Budapest, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. <https://deeplearning.iit.bme.hu/Public/DL/Jegyzet.pdf> (2024.05.11.)
- Szkála, Károly – Munk, Sándor (2018) A kibertér fogalma, értelmezése és fejlődése. *Földrajzi Közlemények*. 344–355. <https://ojs.mtak.hu/index.php/fk/article/view/1127/933> (2024.03.17.)
- Truly, Alan (2023) What is screen door effect in VR? *Digitaltrends*. 2023.03.08. <https://www.digitaltrends.com/computing/what-is-screen-door-effect-in-vr/> (2024.05.26.)
- Vi, Chi Thanh – Ablart, Damien – Arthur, Daniel – Obrist, Marianna (2017) Gustatory interface: the challenges of ‘how’ to stimulate the sense of taste, In: Velasco, Carlos – Nijholt, Anton (2017 eds.) *MHFI 2017: Proceedings of the 2nd ACM SIGCHI International Workshop on Multisensory Approaches to Human-Food Interaction*. New York, Association for Computing Machinery. 29–33, <https://doi.org/10.1145/3141788.3141794>
- Weaver, Warren (1966) The Mathematics of Communication. In: Smith, Alfred G. (1966 ed.) *Communication and Culture*. New York, Holt, Reinhardt and Winston. 15–25.
- Zheng, Yumei – Wei, Dawei – Li, Junlong – Zhu, Tao – Ning, Huansheng (2016) Internet use and its impact on individual physical health, *IEEE Access*, 4. 5135–5142. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7551188> (2024. 05. 25.)

További hivatkozások

- A Magyar Tudományos Akadémia Tudományetikai Kódexe. 25/2010. (V. 4.) számú közgyűlési határozat, https://mta.hu/data/dokumentumok/bolyai_osztondij/tudomanyetikai_kodex_kgy_20100504.pdf (2024.12.01.)
- Sound in VR, Istituto Auxologico Italiano, http://www.ism.univmed.fr/mestre/CDRV-C/Documents/Sites_Enregistres/www.cybertherapy.info/pages/sound.htm (2024.05.26.)
- The Four Theoretical Stages of Hearing, Orlando Ent. <https://www.orlandoent.com/blog/the-four-theoretical-stages-of-hearing/> (2024.05.26.)
- Internet of Senses. <https://www.ericsson.com/en/6g/internet-of-senses>; (2024.12.01.) <https://internetofsenses.com/> (2024.12.01.)
- (n. a.) Understanding Color Gamut Specs on Laptop Displays, ASUS. 2023.10.19. <https://www.asus.com/content/understanding-color-gamut-specs-on-laptop-displays/> (2024.05.26.)
- Wearable skin tech from the University of Tokyo's School of Engineering, *Maddyness*, 26 May 2021, <https://www.maddyness.com/uk/2021/05/26/wearable-skin-tech-from-the-universit>