

Magyar Képzőművészeti Egyetem Doktori Iskola

Biofeedback alapú interakciók

DLA értekezés

Harsányi Réka

(2015)

Témavezetők:

Dr. Habil, DLA Szegedy-Maszák Zoltán – egyetemi tanár, Doktori Iskola vezető

Varga Tünde PhD – Képzőművészet-elméleti Tanszék, egyetemi docens

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|---|----|
| Bevezetés..... | 3 |
| Neuroesztétika..... | 4 |
| Művészet mint testi tapasztalat..... | 8 |
| Neuropszichológia..... | 12 |
| Az eszköz mint testrész | 17 |
| A percepció és a technológia találkozása a művészeti „protéziseken” keresztül | 19 |
| Biológiai adatokra épülő interaktív művészeti kísérletek..... | 26 |
| Az interakció résztvevőjének megfigyelése, kutatási sémák..... | 43 |
| Tanulmány a videó-alapú-előhívásról..... | 46 |
| Két biofeedback alapú saját mű értelmezése..... | 49 |
| Alfa (Alpha), 2012, agyhullám vezérelt videóinstalláció..... | 50 |
| Érzéki észlelet (Sensory Perception), 2015, bioszenzor alapú audiovizuális performansz .. | 56 |
| | |
| IRODALOMJEGYZÉK..... | 59 |
| KÉPJEGYZÉK..... | 69 |
| SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ..... | 75 |

Bevezetés

Disszertációm első részében a *szenzórium (sensorium)* fogalmát és működését, az emberi test biológiai funkcióinak méréséhez használt lehetséges eszközöket, a *testben kódolt tapasztalatot (embodied experinece)*, valamint a műalkotás által keltett élményt, illetve érzékelésének biológiai és pszichés folyamatait teszem vizsgálódásom tárgyává, hogy megértsem az interaktív installáció befogadójában lezajló változásokat. Vizsgálom továbbá a *biofeedback-művészet* kialakulását és annak előfeltételeit, valamint aktualitását. Vajon miért nőtt meg az igény az ilyen típusú interakcióra, miért emeli be magát, azaz biológiai adatait az ember az adatvizualizáció ilyen formáiba? Könnyebben sodródik-e a felhasználó a folyamattal, mivel annak közvetlenül a részévé válik? Talán igen, hiszen testének biológiai funkciói gerjesztik vagy irányítják a végeredményt. Milyen interfészekon keresztül találkozik a látogató ezekkel? Milyen pszichológiai hatása van ezeknek az interakcióknak? Mennyiben jutnak más élményhez így a felhasználók, mint egy hagyományos, nem biofeedback alapú interakcióban? Azt is megpróbálom kideríteni a *Neuroesztétika* című fejezetben, hogy ezeknek az élményeknek van-e meghatározható központja az emberi agyban.

A művészeti alkotás, jelen esetben az interaktív mű létrehozásakor az alkotónak érdemes tisztában lennie annak társadalmi, kulturális és tudományelméleti kontextusával, melyeknek meghatározó háttérét olyan szerzők gondolatai adják, mint Dewey, aki a gyakorlati tapasztalaton alapuló értelmezést hangsúlyozza, vagy Shusterman, a *szómaesztétika* elméletének megalkotója. Az ember-számítógép interakció során a test is fontos szerepet kap a befogadásban, értelmezésben. Épp ez lehet az oka annak, hogy Shusterman az interakció tervezéssel, előadó-művészettel foglalkozó alkotóknak is tart előadásokat, melyet a második alfejezetben fejtek ki.

Az utolsó fejezet két saját, biofeedback alapú művem ismertetését és elemzését tartalmazza. A doktori művem, az *Én-Világ – szívverés alapú audiovizuális performansz*, mintegy előképe az *Érzéki-észlelet* c. előadásnak.

Neuroesztétika

A kognitív pszichológia – jórészt viselkedés kutatásokon keresztül – régóta foglalkozik azzal, miként értelmezünk egy műalkotást. Gustav Theodor Fechner már az 1860-as években az érzetek és a fellépő ingerek közti kapcsolatot vizsgálta, kutatását a *pszichofizika módszerének és elméletének* nevezte el. De vajon van-e ennek a megközelítésnek az esztétikai ítélet tekintetében valamilyen neurológiai szinten lezajló magyarázata? Mára a technika fejlődése (MRI, PET stb.) lehetővé tette a fizikai vizsgálódást ebben az irányban is. Mégis a *neuroesztétika* egy viszonylag új keletű tudományterület. Azt vizsgálja, hogy az általunk szépnek vélt dolgokat és a műalkotásokat egyazon módon dolgozza-e fel az agy. Ezt a feldolgozási folyamatot esztétikai tapasztalatként értelmezi. Fontos megjegyezni, hogy a szép fogalmát, mint szubjektív döntési kategóriát használja, voltaképpen a tetszetős szinonimájaként, s nem annak filozófiai értelmében, ahogy az esztétikát is eredeti jelentése, a görög „*aiszthészisz*” mentén, az érzékszervekkel felfoghatóként értelmezik. A *neuroesztétika* összefüggéseket keres a művészeti élmény befogadása és az agy különböző területeinek működése között, s a központi idegrendszer működésén keresztül értelmez vizuális esztétikai élményeket.

Semir Zeki, a londoni University College Anatómiai Tanszékének professzora, a mai látáskutatás egyik meghatározó alakja vezette be a *neuroesztétika* kifejezést a tudományos diskurzusba. Zeki nemzetközi elismertségét, hírnevét az 1990-es évek elejétől publikált könyvei hozták meg.¹ Ezekben a látórendszer moduláris működését, majd később a művészetnek az agyra gyakorolt hatását tanulmányozta. Zeki és Kabawata később részletesen ismertetett kísérletük keretében híres festményeket mutatott a vizsgálati alanyoknak, miközben az agyi aktivitásukat monitorozták.

Zeki szerint az agy prototipikus tulajdonságok alapján ismeri fel az ábrázoltakat. A vizuális észlelés moduláris, azaz a vizuális kérget számos párhuzamosan működő feldolgozási-észlelési rendszer és időbeli hierarchia jellemzi. A *neuroesztétika* egyik ága a sajátos művészeti kifejezéseket és több komponensből álló agyi értelmezésüket vizsgálja, valamint ezek egymáshoz való viszonyát, pl. Matisse perspektívával nem rendelkező, expresszív színeket alkalmazó, vagy Monet vibráló fényhatású műveit. Az ilyen esztétikai élményre az agyunk idegi szinten reagál. Az első, korai fázisban színeket, fényeket, formákat ismer fel, a másodikban (középső) egyes elemeket elkülönít és végül az utolsó (késői) fázisban megtölti azokat jelentéssel. Az agyi feldolgozás moduláris, ami lehetővé teszi a párhuzamos feldolgozást. Ezen komplex folyamat végeredményeként megszületik a tárgy észlelete, egy komplex reprezentáció, ami magában foglalja a hozzá fűződő érzelmi viszonyunkat is.

A vizuális élményre adott érzelmi reakciók mellett a vizuális esztétikai értékítélet létrejöttének mikéntjével is foglalkoznak a *neuroesztétika* művelői. Zeki nem kevesebbet állít, mint hogy az esztétikáról szóló elméletek nem lehetnek teljesebbek a vizuális esztétikai élmény idegrendszeri

¹ SZERZŐ 1993: *A Vision of the Brain*; 1999: *Inner Vision: an exploration of art and the brain*; 2010: *Glanz und Elend des Gehirns. Neurobiologie im Spiegel von Kunst, Musik und Literatur*

alapjainak ismerete nélkül. Szerinte a művészet célja is némiképp az alapvető vizuális attribútumok feldolgozása, a valóság prototipizálása, az alkotó által megfogalmazott, átadni kívánt üzenet minél egyszerűbb megjelenítése. Mindezt olyan, nem szokványos kontextusok által, melyeket a művészet használ: torzítás vagy túlzás, perceptuális jegyek csoportosítása, kontraszt kinyerés és felerősítés, jegyselekción, problémamegoldás, szimmetria, véletlenszerűség kerülése vagyis általános nézőpont keresése, ismétlés, ritmus, rend, egyensúly, metafora.²

Hideaki Kawabata és Semir Zeki közös kísérlete nem kevesebbet, mint az esztétikai élmény feldolgozásának idegrendszeri lokalizációját tette vizsgálat tárgyává, melynek tanulságait *Neural Correlates of Beauty* című 2003-ban publikált tanulmányukban³ fejtették ki részletesen. *Funkcionális MRI (Functional Magnetic Resonance Imaging / funkcionális mágneses rezonancia képfeldolgozás)* segítségével vizsgálták, hogy léteznek-e olyan agyterületek, amelyek a szépnek látott festmények nézése közben aktivizálódnak. A teszt előtt az alanyoknak különböző portrékat, táj-, élet- és absztrakt képeket mutattak és megkérték őket, hogy kategorizálják azokat aszerint, hogy szépnek, semlegesnek vagy rondának találják. Az eredmények azt mutatták, hogy a különböző kategóriákba tartozó festmények észlelése kapcsolatban áll az agy különálló és a vizualitásra specializálódott területeivel. Az *orbitofrontális kéreg* különbözőképpen reagál a szépnek, semlegesnek és csúnyának nevezett képek észlelése során, függetlenül annak festészeti kategóriájától (absztrakt, életkép, tájkép, portré), és ezen eltérő észlelési ingerek különbözőképpen aktivizálják a *motoros kéreg*.⁴ A különböző festészeti kategóriák megtekintése közben a vizuális kéreg eltérő területein jelentek meg mérhető aktivitások, különösen arc- és tájképek esetén, függetlenül attól milyenek ítélték az adott képet.

2 Semir ZEKI: *Art and the Brain*, *Dædalus*, 127, No. 2, 1998, pp. 71–103.

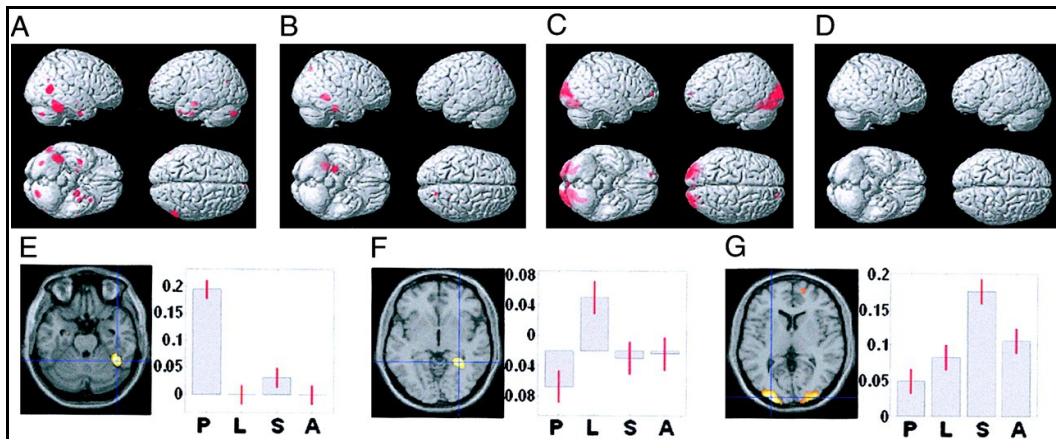
<http://www.vislab.ucl.ac.uk/pdf/Dædalus.pdf> (2015.02.01.)

3 Semir ZEKI, Hideaki KAWABATA: *The neural correlates of beauty*

Journal of Neurophysiology, 91, 1699–1705., 2004

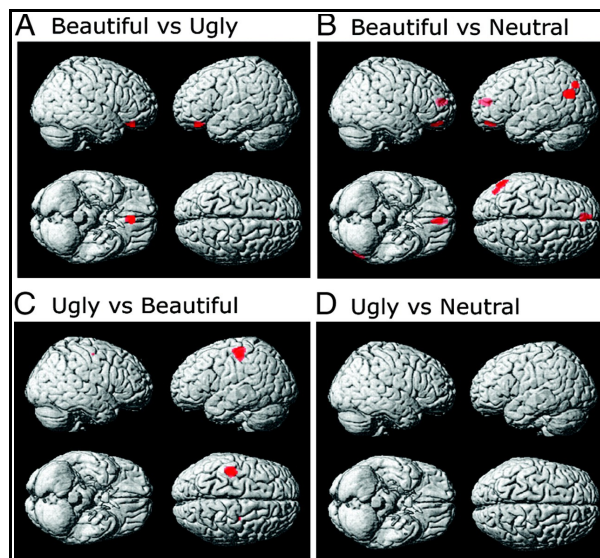
<https://www.scribd.com/doc/151934172/Zeki-S-Kawabata-H-Neural-Correlates-of-Beauty-2004> (2015.02.01.)

4 Ami a módszertanukat illeti, a vizsgált alanyok egészséges, jobb-kezü 21-30 év közötti, diplomások és egyetemi hallgatók voltak, akik nem rendelkeztek speciális festészeti vagy művészet-elméleti képzettséggel. Normális vagy normálisra-korrigált látással rendelkeztek és egyiküknek sem volt idegyógyászati vagy elmeorvostani rendellenessége. A pszichofizikai kísérletek előtt kategóriánként (absztrakt, életkép, tájkép, portré) 300 darab, monitoron megjelenő festmény reprodukciót kellett osztályoznia 1-től 10-ig terjedő skálán (1-4 csúnya, 5-6 semleges, 7-10 szép). Az egyes képeket az egyes alanyok eltérő kategóriákba tették, ami az egyiknél a szépbe, az a másikonál a csúnyába került, ezáltal ugyan megmaradt a befogadó szubjektív értékelése, érzékelése, de ez biológiai szempontból nem mérhető. Az alanyokat 3 és 6 nappal később, ezen pszichofizikai meghatározás után vizsgálták. A szkennelésben fekvő alanyoknak tetszőleges sorrendben megmutattak 192 reprodukciót, ügyelve arra, hogy minden festészeti és általuk besorolt tetszési kategóriából kerüljön be kép, de a szépeknél csak a 9-10, a csúnyáknál az 1-2 pontszámúakat használták. 12 eltérő blokkot határoztak meg a kategóriák kombinációiból, mindben nyolc kép szerepelt, ezek közül hat az egyik megítélt kategóriából került ki a másik kettő a maradék kettőből, tehát pl. egy blokkba hat szépnek, egy csúnyának és egy semlegesnek kategorizált került. Blokkonként 20 mp telt el, ahol képenként 2 mp jutott, fél mp-es intervallummal, mialatt az alany megnyomja a szubjektív kategóriának megfelelő gombot. Minden kép kétszer került elő, de nem egymás utáni blokkban. Az adatgyűjtés és analízis módszereit korábbi írásában kifejtette Zeki. Az eredmények kiértékelése szerint, a reakció időben nem volt jelentős eltérés az egyes döntéshozataloknál, épp ezért a motoros kéregben bal oldalon mért aktivitást, az alanyok jobb kezességével magyarázzák.



Funkcionális specializáció a vizuális kéregben

A „normál agy” együttes elemzésének ábrái: A – portré vs. nem-portré, B – tájkép vs. nem-tájkép, C – csendélet vs. nem-csendélet, D – absztrakt vs. nem-absztrakt. Látható, hogy utóbbinál nincs aktivitás, ez talán azzal magyarázható, hogy ugyanazon tulajdonságokkal és kompozíciós elemekkel rendelkeznek mint a többi, de nincs további egyedi jellemzőjük. E-G: átlagolt paraméterbecslések a három (E – portré, F – tájkép, G – csendélet) festészeti kategóriában.



Estétikai döntés specifikus aktivitások összehasonlítása

A – gyönyörű vs. csúnya, B – gyönyörű vs. semleges, C – csúnya vs. szép, D – csúnya vs. semleges

Arra a kérdésre, hogy létezik-e és hol lokalizálható olyan speciális agyterület, ami a szubjektíven kategorizált szép dolgok észlelése közben aktivizálódik, azt a választ kapták, hogy ez csak részben meghatározható – olvasható a tanulmányban. Meghatározhatóak a vizuális kéregnek az

adott kategóriára specializálódott területein belül a szépnek besorolt kép látványa közben aktív ingerek területei, ám csak akkor, ha egy másik csoporttal együtt vizsgálják (csúnya, vagy semleges), de ezek a területek a párosítástól és azok sorrendjétől függően máshol találhatóak, mint a fenti ábra is mutatja. Tehát a szép látványára adott agyi reakciónak nincs egy állandó területe. Kawasaki és munkatársai azt is kimutatták, hogy az *orbitofrontális kéreg* egyes neuronjai (a semleges állapottal összehasonlítva) kellemes ingerek hatására pl. szép dolgok látványára, beindítják a *jutalmazó sejtreakciót*, mivel az agy azon területét stimulálják, mely az örömeért felelős.⁵ Viszont kevésbé megjósolhatóak a csúnya és a semleges kategóriába tartozó képekre adott ingerek területei.

Alapvetően elmondható tehát, hogy a *neuroesztétika* módszertana szerint sincs egyértelmű recept arra, mi a szép, mivel az egyén szubjektív döntéseit a társadalmi és kulturális kontextus által befolyásolt, megtanult sémák és az egyéni tapasztalataiból ehhez társított emlékek és érzések váltják ki. Zeki kísérletéből az is látszik, hogy nincs egyértelmű neurológiai helye a szép vagy a kellemes érzetnek, csak valamihez képest jön létre eltérő agyi reakció. Elgondolkodtató azonban a *neuroesztetikával* kapcsolatban, hogy egy olyan fogalmat tesz vizsgálódása középpontjává, ami nem határozza meg a műalkotás befogadása közben létrejövő élményt vagy hatást, mivel pl. egy csúnyának kategorizált kép látványa közben keletkezett asszociáció, esetlegesen egy rossz emlék automatikus felidézése miatt számos műalkotás maradandó emlék, hatalmas katarzis okozója lehet. A befogadó saját korábbi tapasztalataiba ágyazva keresi a mű „értelmét”, míg a *neuroesztétika* csak a látás aktuális, jelen idejű folyamatát veszi alapul. Kizárólag festményekről készült reprodukciókat használ a vizsgálathoz, ami nem csak nem fedi le a képzőművészeti alkotások teljes skáláját, de a többi művészeti ágat is figyelmen kívül hagyja. Valamint egy festmény nézése fizikálisan passzívabb folyamat, mint például egy testi részvételen alapuló interaktív installáció használata, így az agyban zajló reakcióknak is eltérőeknek kell lenniük. Vizuális oldalról közelít, pedig az élmény a testben kódolt tapasztalatokból, a gyakorlatban megtanult testi funkciók ötvözéséből létrejött komplex hatás, tehát nem csak az agy játszik szerepet létrejöttében, hanem a megtanult viselkedésünk is.

Felmerül a kérdés, hogy a befogadás háttérében álló a társadalmi, kulturális, illetve pszichológiai folyamatok vizsgálata vajon valóban közelebb visz-e a befogadás megértéséhez?

5 "Kawasaki et al. (2001) have shown that single neurons in human orbito-frontal cortex increase their responses more to aversive than to pleasant stimuli compared with the neutral state, although they do not give reverse examples." *Neural Correlates of Beauty*, by Hideaki Kawabata, Semir Zeki, in *Journal of Neurophysiology* Published 1 April 2004 Vol. 91 no. 4, pp. 1699-1705 DOI: 10.1152/jn.00696.2003
 EREDETI: Kawasaki H, Kaufman O, Damasio H, Damasio AR, Granner M, Bakken H, Hori T, Howard MA, and Adolphs R. Single-neuron responses to emotional visual stimuli recorded in human ventral prefrontal cortex. *Nat Neurosci* 4: 15–16, 2001.

Művészet mint testi tapasztalat

Mivel az interakcióban a befogadó a testével is részesévé válik a folyamatnak, fontosnak tartom körbejárni a testi tapasztalat fogalmát. Dewey az 1930-as években írt szövegeiben azt állítja, hogy a tapasztalat fogalma nem választható el a mindennapi élettől. A mindennapi rutin-cselekvéseket érti ez alatt, melyek nem tudatos, hanem ösztönös reakcióként jelennek meg. Az élet gyakorlat, és az elméletet is ehhez a gyakorlati tapasztalathoz köti, mivel az az élet részét képezi, tudniillik az elmélet gyakorlati problémák megoldására alkalmazható, így az eszmék a cselekvés eszközei.

Dewey intenciója a lehető legdemokratikusabb társadalom létrehozása. Az ehhez szükséges szociális intelligencia, azaz az egyének adaptív viselkedése közös tevékenységekkel, aktív, együttműködő részvétellel alakítható ki. A karteziánus szubjektum és objektum szétválasztásán alapuló gondolkodással szemben ő abból indul ki, hogy a tapasztalatban a test és az elme nem elválasztható. Innen közelíti meg a kommunikáció, az értelmezés, és a válaszreakció kérdését is. Tagai szerint Dewey tapasztalat felfogását három aspektusból közelíthetjük meg. Egyrészt Dewey hangsúlyozza, hogy „*a tapasztalatban mindig van valami objektív, amit tapasztalunk, valami a szubjektumtól, s magától a tapasztalattól független, vagyis a tapasztalat kategóriájában nem oldható fel a szubjektum és az objektum különbsége.*”⁶ Ezt az elgondolást Dewey *Experience and Nature* című művében a következőképpen fogalmazza meg: „*A tapasztalat egyszerre van kívül és belül a természetben. ... A dolgok bizonyos módon való kölcsönhatása a tapasztalat; a dolgok azok amiket tapasztalunk.*”⁷ Másrészt *Art as experience* című könyvében a különbséget tesz a közvetlen és a megismerésen alapuló tapasztalat között, előbbi a dolgok megismerését jelenti, utóbbi esetben a tapasztalat integrálódik és elhatárolódik egyéb tapasztalatoktól, így válik EGY individuális egésszé. Harmadrészt Dewey szerint nem határolható el egymástól a tudomány és a mindennapi élet tapasztalatfogalma, mivel mindkét esetben ugyanaz a folyamat zajlik le, mindössze a tudomány keretrendszere szabályozottabb. Dewey megközelítése alapján az egyén a tapasztalatot és az eszméket is mint eszközöket alkalmazhatja saját céljának elérése érdekében. Habár a situáció, melyben a megoldandó probléma felmerül, mindig egyedi, de annak elemei folyamatos kölcsönhatásban állnak, így változtatják egymást. A cselekvő *szubjektív* aktivitása formálja a cél *objektív* minőségét.⁸

A művészetet is a demokratikus élet gyakorlatába ágyazza: fontos elgondolása, hogy a műalkotás egzisztenciájának fontos része a nézők élménye, ezáltal válik a mű egésszé. 1934-ben megjelent *Művészet mint tapasztalat (Art as experience)* című könyvében fejti ki elméletét, ebben az esztétikai tapasztalatot a szubjektum érzékelésén határozza meg. „*A művészet dialógus, és*

6 TAGAI Imre: *John Dewey*, Kossuth Könyvkiadó, 1982; 25. old.

7 JOHN DEWEY: *Experience and Nature*, New York, Dover Publications, 4a. o.; fordította: TAGAI Imre

8 TAGAI Imre: *John Dewey*, Kossuth Könyvkiadó, 1982; 19-33. old.

*egy műalkotás élete a közösség kulturális életéből származik. ... Minden művészet és műalkotás ritmusa mögött ott van az élőlény környezetével való kapcsolatának alapmintázata.”*⁹

A pragmatista szemléletben a művészetet vissza kell állítani a köz szolgálatába, e-képpen a hétköznapok tárgyait éppúgy műtárgynak kell tekinteni, mint a kanonikus, művészeti-intézmény-rendszerekben bemutatott, élettől elszigetelt alkotásokat. Dewey szerint az esztétikai tapasztalat része az emberi tapasztalatoknak, a kulturális életen belül a legfőbb helyet a művészet érdemelné, mivel értelmezéséhez, létrehozásához éppúgy intelligenciára van szükség, mint az egyéb intellektuális tevékenységeknél, így filozófiai szempontból is vizsgálhatjuk.¹⁰ Azt is állítja, hogy a művészet „életben tartja azt a képességünket, hogy közös világunkat a maga teljességében tapasztaljuk meg.”¹¹ A tapasztalat pedig az a folyamat, melyben a dolgok egymáshoz való viszonyát tárjuk fel, nem más, mint a tanulás. A világot is interakciókon keresztül fogjuk fel, ezáltal általunk felruházott (szubjektív) jelentéssel bír. Az objektum pedig a *hatásával* azonos, így ha a vizsgálat körülményeit megváltoztatjuk, az eredmény eltérő lesz, tehát az objektumot változtattuk meg. Objektum-szubjektum egy egységet alkot.

Dewey eszméjének egyik követője a neopragmatista, azon belül is posztanalitikus¹² nézeteket valló Richard Shusterman, a *szómaesztétika* fogalmának megalkotója. A *szóma* görög eredetű szó, jelentése test, az élő test szinonimájaként értelmezendő. Az *esztétika* (a szó eredetije a „aiszthészisz”) szintén görög eredetű, jelentése érzékszervekkel megtapasztalható, tehát a látványt a befogadás folyamata felől értelmezi. Shusterman mielőtt megalkotta elméletét, pragmatista filozófusokat tanulmányozott, valamint a *Feldenkrais-módszer* (érzékszervi tudatosságra irányuló mozgásterápia)¹³ és a *Zen meditáció* test-tudat központú gyakorlatait is elsajátította. Mindkettő a testi tapasztalás tudatosításán, a formális (megtanult, szabályozott) és az informális (tapasztalati úton létrejött) tudás között teremti meg az összeköttetést. E kettő viszonyait értelmezve kontrollálhatóvá, javíthatóvá válik a test, valamint megerősíthető a test-tudat. A *szómaesztétika* egy, az érzékszervi megértés (esztétika) helyének, azaz az élő test (szóma) használatának és megtapasztalásának kritikai tanulmányozását és fejlesztését célul kitűző interdiszciplináris kutatási terület, melyben az elmélet és a gyakorlat szorosan összekapcsolódik. Ennek elérése érdekében a tudás formáinak széles területeit ötvözi, társadalmi gyakorlatokat, kulturális hagyományokat, a szomatikus megértéshez kapcsolódó testtel foglalkozó tudományágakat, sőt, a bioenergetika vagy a kézmozdulatokat tanulmányozó idegtudomány is illetékességi körébe tartozhat.

9 John DEWEY: *Art as Experience (1934)*, A Perigee Book 2005, The Berkley Publishing Group, USA;

10 BALOGH Dávid: *A művészeti élmény ideológiái, a pragmatista esztétika és a költészet két fajtája*, 2012-13, 2-6. old. <http://www.drkollarcoaching.hu/baloghdavid.pdf> (2015.05.05.)

11 Richard SHUSTERMAN: *Pragmatista esztétika*, Kalligramm Kiadó, 2003, 53. old.

12 Nem ragaszkodnak az analitikus látásmód prioritásához.

13 1949-ben adta ki első könyvét a Feldenkrais-módszerről *Az emberi test és az érett viselkedés (Body and Mature Behavior)* címen. A tudatos cselekvés az adott tevékenység során magát a cselekvési folyamatot felfogó képességben rejlik – ez a jól körülírható adottság oly mértékben teszi lehetővé tetteink szándékainkhoz történő igazítását, hogy egész életünkben sikeresek lehetünk. A fizikai tapasztalat által jut agyunk új információhoz és így változtatjuk meg a régi, rossz beidegződést. Megtapasztaljuk, hogy a különböző mozgásokat könnyen és erőlködés nélkül, többféle módon is végre lehet hajtani, ez áterjed életünk más területeire is, így életminőségünk javul.

Ahogy Shusterman fogalmaz: „a legtöbb a testi tapasztalattal foglalkozó pragmatikus tudományos diskurzusból hiányzik az egyének életében megvalósítható szomatikus gyakorlat.”¹⁴ *Thinking Through the Body. Essays in Somaesthetic* című írásának egyik lényegi megállapítása, hogy a test az érzék(szerv)i elsajátítás helye, valamint hogy a testi tudatosság gyakorlati irányítást tesz lehetővé. A *szómaesztétika* a művészet értelmezésében három fázist különböztet meg: a tapasztalatot, a megértést és az értelmezést – fontos kiemelni a két utóbbi elkülönítését.

*„A megértés és az értelmezés ezen funkcionális megkülönböztetése, amit a mindennapi gyakorlat is alátámaszt, nemcsak egy olyan ellenpólussal látja el az interpretációt, amely segít abban, hogy világosabban értsük az interpretáció jelentését, hanem olyan megalapozó háttéranyaggal is, amelyen dolgozik, s amely irányítja működését. Sőt mi több, felismerve a megértést (kulturális közvetítettsége ellenére) közvetlen és spontán fajtáját, igazságot szolgáltatathatunk kognitív életünk reflektálatlan dimenziójának. A legtöbbször ugyanis, amikor intelligens módon megértünk valamit, és a megfelelő magatartással reagálunk bizonyos szituációkra, akkor nem bocsátkozunk semmiféle reflexióba, gondolkodásba vagy interpretációba.”*¹⁵

Shusterman szerint ez a megértés-értelmezés distinkció nem egyezik meg a nyelvi és nem-nyelvi felfogás megkülönböztetésével. Példaként a hétköznapi szituációkat említi, ahol előfordul olyan fogalmi-megértés, amit nem követ értelmezés, hanem közvetlenül és reflektálatlanul felfogjuk, pl. ha valaki azt mondja az esemény „hét és tíz óra között” zajlik le. Álláspontja szerint a nem-fogalmi megértésre pedig nem-fogalmi választ adunk, így ez a közvetlen megértés nem-nyelvi is lehet. „Magatartásunk időnként olyan nemfogalmi válaszokat testesít meg, amelyek nem-nyelvi cselekvésre vagy szituációkra irányulnak, és ezek szavak (vagy azok elmén belüli tudatos reprezentációi) nélkül bizonyítják, hogy az illető megértette az összefüggéseket. A táncos, a szerető, vagy a labdajátékos szándékos gesztusai vagy mozgásai anélkül is megismerhetők és kellő módon megválaszolhatók (a partner, a csapattárs, vagy a nézők által), hogy azok valaha is (valóságos vagy képzelt) szavakban artikulálódtak volna.”¹⁶ Ebből következően Shusterman szerint a megértés a gyakorlati életünkben gyakran nem fogalmi eredetű. Shusterman amellet érvel, hogy az alkotó művész általában egy fogalmilag felfogott értelmet fordít át a műalkotásba, s nem tér ki az érzelmek vezérelte, gesztus alapú alkotásokra.

Shusterman arra mutat rá egy rádióműsorban elhangzott riportban, miként viszonyul egymáshoz a *szómaesztétika*, a művészet és a testben kódolt élmény. A kapcsolat tisztázásának kedvéért performansz művészként kezdett el tevékenykedni, melynek eredménye a művészeti alkotási folyamat kísérleti dimenziójának felismerése lett. Ennek az önmagában is fontos folyamat-

14 What is somaesthetics? <https://somaesthetics.wordpress.com/somaesthetics/> (2015.05.02.)

15 Richard SHUSTERMAN: *Thinking Through the Body. Essays in Somaesthetic*, 174. old., fordította: Krémer Sándor *Szómaesztétika és az élet művészete*, Válogatás Richard Shusterman írásaiból c. könyvben, 2014

16 Richard SHUSTERMAN: *Thinking Through the Body. Essays in Somaesthetic*, 175. old., fordította: Krémer Sándor *Szómaesztétika és az élet művészete*, Válogatás Richard Shusterman írásaiból c. könyvben (2014)

nak eredményeként válik fontossá a művészet az alkotónak, a befogadónak pedig a létrejött mű megtapasztalásán, egy az egész testet bevonó élményen keresztül.¹⁷

Azt, hogy a *szómaesztétika* miként kapcsolódik az interakció-tervezéshez vagy az ember-számítógép-interakcióhoz, Shusterman a *Thinking Through the Body and Designing for Interactive Experience* című előadás sorozatában fejti ki. Gondolatmenete azon alapul, hogy a test az érzéki észlelés eszköze, így manipulálásával befolyásolhatjuk a befogadóban keletkező érzeteket. A testtartás és a viselkedés összefügg az érzésekkel, ösztönökkel, társadalmilag vagy szociálisan megtanultak is lehetnek, de a személyiségben mélyen kódoltak. Interaktív termékek fejlesztésénél is fontos szerepe van a *szómaesztétikának*, hiszen a világot is a testünkön keresztül fogjuk fel, a tárgyakkal való kölcsönhatás által. Ezalatt nem az ergonómiai formatervezést értem. Pl. ha becsukjuk szemünket és kizárólag magunkra, testünk létezésének érzésére koncentrálnunk, elkerülhetetlen hogy érezzük a ruhát vagy szellőt a testünkön, vagy a bútort amin ülünk, a gravitációt. Lélegzéssel interakcióba lépünk a minket körülvevő levegővel. A felhasználói élmény megtervezésénél nemcsak az emberi test sematikus adottságait kell figyelembe venni, hanem az egyénekre jellemző eltéréseket is (pl. magasság). Egy érintőképernyős mű megtervezésénél az eltérő típusú érintésekre adott audiovizuális reakciók különböző érzeteket keltenek a befogadóban, de ez kiegészül az interakcióban kialakított viselkedése következtében kialakult érzelmeivel, pl. erősebben kell megnyomnia a képernyőt mint a többieknek, és ettől frusztrálttá válik. Az interakciónak egy olyan működőképes élménynek kell lennie, mely „táncba viszi a befogadót”, izgalmas, felfedezendő rejtvénynek mutatja számára a művet, s ennek érdekében bizony általánosan elfogadott irratlan szabályokra kell épülnie. Az alkotónak saját magán kell tesztelnie, megtanulnia a keretrendszereket, mielőtt másokon kísérletezne. Bizonyos esetekben a tömegek igényeinek meghallgatása és kielégítése, így a tőlük kapott visszajelzések alapján jobb irányba, céltudatosan fejleszhető a mű (installáció, épület, használati tárgy). Az ember-számítógép interakcióban ember-ember kommunikáció is előfordulhat, ezért a testi céltudatosság fontossá válik. Percepciónk nemcsak a vizualitásra épül, gyakran taktilis, így hiba lenne kihagyni a tervezési folyamatból a többi érzékszervünket. Ugyanakkor a vizuális észlelésünk egyéb motoros reakciókat is beindít bennünk, melyeknek agyban történő összekapcsolásával teljes és egyben összetett képet kapunk környezetünkben.¹⁸

17 The Myddle Way Podcast 67: Richard Shusterman, 56:20-57:47

“Art is very important for somaesthetics and actually one dimension – I don't think it's a good idea to go into it very much in this talk – but because I work a lot with artists and most of the practical workshops that I give have been to artist audiences. I have given it for professional choreographers and dancers, for graduate students and performers in music, for visual artists, for people involved in Human Computer Interaction Design, and as a result of my work with the artists, some of them they just really want to be very direct, and when they want to know what is the connection between somaesthetics and art. I started myself to do work myself as a performance artist to make the connection clear – but I don't want to go into this in detail here – but just say as a result of that work is a recognition of the experimental dimension of artistic creation, which is part of what makes art important, not just the objects that are exhibited, but what makes art important for the artist who creates those objects is the whole performative process involved in the creation, which exciting in itself and for the viewer, when it's a powerful experience, it is also a kind of full bodied immersion and recreation of experience through the artwork. So, there is a big bodily dimension in art.”

<https://www.youtube.com/watch?v=zIsDyONGykQ> Published on Jun 27, 2015 (2015.06.30.)

18 Richard SHUSTERMAN: *Somaesthetics*. Soegaard, Mads and Dam, Rikke Friis (eds.). 2014, "The Encyclopedia of

Neuropszichológia

„Itt van például a fejem: milyen érdekes üreg ezzel a két ablakkal a külvilágra. Két nyílás, ebben biztos vagyok, mert látom a tükörben, és mert be tudom csukni hol az egyiket hol a másikat, külön-külön. És mégis csak egy nyílás van, mivel csak egy összefüggő tájat látok magam előtt, válaszfalak és szakadások nélkül.”¹⁹

Shusterman szerint az agykutatók Dewey és James²⁰ pragmatista elméleteit tesztelik biológiai, neurológiai alapokon. A neuropszichológia javarészt az agykárosodások okozta változásokat vizsgálja, s ezt éppen a test agyban történő reprezentációja miatt tartom fontosnak megemlíteni. Az agy a testrészek kiterjedéséről, formájukról, elhelyezkedésükről, működésükről, azokon keresztül történő érzékelésről egy „térképet” alkot. Ezért az idegi hálózat felelős, mely velünk születik és tapasztalati úton tanul, mintákba rendezve menti el azokat, így jön létre a *test-tudat*. Lassan alakul át ez a térkép, ezért is lehetséges hogy néhány ember, végtagjainak amputálása után is „érzi” azok jelenlétét. A *somatoszenzoros*²¹ kéregben a test egész felszíne leképződik, az alábbi ábrán látható miként. Az agykéreg térképén elfoglalt testrészek területének nagysága nem egyezik meg a testrész felületének, azaz bőrének kiterjedésével, hanem a receptorainak sűrűsége által meghatározott taktilis érzékelésben betöltött szerepe határozza meg. Mivel az idegsejtek rugalmasan kapcsolódnak egymáshoz, ha az egyikhez nem érkezik inger, a közelében lévő másiktól átveszi azt, így fordulhat elő az, hogy ha például megérintik valakinek az arcát, akkor fantom-kezén is érzi azt, mivel a két feldolgozó terület egymás mellett található, írja V. S. Ramachandran saját megfigyeléseire alapozva. Az agy a testet megtapasztalja és a kapott információkat megjegyzi. A vizuális visszajelzés a legfontosabb része ennek a visszacsatolásnak. Ramachandran tükrös-doboz gyógyterápiája jól illusztrálja ezt, melyben az amputált karban fellépő zsidbadás/fájdalom megszüntetésére a még ép kar tükörképét vetíti a páciens elé, melyet mozgatva pusztán a vizuális reprezentáció „becsapja” az emberi agyat, s elmúlik a fájdalom/zsidbadás érzete a hiányzó végtagban. A páciens a meglévő kezét látja visszatükrözve a fantom keze helyére. Ha mozgatja kezét, és közben a tükröt is nézi, habár tudatában van másik keze hiányának, mégis „érzi” és elhiszi, hogy mozog a fantom keze, mivel ezt látja, ami által elmúlik a fantom fájdalma is. Ennek oka, hogy az agy is megpróbálja mozgatni azt, de mivel nem jönnek vissza az elektromos jelek, megtanulja, hogy a kar nem is létezik már.²²

Human-Computer Interaction, 2nd Ed.". Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation. Available online at <https://www.interaction-design.org/encyclopedia/somaesthetics.html> (2015.02.01.)

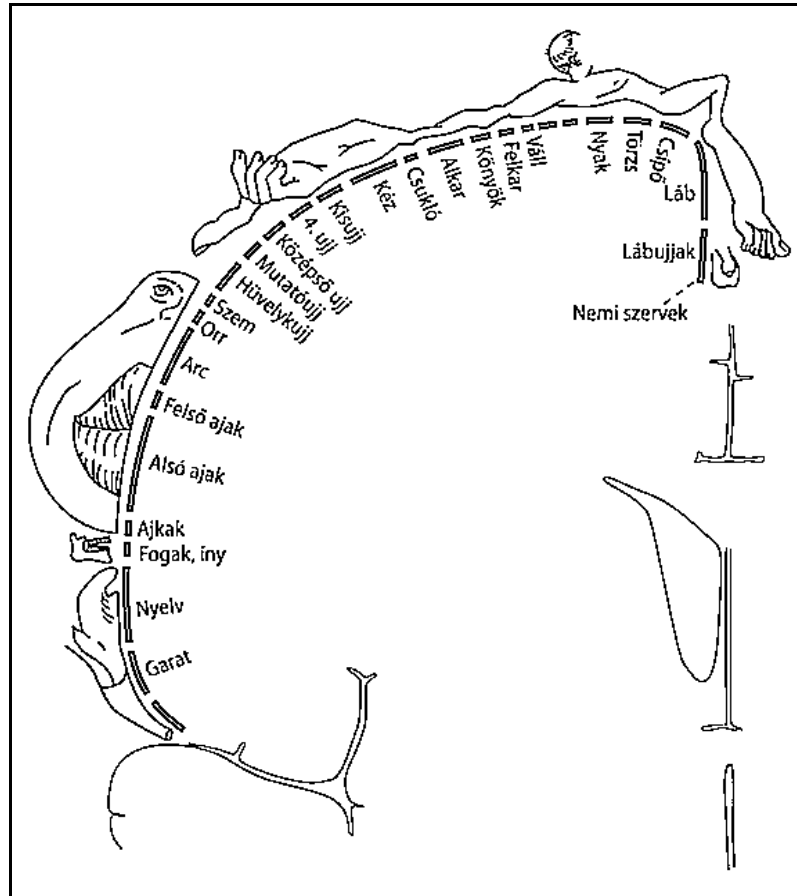
19 Michel FOUCAULT: *Az utópikus test*, 1966, <http://tiszatajonline.hu/?p=50038> (2015.05.05.)

20 „Jamesnek fontos szerepe volt a tudat céljának megértésében, az általa vallott nézetekből táplálkozik a modern pszichológia is. Szerinte az elme azért alakult ki, mert funkciója van, segíti a környezethez való alkalmazkodást. Megközelítését funkcionalizmusnak nevezzük.”

https://hu.wikipedia.org/wiki/William_James (2015.05.05.)

21 A bőrből és a belső szervekből érkező ingerek és ezen ingerek érzékelésével kapcsolatos.

22 V. S. RAMACHANDRAN and William HIRSTEIN: *The perception of phantom limbs*, *The D. O. Hebb lecture*, Brain (1998), 121, pp. 1603-1630



„A szomatoszenzoros cortex szomatotóp elrendezése: a „szenzoros homunculus”

W. Penfield és Th. Rasmussen (1950): *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization and Function*. The Macmillan Co., New York alapján. Az ábra a gyrus centralis posterior frontalis metszetén ábrázolja a test egyes régióinak érzőreprezentációját. A valódi arányokat a kéreg felszínére helyezett vastag vonalak szemléltetik.

Legmedialisabban (medialis = közbülső) képeződik le az alsó végtag, lateralisán (lateralis = oldalsó) pedig a fej. Látszik, hogy a kéz, különösen pedig a mutatóujj, az arc egyes részei, beleértve a nyelv csúcsát, aránytalanul nagyobb kérgi reprezentációval rendelkeznek, mint a többi terület”²³

A napjainkban elterjedő, könnyen hozzáférhető digitális eszközöknek köszönhetően, mint amilyen a VR szemüveg is, az alap pszichológiai tesztek elvégezhetőek a kibertérben is. A *Positive Illusions of Self in Immersive Virtual Reality* kísérleteken belül azt vizsgálták az *Event Lab* kutatói, hogy ezekben a digitális környezetekben az alanyok képesek-e azonosulni virtuális testükkel, akkor is ha az teljesen eltérő arányú testrészekkel, ellenkező nemmel, vagy származással

23 FONYÓ Attila: *Az orvosi élettan tankönyve*, Medicina Könyvkiadó Zrt., 2011,

34. fejezet – Szenzoros működések I.: általános áttekintés és a szomatoszenzórium

W. Penfield és Th. Rasmussen (1950): *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization and Function*. The Macmillan Co., New York alapján.

rendelkezik. Az eredmények szerint, mivel a virtuális test mozgása, a sisakban látott mozdulatok, gesztusok, érzetek megfeleltek a saját testén tapasztaltakkal, az alanyok teljes mértékben azonosulni tudtak ezzel a másik testtel.²⁴ Az emberi agy a valóságot hasonlóan, virtuálisan reprezentálja. Tanulás útján megszerzett információkból rakja össze a világról alkotott „képet” és benne a szubjektum saját testét is annak részeként. Az agy hipotéziseket alkot a test és a valóság viszonyáról, aktuális állapotáról, s a test elhelyezkedéséről a térben, így ennek kihasználásával könnyű becsapni. A Ramachandran által kifejtett test reprezentációt alapul véve, mivel az agy a testrészek pozíciójáról, a mozdulatokról folyamatosan információval rendelkezik, azzal megegyező vizuális visszajelzés következtében elfogadja, hogy a látott test vagy testrész a sajátja. Ám ez csak abban az esetben működik, ha a valóságban érzékelt és a virtuális térben látható mozdulatok, gesztusok megegyeznek.

A megismerést nemcsak egyéni, hanem a társas érintkezés során keletkező tapasztalatok is befolyásolják. Mint azt az 1980-as²⁵ években kimutatták, a testi tanulás és a szociális viselkedés szempontjából a *tükörneuronok*^{26, 27} meghatározó szerepet játszanak. A saját tapasztalat szervezésének fontos eleme a *szenzomotoros koordináció*²⁸. Ennek lényege az észleleti elemek összekapcsolása a motoros kivitelezéssel. Gyerekkorunkban hosszú tanulási folyamat következtében sajátítjuk el ezt az összehangolást. A tükörneuronok működése, ennek a szenzomotoros tapasztalatnak a társas vonatkozásaira is felhívják a figyelmet. Az utánpótlás a szociális tanulásunk alapja. Egy másik ember cselekvését nézve, felismerjük és dekódoljuk a mozdulatot, mivel ilyenkor ugyanazok az agysejtek stimulálódnak bennünk is, mint amikor mi magunk cselekszünk. Tehát az idegsejt mintegy „tükrözi” a másik ember tevékenységét, mintha azt maga a megfigyelő végezné. Olyan, mintha belehelyezkednénk a másik nézőpontjába, a tükörneuronok a megfigyelt külső mozgás és a saját cselekvésünk közötti kapcsolatot jelzik. Olykor valóban leutánozzák a „látottakat”, ha ásít valaki mi is ásítunk, ha ránk mosolyog valaki visszamosolygunk. Utánozáson alapuló tanulásra és versengésre használja az agy ezt a területet. Megtanuljuk a mozdulatot, de tökéletesebben kivitelezve akarjuk megismételni, ami pedig a túlélési ösztönhöz köthető. Ugyanakkor az eszmék elsajátítása is tükörneuronokhoz köthető. Így azok is „öröklődhetnek” generációról generációra ugyanúgy, mint a többi tanult dolog, testünkben, azaz agyunk áramköreiben elraktározva.

24 Event Lab: *Positive Illusions of Self in Immersive Virtual Reality*. This video summarises some of the work carried out in the Event Lab University of Barcelona, 2014

<https://www.youtube.com/watch?v=5ONr8fiB-vA> (2014.09.22.)

25 “A tükörneuronok felfedezésére véletlenül került sor, majmokon végzett, motoros funkciókat vizsgáló kutatások során. Emberben, a tükörneuronokkal összhangban álló agyi-aktivitást a premotoros kéregben, a *supplementaris* (kiegészítő) motoros területen, az *elsődleges szomatoszenzoros kéregben és az inferior parietális kéregben* találtak. Számos kutató a kognitív idegtudomány és a kognitív pszichológia területéről, úgy vélekedik, hogy ez a rendszer biztosítja a fiziológiai mechanizmust a cselekvés-észlelés párosításhoz.”

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Tükörneuron> (2015.06.30.)

26 Giovanni BUCCINO, Ferdinand BINKOFSKI, and Lucia RIGGIO: *The mirror neuron system and action recognition*, Brain and Language 89, 2004, pp. 370-376.

27 Pierre JACOB and Marc JEANNEROD: *The motor theory of social cognition: a critique*, Trends in Cognitive Sciences Vol.9 No.1 January 2005, pp. 21-25.

28 Szenzomotoros: A test és az idegrendszer szenzoros és motoros alrendszeinek együttműködése, valamilyen inger hatására. Szenzomotoros koordináció: A mozgás szabályozása az észlelési adatok alapján.

Mint ahogy arra Buda Béla is rámutat:

„Nagy fontosságot nyert egy másik felismerés, amely a nyolcvanas évek végének terméke, de kutatása ma is folyik, a tükörneuronok léte és feltételezhető szerepe. Ezek mozgató idegsejtek, amelyek adják a működésre jellemző bioelektromos válaszokat akkor is, ha a fejlett élőlény (ezek állatkísérletben tisztázott adatok) egy másik élőlényt, fajtársat olyan izommozgás közben figyel meg, amelyet maga az idegsejt is kivált a saját szervezetben elektromos és kémiai impulzusaival (Brothers 1989, Marton 2003, 2006). Az arcmozgásra különösen sok ilyen idegsejt érzékeny. A tükörneuron felidézi az „izom-mimikri”, a belső érzékelések hatására észrevétlenül, de vizsgáló eszközökkel kimutatható beidegződési válaszok jelenségét, vagy pedig az érzelmek James–Lange-féle²⁹ elméletét. Azt sugallja ez a kutatási eredmény, hogy megvan az empátia alapvető idegéletani mechanizmusa, a tükörneuronok által keltett beidegződési változások érzékelése közvetítheti azt, ami a megfigyelt másikon is végbemehet a mozgások kapcsán.”³⁰

Az empátia és a kommunikáció alapját is a tükörneuronok adják, mivel a másik ember érzelmeinek és mentális állapotának értelmezésénél is működésbe lépnek, segítik az összehangolódást, ami megkönnyíti az információ cserét. Az arckifejezések szociális értelmezésében és arra megfelelő válasz adásában segítenek, egyfajta „elme-olvasó” funkciót látnak el. Így az ezekkel összefüggő, morális döntések meghozatalában is segítenek, meggátolják az eltúlzott reakciókat. Ezen terület épségét olyan kísérletekben is vizsgálták, amikor elméletben emberek életéről kell az alanynak döntenie, azaz választani kell, hogy egyvalaki életének feláldozásával, pl. egy síró kisbaba megfojtásával megmenti-e a történetben szereplő többi ember életét. A legtöbb ember számára ezek eldönthetetlen morális dilemmák. A büntudat, szégyen, empátia, részvét, büszkeség, megvetés, hála, tisztelet, felháborodás vagy düh, mint jellegzetes morális érzelmek is a tükörneuronok hálózatainak, a közöttük létrejövő interakcióknak a függvényei. Az empátia segít megérteni a másik embert, együtt érezni vele, illetve abban is hogy el tudjuk képzelni mit érezhet különböző szituációkban, alapvetően ez egy automatikus reakció. Gondolhatnánk, hogy az

29 Az érzelemelméletek azt vizsgálják, hogy az esemény észlelése, az arra adott testi reakció és az érzelem kialakulása miként viszonyulnak egymáshoz. William JAMES érzelemelméleté (1984) szerint az érzelemkeltő helyzetek bizonyos testi válaszokat váltanak ki, melyeknek a bennünk kialakuló tudatossága az érzelem érzése. Később Carl LANGE, Jamestől függetlenül hasonló elméletet publikált (1985), innen ered az elnevezés. Általában úgy gondoljuk, hogy a külső ingerre adott válasz az érzelem, melyből erednek a testi és fiziológiai válaszok is, pl. gyors szívrítmus, vagy akár a viselkedés is. (INGER → TESTI VÁLASZ → ÉRZELEM) Az érzelemelmélet ezt megfordítja, azt állítja, hogy a stimulus először a választ váltja ki és a válasz tudatossága alapján jön létre az érzelem, például ha elmosolyodunk boldogságot fogunk érezni, ha menekülünk félni is fogunk. (INGER → ÉRZELEM → TESTI VÁLASZ) Tehát a környezetünkben lezajló esemény nem közvetlenül, hanem a testi változásokon keresztül vált ki érzelmi élményt.

CSÉPE Valéria, GYŐRI Miklós, RAGÓ Anett: *Általános pszichológia 1-3. – 3. Nyelv, tudat, gondolkodás / Érzelemelméletek*, Osiris Kiadó

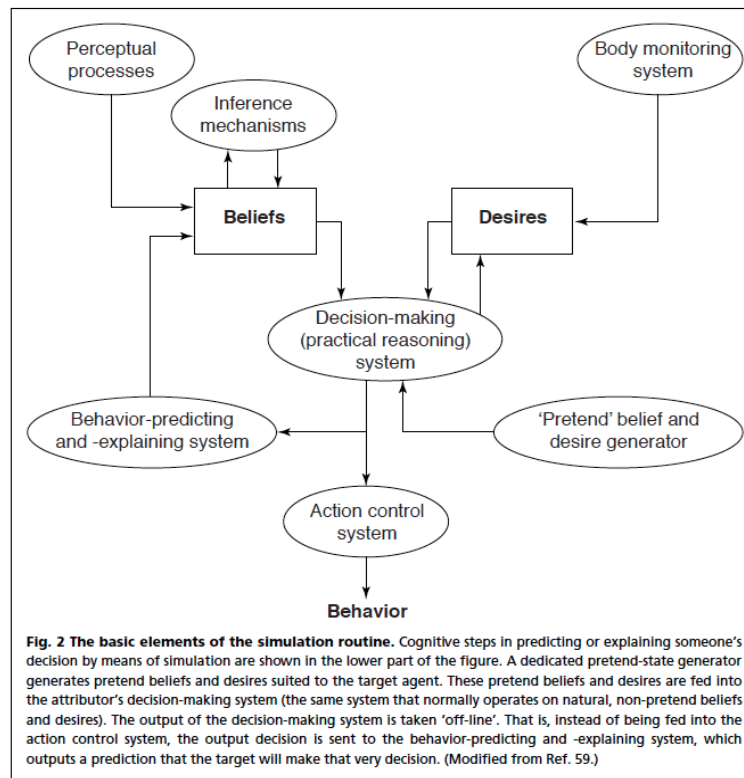
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011_0001_520_altalanos_pszichologia_3/ch20s04.html
(2015.02.01)

30 BUDA Béla: *Empátia–A beleélés lélektana*, L'Harmattan Kiadó

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_541_buda_bela_empatia/ch07s05.html
(2015.02.01)

életben maradásért folytatott versenyben háttérbe szorul. Majmokon végzett kísérletekben megfigyelték, hogy ha ugyanazon feladat elvégzéséért csak az egyiküket jutalmazták meg, akkor ő empátiát tanúsít a másik iránt, és tiltakozásul megtagadja a további feladatvégzést. Az együttműködés és a másinak való segítségnyújtás, a javak igazságos elosztása a társadalmi struktúra részét képezik.³¹

Mások szándékának értelmezését is a tükörneuron-rendszeren keresztül értelmezzük, mivel a látott cselekménysort a saját szándékunkkal vetjük egybe.



VISELKEDÉS

Az osztályozás kognitív lépései, azaz a döntéshozatal folyamata látható az ábra alsó részén. A másik ember céljainak és vágyainak feltételezését (Pretend generator) ugyanaz a Döntéshozó-Rendszer (Decision-making system) vizsgálja meg, mint a saját vágyainkat és feltevéseinket, ami alap esetben a saját viselkedésünket irányítja, de mások figyelése közben az információ a Viselkedés-előrejelző és -magyarázó Rendszerhez érkezik, ami megjósolja, hogy a másik ember miként fog dönteni.³²

31 Dick SWAAB: *Az agyunk mi vagyunk, Az anyaméhtől az Alzheimerig / XIV.4. Morális hálózatok*, 308-314 old., Libri Kiadó, Budapest, 2013

32 Vittorio GALLESE and Alvin GOLDMAN: *Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading*, Trends in Cognitive Sciences–Vol. 2, No. 12, December 1998, pp. 493-501.

Az eszköz mint testrész

Mi történik, ha a testrészeket eszközökkel „meghosszabbítjuk”, például annak érdekében, hogy elérjünk egy a távolban elhelyezkedő tárgyat? Maravita és Iriki idegtudósok *Tools for the Body*³³ című esszejükben kifejtik, hogy az így megváltozott testképhez ugyanúgy képes alkalmazkodni az agy, létrehozva a testrész módosított „térképét”, mely tartalmazza ezt a kiterjesztett motoros képességet. Majmokon kívül egészséges és agysérült embereken is tesztelték az elméletet. Ezek az eszközhasználat szempontjából egyszerű neurológiai és viselkedési tesztek, melyek más megvilágításba helyezik a test reprezentációjának és a cselekvés multiszenzoros kódoltságának evolúciós és kognitív aspektusait. A térben való cselekvés alapfeltétele a test alakjának, pozíciójának folyamatos lekövetése, ezek változásának frissítése az adott agyterületeken. A *propriocepció*, azaz a különböző testrészek testhez viszonyított helyzetének értékelése mellett egyéb, elsősorban szomatoszenzoros és vizuális szenzoros formák is fontos szerepet játszanak. A szomatoszenzoros rendszer az idegrendszernek azon része, amelyik a tapintás, nyomás (felszínes vagy mély), hő, fájdalom, valamint a „testérzéssel” kapcsolatos proprioceptív információkat (izmok, inak feszülése, ízületek térben elfoglalt helyzete) dolgozza fel.

„A testséma a szervezet és a környezet, valamint a szervezet és részei között fennálló térbeli relációk leképezése, ezeknek az információknak egy funkcionális egységbe való összerendeződése. Ez a leképezés több érzékelési együttműködés és tapasztalat eredménye. A testfelszín sémájáról taktilis-motoros és vizuális információkat nyerünk. Különböző testhelyzeteket, testmozgásokat, belső állapotokat észlelünk, ezek összeszerveződése, vizuális testmodellé válása, vizuális tükröződése hozza létre a tudatban a testsémát.”³⁴

A kísérlet azt mutatja, hogy a testtel érintkező eszközök (pl. a ruha is) bekebeleződnek a testsémába, a receptív észlelési mező tulajdonságai megváltoznak. Virtuális valóságban szimulált környezetben elhelyezett tárgy is vizsgálatnak tették ki a majmokat, azt tapasztalták, hogy a manipulált videókép ellenére (nagyított, kicsinyített, arrébb pozicionált) nem változik meg a kezükről alkotott szomatoszenzoros érzékelésük. Az emberben hasonló idegi mechanizmusok zajlanak le. A kérdés, hogy az eszközzel vagy a puszta kézzel végrehajtott cselekvés közben mutat-e viselkedésbeli különbséget az alany? A folyamatot, amelyben a különböző észleleteket (látás, hallás, tapintás) egymással kapcsolatba hozzuk, *keresztmodális észlelésnek*³⁵ hívják, ennek segít-

33 Angelo MARAVITA and Atsushi IRIKI: *Tools for the body (schema)*, Trends in Cognitive Sciences Vol.8 No.2, February 2004, 79-86 old.

34 FAZEKASNÉ dr. FENYVESI Margit: *Orientációs képességek fejlesztésének módszertana*, ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, 2013, http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2009-0007_orientacios_kepessegek_fejl_modszertana/TANANYAG/01_1_1.html (2015.06.10.)

35 *„A csecsemőkutatás egyik különösen izgalmas eredménye a csecsemők »keresztmodális észlelésre« való képességének felfedezése. »A folyamatot, amelyben a különböző észleléseket egymással kapcsolatba hozzuk, interszenzoros koordinációnak, vagy keresztmodális észlelésnek hívják. A különböző modalitásokból (látás, hallás, tapintás) származó észleléseket koordináljuk, és ily módon egységes tárgyakat észlelünk, és nem elkülönített érzéletek világában élünk.«*”

ségével tanulják meg a csecsemők is értelmezni magukat a világban. Elmondható tehát, hogy az agy könnyen megtanulja kezelni a testtel összekapcsolódó eszközöket, azok pozícióját, helyét éppúgy értelmezni és irányítani tudja, mint a test egyéb részeit.

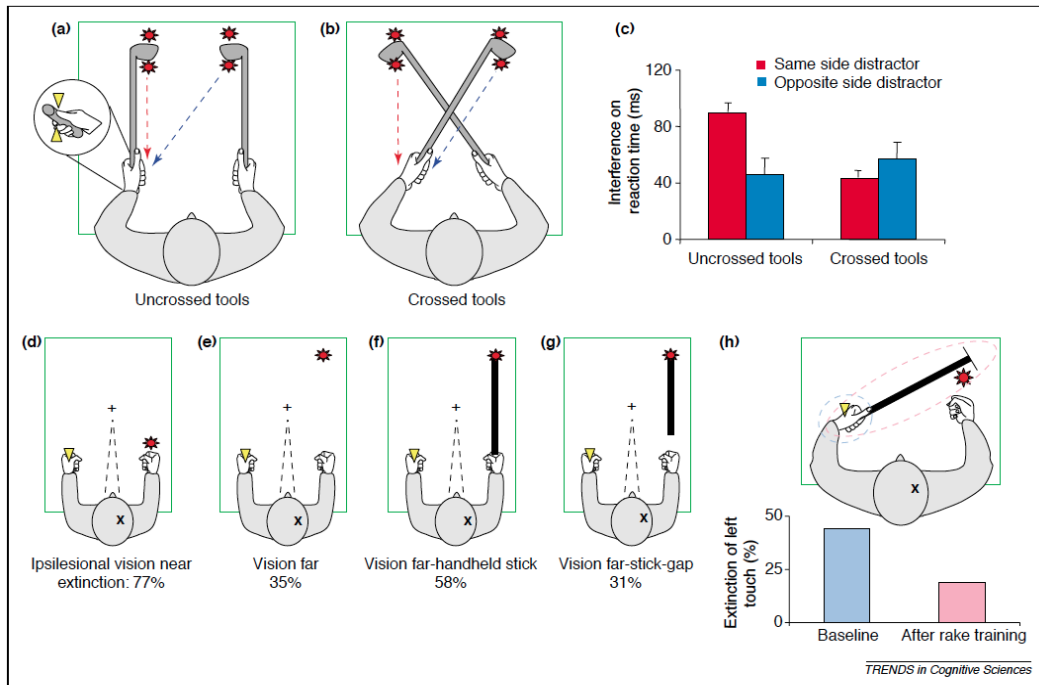


Figure 2. Crossmodal effects of tool-use in humans. (a–c) Normal observers were required to judge which of two computerised vibrotactile targets (denoted by yellow triangles throughout) placed under the thumb and finger of either hand was stimulated while wielding two toy-golf clubs. Subjects must respond as quickly as possible and also ignore simultaneous visual distractors (red star symbols throughout), arranged in a similar up/down orientation at the tools' tip. As in other experiments with the stimulated hands in direct contact with visual distractors [35], with uncrossed tools (a) the typical somatosensory–visual interference (a slower response for incongruent relative elevation of stimuli and distractors) was stronger from distractors on the same side of space as the stimulated hand (indicated by red arrows; red bars in (c)), than from those on the opposite-side (blue arrows, bars). The pattern of interference reverses with crossed tool-tips (b). (Adapted from [33].) (d–h) Crossmodal extinction (percentages below each panel) of left touches in patient B.V., who has right-hemisphere damage (denoted by X) Extinction decreased when simultaneous flashes near the right hand (d) were moved further away (e). Extinction increased again if the far flash was reached by a long stick (f) but not if the stick was disconnected from the hand (g). (Adapted from [45].) (h) After ten minutes of rake-assisted reaching with the left hand, left tactile extinction from right flashes at the tool tip decreased (pink bar) compared with the pre-training baseline level (blue bar). The pink dotted oval represents the expansion of a putative hand-centred somatosensory–visual space representation (blue circle) up to the tool-tip following tool-use. This expansion might underlie the reduced competitive extinction. (Adapted from [47].)

Az eszközhasználat keresztmodális hatása embereknél

Kézzelel vagy eszközzel elért tárgy esetén nem mutat viselkedésbeli különbséget az alany. A szomatoszenzoros ingerek ugyanott lokalizálódnak, a szerszám a test funkcionális meghosszabbításává válik. Az azonos és az ellenkező oldali kéz és eszközhasználat között a legfontosabb különbség, hogy a vizuális interferencia megfordulásának nagysága az eszköz pozíciójától és méretétől függően fokozatosan nő³⁶

A kora-gyermekkori fejlődés természete – fejlődési lépések és kihívások, Szakmai szerkesztők: DANIS Ildikó, FARKAS Mária, HERCZOG Mária, SZILVÁSI Léna, Biztos Kezdet Kötetek II., Kiadja a Nemzeti Család- és Szociálpolitikai Intézet, Budapest 2011, 73. old.
36 Angelo MARAVITA and Atsushi IRIKI: *Tools for the body (schema)*, Trends in Cognitive Sciences Vol.8 No.2, February 2004, 79-86 old.

A percepció és a technológia találkozása a művészeti „protéziseken” keresztül

„»Cselekedeteinket és gondolatainkat elsősorban fiziológiánk határozza meg. Nemcsak azért jutottunk el a filozófia határaihoz, mert a nyelv határainál vagyunk. A filozófia alapvetően a fiziológiánkból indul ki« Semmi értelme többé, hogy testünket a pszicho-szociális »lakhelyként« fogjuk fel. Inkább egy ellenőrzés alatt tartandó, permanensen alakítandó szerkezetként, »nem szubjektumként, hanem tárgyként – nem a vágy tárgya, hanem egy megtervezendő tárgy.«” (Stelarc)³⁷

Az 1980-as évek végén és az 1990-es években a test és az elektronikus technológiák kapcsolata képezte számos kulturális vizsgálódás tárgyát. A szubjektivitás új formáiról elmélkedtek, a biológiai és gépi elemek összekapcsolásával létrejött kibernetikus organizmusoktól a hálózatba kapcsolt méhraj-elméig. A 21. század elején történt némi változás, a bio-, és nanotechnológiát utánzó produktumok, termékek lepték el a piacot, és ezzel párhuzamosan a művészek is elkezdtek tudatosan felhasználni az új technológiákat vagy azok inspirációit alkotásaikban, melyeket valamilyen konceptuális gondolat alá rendeltek. Némelyik formájából adódóan meghatározza miként lép interakcióba a test a technológiával, pl. fejre szerelhető sisakon keresztül látott mű esetén. Létrejött a technológia által testet öltött élmény, a techno-ember és egy új-szenzorium³⁸, amit egyes művészek beemeltek egyéb médiumok, mint a performansz, installáció, videó művészet stb. mellé. Néhány konkrét példát a későbbiekben említek. Olyan művek jöttek létre, melyek fizikális és emocionális aspektusból vizsgálták az emberi reakciókat. Ha jellemezni kellene ezeket a műveket, a kizökkentés, elmozdítás, szabályozás, megzavarás írná le őket leginkább. Konceptuális alapjukat tekintve hangsúlyozzák, hogy a technológia uralta világunkban egyre több dolgot kontrollálunk, beleértve a társadalmat és saját magunkat is.³⁹

A témakört tágan lehet értelmezni, de mivel az érzékszervek beszenzorozásához vezető utat keresem, az ezeket manipuláló szerkezetek megjelenésére helyezem a hangsúlyt a kutatásomban. Elsősorban az 1960-as évektől létrejött immerzív alkotásokra fókuszálok, olyan a dizájn és tudomány területéről átemelt látványos újításokra, melyek elmoszák a határvonalat ember és gép között: például a különböző protézisek, viselhető számítógépek. Némelyikben kiszabadul a test az agy irányítása alól, s szerepét a szerkezetek veszik át. A látogatók résztvevővé formálására irányuló szándék is megfigyelhető számos szubjektivitásukra alapozó, pszichéjüket manipuláló kísérleten keresztül.⁴⁰

37 KÖMLŐDI Ferenc: *Harmadik fül, harmadik kar*, Index/Tech, 2002, <http://index.hu/tech/cyberia/stelarc/> (2015.06.15.)

38 Sensorium: az érzékelés szervei, tágabb értelemben a tudati működés, intellektuális és kognitív funkciók. <http://www.egeszsegkalauz.hu/keresok/orvosi-szotar/s> (2015. 05.05.)

39 *Sensorium, embodied experience, technology, and contemporary art*, Edited by Caroline A. JONES, 2006

40 Madeline SCHWARTZMAN: *See yourself sensing, Redefining human perception*, Black Dog Publishing, London, UK, 2011

Az emberi test érzékszervei a világot csak korlátozottan képesek érzékelni, gondoljunk például a színlátásra, vagy a hanghullámok érzékelésére. A szivárvány színeinek tartománya az Földön létező elektromágneses hullámok tízbilliomodját teszi ki. A többi, az infra- és ultraviola-tartomány, a rádió-hullámok, a röntgen- és gamma-sugarak érzékelésére nem fejlődtek ki megfelelő szerveink. Ezeket jelenleg különböző eszközökkel tesszük érzékelhetővé. Ahhoz hogy ezt az objektív-valóságot megtapasztalhassuk, olyan szerkezetekre van szükségünk, melyek ezen jeleket az emberi érzékelés tartományába transzformálják. Ugyanakkor saját érzékszerveink között is létrehozhatunk ilyen átalakító eszközöket, például hanghullámból vagy vizuális ingerből (képből) nyerhetünk ki taktilis úton értelmezhető adatokat (pl. rezgés, nyomás). Persze ahhoz, hogy ezeket az ingereket valóban értelmezni legyen képes az agy, s vissza tudja következtetni a beérkezett ingert eredeti minőségében, ahhoz az eszközt több hónapig kell viselni. Rövid távon – mint mondjuk egy performansz időtartama alatt – az eszközzel való találkozás csupán ízelítő, azaz nem többre, mint egy érdekes és szokatlan tapasztalat megszerzésére nyílik lehetőség.⁴¹

Jellegzetes korai példák a Haus-Rucker-Co. művészcsoporthoz tartozó munkái az 1960-as évekből, különösen a környezetből jövő ingereket átalakító szerkezetek, mint a Flyhead (1968) vagy a Mind Expander (1967). A Flyhead egyfajta audiovizuális filter, mely elszigetelt viselőjét a külvilágtól. Sztereó hang és zöld fények által állítja elő a pszichedelikus hatást a műanyagból készült sisak, melynek formáját az űrutazásban megjelenő szkafanderek ihlették.



Haus-Rucker-Co.: Mind Expander

Carsten Höller számos, az idegtudomány területével kísérletező műve az észlelés formáit kérdőjelezi meg. 1995-ös *Kit for the Exploration of the Self* testre szerelhető érzékelőinek egyik darabja, egy hátizsákként felvehető tükrökből álló, fejre helyezhető szerkezet, ami által csak hátulról látja saját magát a résztvevő, mintha követné saját testét. A mű másik eleme egy olyan lencse-rendszer, amelyen keresztül fejfelé láthatjuk a világot. Ám ha az eszközt legalább 8 napig

41 David EAGLEMAN: *Can we create new senses for humans?*, TED 2015, http://www.ted.com/talks/david_eagleman_can_we_create_new_senses_for_humans?language=en#t-25762 (2015.06.10.)

hordja valaki, az agya megtanulja értelmezni, feldolgozni a különbséget a látott és érzékelt tér között és „visszafordítja” azt, így a szerkezet nélkül ismét megfordított képet lát a résztvevő. A befogadó tehát átesik annak a folyamatnak a fordítottján, melyet minden csecsemő megél a látható világban való tájékozódás elsajátításakor. Az ingereknek állandónak kell lenniük, ahhoz hogy hónapok alatt kialakulhasson a kapcsolat a *szenzórium*, a motoros funkció és az agykéreg között. A látás egy tanult funkció, akaratlagosan is tudjuk irányítani de alapvetően a *szenzórium* működteti. Mi sem illusztrálja ezt jobban, minthogy a két szemünk retináin keletkezett képet az agyunk egybeolvasztja, így a valóságról alkotott képünk virtuálisan jön létre agyunkban – a folyamatot nem akaratlagosan befolyásoljuk.⁴²

Az új ingerek agyi feldolgozására, „betanulására” számos példát lehetne hozni. Todd M. Huffman performance-művész egy parányi mágneset ültetett be az ujjbegyébe a 2000-es évek elején, eredetileg azért, hogy apró fémtárgyakat tudjon felemelni vele, így alakítva át a tapintás érzését valami mássá. Hamarosan azonban azt tapasztalta, hogy sajátos bizsergés formájában érzi az elektromágneses tereket, például a boltokban felszerelt lopásgátló kapukét.

Mathieu Briand 2001-es kontrollált skizofréniát létrehozó VR-sisakos installációjában (*SYS*017.ReR*06/ PiG-EqN\ 5*8*) a résztvevők különböző nézőpontokból, akár egymás „szemén” keresztül is láthatják ugyanazt a szituációt. A többi résztvevő fejére szerelt kamera vagy a térben elhelyezett 3 megfigyelő kamera képéből választhatnak, melyiket akarják látni a szemük előtti monitoron megjelenítve. Ezt úgy tehetik meg, hogy a kilenc darab, a falon fix helyre installált csatlakozók egyikére rákötik az eszközüket. A képek között váltani tudnak, a kapott látványt, azaz azt, hogy melyik kamera képét érik el, egy szabályrendszer határozza meg. Az előre megadott leprogramozott minták, algoritmusok közül az egyes résztvevők különböző csatlakozási fázisai alapján választja ki a vezérlő rendszer a megfelelőt. Sosem vált véletlenszerűen a megjelenített kép, így a minta akár fel is fedezhető, kitanulható. A résztvevőknek meg kell tanulniuk a többiek által látott képeken keresztül mentálisan letükrözni a teret, saját testüket, reakcióikat. Alapesetben, azaz ha nincsenek csatlakozva, a saját kamera képüket látják, ilyenkor a megszokott biztonsággal tudnak mozogni a térben.

42 SÜVEGES Ildikó: *A szem szenzoros funkciója, a binocularis látás*,

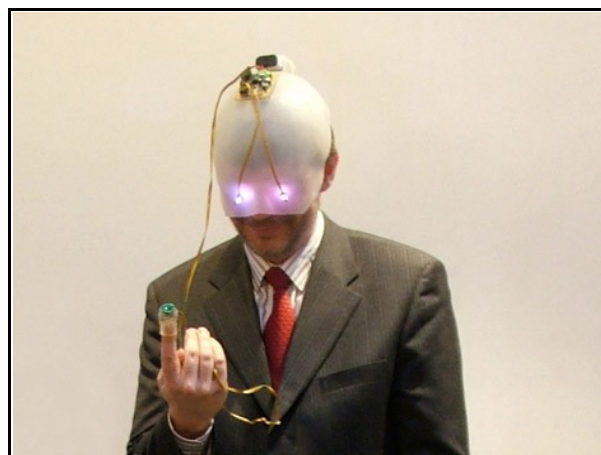
Süveges Ildikó: Szemészet, Medicina Könyvkiadó Zrt., 2010

http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011_0001_524_szemeszet/ch16s03.html (2015. 08. 15.)



Mathieu Briand: SYS*017.ReR*06/ PiG-EqN\ 5*8

Az *Xsense (2005)* interaktív sisak a szinesztézia elvén ötvözi a hallást a látással, oly módon, hogy a beleépített ultrahangos távolságszenzorokból érkező adatokat három szín formájában jeleníti meg, valamint hallható sztereó hangokká alakítja azt. Hasonló a *Monochrome (2004)*, Arijana Kajfes műve, amiben a fejre szerelt sisakon kívül, a résztvevő ujjára helyezett szenzor segítségével kap kizárólag szín információt a tárgyról melyet „megnéz”. Kulturális kontextustól mentes információt kap a résztvevő a pillanatnyi környezetéről, mivel a sisak elszigeteli őt a külvilágtól, így bizonyos információk, mint amilyen pl. a többiek testbeszéde, öltözet, származása nem jutnak át a sisakon.



Arijana Kajfes: Monochrome

Danielle Wilde és Romy Achituv *Face Clamps (1998)* névre hallgató szerkezete megfosztja az előadásban résztvevő két szereplőt a nyelvi kommunikáció lehetőségétől, szájukba helyezett plasztikus maszk figyeli a horizontális és vertikális mozdulatokat, melyeket elektronikus hanggá alakít a rendszer. A nézők az előadók eltorzult arcának kivetített képén láthatják ezt a „beszélge-

tést”. Egyszerre jelenik meg a színpadon a két művész, az arcukra szerelt pantográffal⁴³, ami állványszerű fémszerkezet, és a mögéjük vetített élő portré képükkel. Eközben beszédre emlékeztető érthetetlen, torzított foszlányok és dallamokra hasonlító, algoritmikusan kontrollált, generált hangok hallhatóak. Eltúlzott szájmozdulatokkal tudják átvenni az irányítást ezek felett. Vagyis a nyelv felismerhetetlenné válik, a hagyományos testbeszéd teljesen megszűnik, a félreértések pedig elkerülhetetlenek lesznek. A *Face Clamps* művet az alkotók, azon meggyőződésükre alapozva hozták létre, miszerint önmagában a nyelv nem megfelelő vagy elegendő kommunikációs eszköz.



Danielle Wilde, Yasmeen Godder és Romy Achituv: Face Clamps

Lawrence Malstaf *Compass* (2005) művében egy hordható interfész alkalmazásával a láthatatlan, virtuális környezetet taktilisan teszi érzékelhetővé, vibráló, pulzáló visszajelzést adva annak architektúrájáról. A derékra erősített eszköz alsó része radar szerűen körbe forog, viselője teste adja a forgás tengelyét. Az eszköz felső részének forgatásával tudja a résztvevő irányítani az alsó rész pozícióját. Az eszköz letapogatja a virtuális teret, melynek szerkezete adott, de benne az útvonal szabadon választható. Az övszerű tárgy viselője egy üres térben sétálva feltérképezheti a virtuális épület láthatatlan falait úgy, hogy amikor a virtuális fal közelébe ér, rezgő jelzést érzékel a karján.⁴⁴

43 “A pantográf egy négykaros mechanizmus, melynek karjai paralelogrammát alkotnak, minden kar végpontján csuklót képezve. Az egyes karok közül kettő a csuklón túl nyúlik. A pantográfot eredetileg vonalas rajzok felnagyítására találta fel Christoph Scheiner jezsuita pap 1603-ban.”

<https://hu.wikipedia.org/wiki/Pantográf> (2015.06.30.)

44 Lawrence Malstaf: *Compass*, videó (2015.06.30.)

<http://artplayer-videos.s3.amazonaws.com/channels/3/7dcb2363089c756c4ec587af3abb7c66.mp4>



Lawrence Malstaf: Compass

Stelarc saját testét egészen speciálisan használja médiumként, átalakítja, mesterséges testrészekkel egészíti ki azt. 2006-ban karjába ültetett egy fül formájú implantátumot, valamint mikrofont és vezeték nélküli továbbító modult, így közvetítette a „karja által hallottakat” az interneten. Stelarc harmadik testrészei mindig az eredeti funkciójától eltérő, emberfeletti funkcióval rendelkeznek.

Stelarc az 1980-as évektől kísérletezik testére szerelhető eszközökkel, többek között ipari robotkarokkal is. Írásaiban kifejti, hogy szerinte az evolúció tetőpontja az ember és gép összenövése. Az *Amplified Body, Laser Eyes & Third Hand (1985)* című performanszában egy robot-kezet használ testének kiterjesztéseként, amit saját testének, lábának és karjának EMG⁴⁵ jeleivel, valamint szívverésével és vérnyomásával irányít. Az 1990-es években ipari robotkart használt erejének megnövelésére, az abba épített kamera pedig élőben közvetítette beszenzorozott testének részleteit.⁴⁶

45 Elektromiográf rövidítése. Izom tevékenység érzékelésére, mérésére alkalmas műszer.

46 Ars Electronica 92: *The World from Within - Endo & Nano*, Edited by Karl GERBEL and Peter WIEBEL, Publisher PVS Verleger, 1992, Stelarc 233-239 old.



Stelarc: Ear on Arm



Stelarc: Amplified Body

Biológiai adatokra épülő interaktív művészeti kísérletek

Az interaktivitás alapfeltétele egy aktív nézőközönség és egy dinamikus rendszer. Az interaktív műben a közönség meghatározott módon irányíthatja a történéseket, saját cselekvései keltik életre a voltaképpen művet. Bár minden mű reakciókat vált ki a befogadóból, de az interaktív mű létrejöttének feltétele a közönség reakciója.

Kezdjük az interaktivitás definiálásával: ebben az esetben egy, a nézők, résztvevők reakcióit észlelő és feldolgozó számítógépes és szenzor alapú rendszert értek alatta, ahol az alkotó dönti el, milyen típusú szenzorokat használ, például mozgás, érintés, vagy valamilyen, az emberben lejátszó belső biológiai folyamat változásának mérésére. Akik az interakcióban részt vesznek, magától értetődően az alkotási folyamatnak is aktív részesei. Érdekes módon azok, akik nagyobb tapasztalattal rendelkeznek a digitális interfészek irányításában, szinte elvárják, hogy a kiállított tárgy reagáljon a jelenlétükre és az interaktivitás lehetőségét biztosra veszik.⁴⁷

Ha interaktív alkotásról beszélünk, elkerülhetetlen a *HCI, Human Computer Interaction / Ember Gép Interakció* fogalmának tárgyalása. A *kibernetika*⁴⁸ olyan dinamikus rendszerek viselkedését és felépítését vizsgálja, amelyek a külvilág hatására változnak, értelemszerűen az *interfész*⁴⁹ is ebbe a kategóriába tartozik. A kibernetikát mint új, tudományos irányzatot Norbert Wiener hozta létre, 1948-ban megjelent *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine* című könyvében ismertette elméletét. Wiener a kibernetikát az emberekben, állatokban és gépekben zajló hírközlésként, vezérlésként és ellenőrzésként határozta meg. Elméletének fontos aspektusa, hogy az ember és gép szerves együttműködésén túl egy külső, ismeretlen viselkedésű elem is része a rendszernek. Az emberi idegrendszer és érzékszervek viselkedését állítja párhuzamba, a bonyolult mechanikus rendszerek viselkedésével, mindkettőben minden elem egyenrangú szerepet játszik egy körfolyamatban. A rendszer szabályozása is fontos szempont, egyrészt segíti a rendszer alkalmazkodását a külső változásokhoz, másrészt ellensúlyozza azok zavaró hatásait. Ennek feltétele pedig, hogy a rendszer észlelje ezeket visszacsatolás útján, majd fel is dolgozza.⁵⁰

Az 1970-es évek közepétől, a számítógépek grafikus felhasználói felületeinek kialakulásától vált széles körben ismertté a HCI fogalma. A gép és az ember közé ékelődő interfészen keresztüli kommunikációt takarja, amely olyan visszacsatoláson alapul, ahol az információ a rendszerből a befogadón át ismét a rendszerhez érkezik. A „*User Interface*”, *UI* fogalma az első személyi számítógépek megjelenésével terjedt el a mindennapokban; a legelső interfész a klaviatúra, majd az egér volt. Előbbivel szöveget lehet begépelni, ami megjelenik a monitoron, tehát a felhasználó vizuális visszacsatolást kap. Az egér, egy kézzel mozgatható mutatóeszköz, aminek mozgását va-

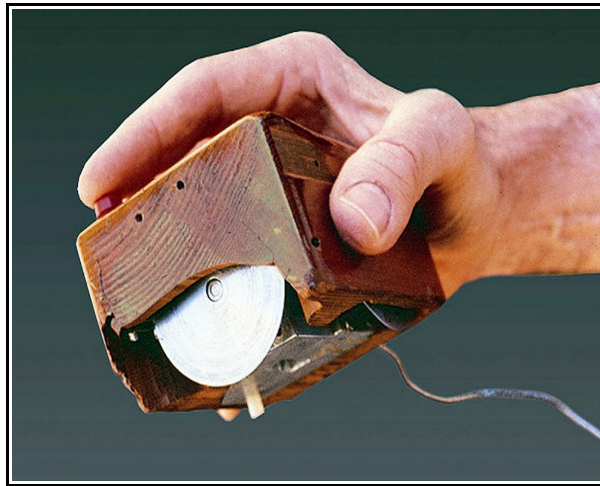
47 *Interacting, Art, Research and the Creative Partitioner*, Edited by Linda CANDY and Ernest EDMONDS, Preface by Roy ASCOTT, Libri Publishing, UK, First published in 2011, pp. 18-32.

48 „A kibernetika egy komplex tudományos irányzat, amely a szabályozás, vezérlés, információfeldolgozás, továbbítás, általános törvényeit kutatja.” <https://hu.wikipedia.org/wiki/Kibernetika> (2015.07.02.)

49 Az interfész két egység közötti csatlakozási felület, egy meghatározott funkciót megvalósító egység.

50 *A kibernetika klasszikusai (Válogatott tanulmányok)*, Stúdium könyvek 50., Gondolat Kiadó 1965

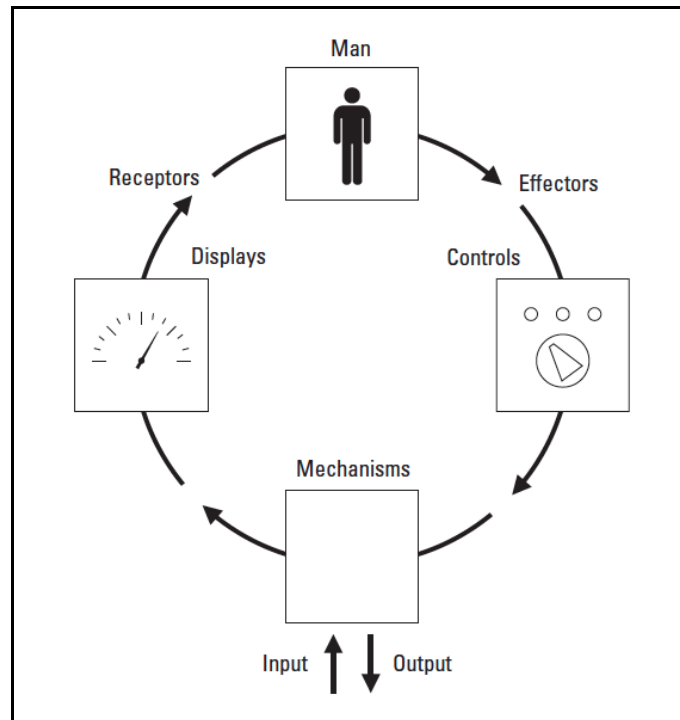
lós időben megjeleníti egy grafikus elem (pl. nyíl) a képernyőn. Az eszközön található gombok megnyomásával funkciókat érhetünk el. *Grafikus Felhasználói Felületnek (GUI = Graphical User Interface)* nevezzük azokat a monitoron megjelenő visszacsatoló rendszereket, melyek nem csak szöveget, hanem színeket, alakzatokat, rajzos elemeket is tartalmaznak. A GUI-t általában a mögöttes futó operációs rendszerekkel és az újonnan megjelent technológiai eszközökkel együtt fejlesztik tovább.



***A legelső egeret Bill English tervezte, Douglas Engelbart ötlete alapján,
az 1960-as években az Augmentation Research Center-ben***

Az általános meghatározás szerint az interakcióban a résztvevő szándéka, hogy a környezetére reagálva elérje a célját. A viselkedésére kapott választ kielemez és összeveti a céllal, majd annak fényében interaktál a rendszerrel újra. Az autóvezetés éppúgy ebbe a rendszerbe tartozik, mint a művészeti interakció – bár utóbbinál a cél nem mindig egyértelmű a felhasználó számára. 1964-ben a HfG Ulm publikálta ezt az interakciós modellt, Ember-Gép Rendszer címen.⁵¹

51 Man-Machine System, in: Hugh DUBBERLY: What is interaction? Are there different types?, 2009
http://www.dubberly.com/wp-content/uploads/2009/01/man_machine_system.png (2015. 05. 05.)



Ember-Gép Rendszer

Az alábbi, *Taxonomy of Interaction (Az interakció rendszertana)* c. ábra az ember által végrehajtható vagy a környezetből érkező, gépek által értelmezhető interakciókat osztályozza hierarchikus rendszerben. Fizikai interakcióknak (*physical interaction*) nevezzük egy rendszer eszközökön, tárgyakon keresztül történő irányítását. A megvalósítást segíthetik piaci termékek, mint pl. kamerák, szenzorok, vagy prototípusként gyártott egyedi szerkezetek is. Utóbbiak esetében az elterjedté vált *opensource* (nyílt forráskódú) kultúrának köszönhetően megjelentek az olcsó vagy ingyenes, prototipizálására alkalmas hardverek és szoftverek (pl. *Arduino, Open Frameworks, Open CV*).

A szenzoros interakciók speciális fajtája a *biofeedback* alapú interakció. A *biofeedback* biológiai visszacsatolást jelent, bioszenzor segítségével érzékelhetjük az élő szervezetben lezajló biológiai változásokat, és az így kapott adatokkal, vagy jelekkel berendezéseket, vagy szoftvereket irányíthatunk. Az ilyen eszközöket felhasználó installációk angol neve a *biofeedback-art*, ami olyan interaktív alkotásokat takar, amelyekben bioszenzorokat alkalmaznak a résztvevő pszichológiai-, viselkedési-, és érzelmi alapú analíziséhez. A biológiai visszacsatolást a résztvevő vizuális, auditív vagy egyszerre mindkét csatornán kapja.

Művészeti alkotások esetében általában ún. „*nem-invazív*” eszközöket alkalmaznak a művészek, mely annyit jelent, hogy a befogadó testén fizikai beavatkozás nem történik, implantátumok helyett valamilyen hordozható, testre csatolható külső eszközt, interfészt visel a résztvevő. Ezek általában nem orvosi pontossággal mérnek, de ebben a kontextusban nem is ez a lényegük.

A *transzdukción*⁵³ az a folyamat, amikor az érzékszervek erre specializált sejtjein, azaz a receptorokon⁵⁴ keresztül érkező jeleket az agy elektromos impulzusok formájában dolgozza fel. Ezek az elektromos impulzusok a receptorokból a gerincvelőn át az agykéregbe jutva *érzéketi élményt* hoznak létre, tehát az pl. az érintés élménye nem a bőrön, hanem az agyban jön létre. Ennek fordítottja, a test elektromos jeleinek vagy szerkezetének reprezentációja az érzékszervek számára, például a szem által felfogható képként. Gondoljunk csak MRI-, vagy röntgenképekre, amelyeken egy számunkra izolált információ válik láthatóvá, pl. a csontok szerkezete, vagy az agysejtek aktivitása. Ez a vizuális megjelenítés egy számunkra megfoghatatlan és beazonosíthatatlan dolgot legitimál és egyúttal tárgyilagossít, ezáltal elidegenedünk a saját testünktől. Ugyanakkor, ha a szervezetünk adatait valamilyen művészi formában látjuk viszont, ez a folyamat megfordul és az élményben elmerülve közelebb kerülünk belsőnkhez. Az ilyen interaktív installációk absztrakt, tehát nem magától értetődően leolvasható módon jelennek meg, mint például egy grafikonon, de nem is ez a céljuk. A bioszenzoros installációk bizonyos fiziológiai szempontból reagálnak a résztvevőre, annak szívverésére, légzésére, agyhullámaira stb. Ezek audiovizuális visszacsatolása bárki számára lehetővé teszi azt, hogy saját testi érzékelése bonyolultságával fókuszáltan foglalkozzon. Kézenfekvő lehetőség ennek megvalósítására a szenzorok közbeékelése a transzdukción folyamatába, a külvilág ingerei és annak testi feldolgozása közé.

Az utóbbi évtizedekben új utak nyíltak a test felfedezésére és annak működéséről nyert információk ábrázolására. A bioszenzorok könnyen hozzáférhetővé váltak. Ezzel párhuzamosan az intim adatok publikus térben történő megosztása is természetessé vált, ez hozzájárult a mindennapos létezés élményének műalkotás formájában (pl. agyhullámok által meghatározott, vagy akár szemmozgásra reagáló hang- és kép-kompozíciók, szívritmus közvetítő pulzáló eszközök interaktív installációkban vagy performanszokban) történő megjelenésében. Ez nem egy újkeletű dolog, hiszen már az 1960-as években is születtek ide sorolható művek, mint például Alvin Lucier 1965-ös agyszensor alapú kísérleti zenei darabja. Napjainkban azonban a biológiai visszacsatoláson alapuló művek száma hirtelen megsokszorozódott, külföldön már általánosan elterjedté vált. Kutatásaimban azt vizsgáltam, milyen eszközök állnak rendelkezésre a biológiai adatok mé-

53 Sejtek közötti jelátvitel receptorok segítségével.

54 A receptor egy specializált idegsejt, amely ingerek felvételére alkalmas.

résére, egy nem steril orvosi környezetben, és milyen installációk születtek ezek használatán keresztül. Motorikus mozgások és tudatosan irányítható mozdulatok egyaránt vezérelhetik ezeket a műveket. Kutatásom kiegészítéseként 2012-ben készítettem egy infógrafikus ábrát az ilyen típusú interaktív installációkban felhasznált nem-invazív eszközökről.

Ember érzékelése / Sensing human

» nem invazív bioszenzorok a művészetben / non invasive biosensors in art
ember - számítógép interakció / human - computer interaction

agy / brain
EEG = Elektroencefalográf / Electroencephalograph
 Az agy elektromos aktivitását a fejre helyezett félcsonk elektródákkal mérve érzékelő készülék. EEG measures the electrical activation of the brain. The EEG uses precious metal electrodes to detect a voltage between at least two electrodes located on the scalp.
BCI = Brain Computer Interface
 Az agy és egy külső eszköz közötti közvetlen kommunikációs csatorna. BCI is a direct communication pathway between the brain and an external device.

arc / face
Arckifejezést felismerő szoftverek / Face expression recognition software
 A kamerából nyert képet bekezegetjük az előre programozott hét arckifejezés egyikebe. It can classify the given image from the camera into one of the preprogrammed seven basic facial expression categories.

szív / heart
ECG = Elektrocardiográf / Electrocardiograph
 A szívritmust a szívton mozgatva által létrehozott elektromos feszültség által méri a testre helyezett elektródák segítségével. ECG uses electrodes placed on the torso to measure the electrical activity of the heart.
PPG = Plétizmográf / Photoplethysmograph
 A pulzusom és a vér oxigén telítettség mérése szögletes ajkára csatlakoztatható eszköz, hordozható verziója a pulzusmérő. A szív összehúzódása során megnövekedő vérmennyiség érkezik (PPV) a bőrre. PPG measures the heart's blood flow through a light using a photoplethysmographic (PPG) sensor attached by a velcro band to the finger. A photoplethysmograph can measure blood volume pulse (BVP). Pulse oximetry may be used as an alternative PPG.

izom / muscle
EMG = Elektromiográfia / Electromyograph
 Az izomban keletkező elektromos tevékenységet regisztráló félcsonk elektródák segítségével. It can surface electrodes to detect muscle action potentials from underlying skeletal muscles that initiate muscle contractions.

légzés / lungs
Pneumográf / Pneumograph
 A mozgás felkésztésére jóvá változósnak. Fotoplethysmográf és lézerek. Pneumograph is a device for recording velocity and focus of chest movements during respiration.
DIY légzés szenzor / DIY breathing sensors
 Alkalmazható alacsony költségű vagy nyomtatott szenzorok készülhetnek. It can be hacked piezoelectric or pressure sensors.

bőr / skin
EDG = Elektrodermográf / Electrodermograph
 Az EDG a bőr elektromos aktivitását mérve (biofeedback, stressz és bioresponzáris) és idegrendszer (biofeedback) módon méri a kézre és csuklóra helyezett elektródák segítségével. A biofeedback mérésnél (GSR) az EDG aramot méri a bőrön át és az ellenállás csökkenését méri az áthalad. In electrodermograph (EDG) measures the electrical activity directly skin conductance and skin potential) and indirectly skin resistance) using electrodes placed over the digits on hand and feet. In skin response, also called galvanic skin response (GSR), an electrodermograph registers current levels that skin and measures the amount of opposition. It measures.
GSR = Galváellenállás mérő
 Galvánterületi válasz mérő szenzor.
 Biofeedback mérésre alkalmas eszköz.
 GSR (skin sensor) measures Galvanic Skin Response.

forrás / source
<http://thinkart.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/1022.jpg>
<http://www.konrad.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/1022.jpg>
<http://www.konrad.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/1022.jpg>
<http://www.konrad.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/1022.jpg>
<http://www.konrad.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/1022.jpg>
<http://www.konrad.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/1022.jpg>

copyright: Réka Harsányi
 harsanyireka.net
 sensorbreakers.wordpress.com
 2012

» támogatók / supported by

Harsányi Réka: Infógrafika a nem-invazív biofeedback eszközökről, melyek előfordulnak a művészeti interaktív installációkban

Az elektromiográf (EMG) az izomban lezajló elektromos változásokat felszíni elektródák segítségével vizsgálja. Stellarc idevágó performanszait már korábban ismertettem. Atau Tanaka egyik élenjárója a biofeedback alapú kísérletezésnek. A *BioMuse című*, biojeleket érzékelő, hangszeres performanszában ugyanerre a névre hallgató eszközt láthatjuk. A BioMuse egy bioelektromos vezérlő rendszer, mely 8 hangszeres erősítő áramkörből és a bőrfelszínre helyezett elektródákból áll. A jelet egy szoftver tovább erősíti majd átalakítja Hz-cé, azaz frekvenciává, amit filterezés⁵⁵ után egy mintafelismerő művelet dolgoz fel. Ezek a jelek jutnak el a számítógéphez, egy optikai izoláción keresztül, ami megvédi a felhasználót a számítógépből jövő feszültség impulzusoktól. Atau Tanaka adaptálta az eredetileg Hugh Lusted és Ben Knapp által fejlesztett rendszert. EMG, EEG⁵⁶ és EOG⁵⁷ eszközök segítségével méri az izom mozgásokat, agyi aktivitást és szemmozgást. Ezeket alakítja valós időben MIDI⁵⁸ jelekké, amik vezérlik a megszólaló hangokat.⁵⁹

Atau Tanaka, Zbigniew Karkowski és Edwin van der Heide 1993-ban megalapítja a Sensorband együttest. Tanaka a BioMuse-on, Karkowski egy láthatatlan infrafény-hárfán játszik, Van der Heide pedig egy joystick-szerű MIDI eszközzel zenél. Ugyanezen technológiára épülő zenekarával, a *Sensorband-del*⁶⁰ 1993 óta járja a világot.^{61 62} Később Cecile Babiole, Laurent Dailleau társaságában létrehozza a *Sensor Sonic Sights*, azaz *S_S_S* előadó triót.⁶³ Dinamikusan változó hang- és kép-környezetet állítanak elő, itt már gesztusokkal, a fizikai térben végzett mozgások által is befolyásolják a keletkező művet, például ultrahangos szenzorral mérik az előadónak a géptől való távolságát, mely irányítja a háttérben vetített absztrakt 3D elemek színét, méretét, textúráját.⁶⁴

Egy másik előadóművész csoport is a fent említett BioMuse rendszert alkalmazza. A *Biomuse Trio* 2008-ban alakult meg, a számítógépes kamarazenét egyesítik a klasszikus performasszal, a generált hangokkal és a bio-jelekkel. Tevékenységük a hardvertervezést, az audio és bio-jelek feldolgozását, a zeneszerzést, az improvizációt és a gesztus koreográfiát is magába foglalja.⁶⁵

R. Benjamin Knapp *Stem Cells (2012) című művében* is a Biomuse-t viseli, ami az arcizmait, a szemmozgását, az agyi aktivitását, a szívverését és a bőrellenállását is méri. A performansz alatt

55 A filterek a frekvencia spektrum egyes elemeit hallhatóvá teszik, másokat visszatartanak.

56 Elektroencefalográf rövidítése. Agyhullámok mérésére alkalmas eszköz.

57 Elektrookulográfia rövidítése. Szemmozgás mérésére alkalmas eszköz.

58 MIDI egy olyan szabvány, amely hangszeres vezérlését teszi lehetővé.

59 Atau Tanaka – new Biomuse demo: <https://vimeo.com/2483259> (2015.06.30.)

60 Sensorband performansz: <https://www.youtube.com/watch?v=o-ZcsAHVn6A> (2015.06.30.) Sensorband, live at the Paradiso, Amsterdam during the first Sonic Acts festival, 1994. Edwin van der Heide, Zbigniew Karkowski, Atau Tanaka

61 Atau TANAKA: *The Use of Electromyogram Signals (EMG) in Musical Performance, A PERSONAL SURVEY OF TWO DECADES OF PRACTICE*, 2012
http://econtact.ca/14_2/tanaka_personalsurvey.html (2015.02.01.)

62 Atau TANAKA http://econtact.ca/14_2/tanaka_gallery.html (2015.02.01.)

63 *S_S_S* sound/image performance trio <http://www.ataut.net/site/S-S-S>

64 *Sensors_Sonics_Sights* gig at Fact (Foundation for Art & Creative Technology) in Liverpool 29 March 2008
http://www.dailymotion.com/video/x8c420_sensors-sonics-sights-fact_creation (2015.06.30.)

65 First Movement of the "Biomuse Trio" (2008-10) by Eric Lyon, with interaction and interface design by Eric Lyon and R Benjamin Knapp. Featuring the Biomuse Trio: Eric Lyon (computer), R Benjamin Knapp (biosensors). Recorded in March 2010 at the Sonic Lab (Sonic Arts Research Centre, Belfast).
<https://www.youtube.com/watch?v=N1dBo7V4dzA> (2015.06.30.)

a nézők érzelmeinek fiziológiai mutatóit is mérték, konkrétan az izzadásukat és szívverésüket, melyek részévé váltak az előadásnak. A zene dramaturgiailag ezen fiziológiai és érzelmi adatok mentén fejlődik ki, ez alapján alakul ki mind a komponált, mind az improvizatív része.⁶⁶



Akau Tanaka, a BioMuse rendszer kifejlesztője, performanszában izomszenzorokat ötvöz három-irányú gyorsulásmérőkkel

Daito Manabe és Motoi Ishibashi japán művészek 2008-as *Face Visualiser* előadásukban fordított irányban használják ezt az eszközt, azaz hangok által generált elektromos impulzussal vezérlik saját testük, arcuk izmait, mindezt a nézők mögöttük kivetítve látják.⁶⁷



Daito Manabe és Motoi Ishibashi: Face Visualizer

66 Biomuse Trio: R. Benjamin Knapp in 'Stem Cells': <https://vimeo.com/41629780> (2015.06.30.)

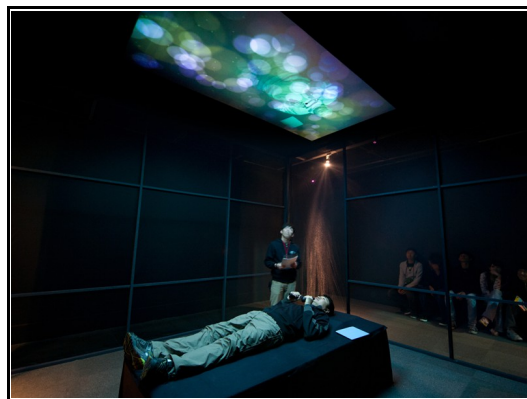
67 The Face Visualiser, Performance at NoiseLab as part of AND Festival in Manchester on Sunday 3rd October. Daito and his assistant attach electrodes to their faces and let computer signals control their muscles. <https://www.youtube.com/watch?v=Qg7Z6YqxVzM> (2015.06.30.)

A szívizom mozgása által létrejövő jelet, azaz a szívritmust elektrokardiográffal (EKG) mérhetjük. Fotopletizmográffal is mérhetjük a pulzust és a véroxigén szintet is, de léteznek kisméretű, hordozható pulzoximéterek, amelyek a vérnyomást is figyelik. Példaként Christian Möller 1993-as *Light Blaster* című installációját említeném. A látogató szívverése által kontrollálhatja a lézert, miközben egy furcsa testi tapasztalatot szerez ebben a fény-fal uralta térben.⁶⁸



Christian Möller: *Light Blaster*

George Kuth *The Heart Library: Biofeedback Mirror* (2007) című alkotásában a résztvevők egy ágyon fekvé a kezükben a szenzorral, a plafonon saját digitális tükörképüket látják, torzított, effektezett formában, ennek viselkedését a szívverésük szabályozza.⁶⁹



George Kuth: *The Heart Library: Biofeedback Mirror*

68 Christian Möller - Light Blaster: Immaterial Membrane, Biofeedback-driven Environment 1993. <https://www.youtube.com/watch?v=m17sNCiS5FM> (2015.06.30.)

69 The Heart Library Project, George Kuth with David Morris-Oliveros and Caitlin Newton-Broad. <http://georgekuth.com/heartlibrary/#19> (2015.06.30.)

A *The Heart Chamber Orchestra* zenekar 12 tagjának szívritmusa valós időben egy absztrakt kotta formájában jelenik meg az előttük látható monitorokon. Ugyanakkor a zenemű hallgatása is befolyásolja a szívritmusukat, sajátos visszacsatoláson alapul tehát az előadás.⁷⁰

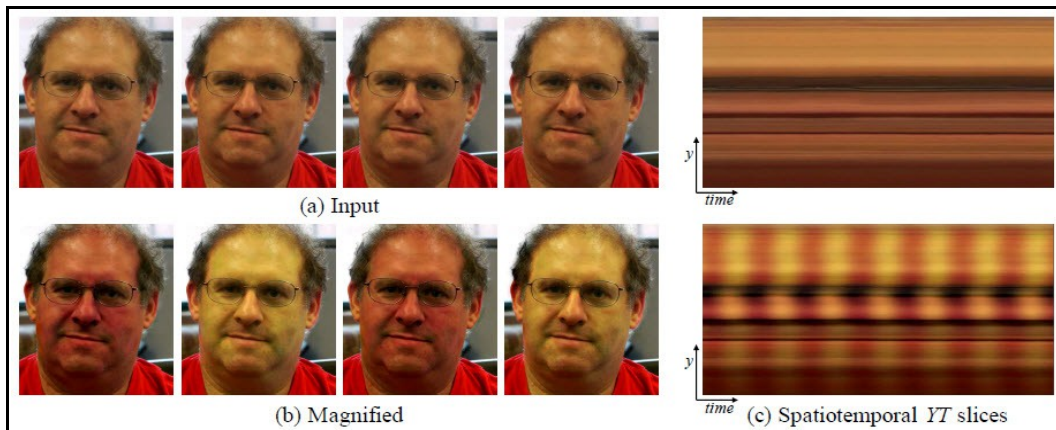


The Heart Chamber Orchestra fellépése a 2010-es Pixelache-en

Eulerian Video Magnification (EVM): Ezt a szoftvert használja Jiann Hughes a szívverés alapú installációiban, melyekről a következő fejezetben tárgyalok. A szívritmus mérésére alkalmas, az MIT által fejlesztett szoftverről van szó, melyet a *SIGGRAPH*-on mutattak be 2012-ben. A szoftvert az MIT-ban fejlesztették, nyílt forráskódú, azaz bárki ingyen hozzáférhet. Lényege, hogy a videón látható apró mozgások, változások extrém felnagyításából kinyert adatokat jeleníti meg, szintén videó formában. Olyan mintha egy mikroszkópon keresztül néznénk az eseményt. Egy algoritmus teszi ezt lehetővé, ami a változások szélső értékeit keresi és azokat eltúlozva vizualizálja. Ez azt jelenti, hogy bármilyen témát, bármikor készített videót képes elemezni, nem szükséges valós időben futtatni. A szem számára láthatatlan dolgokat, mint a véráram pulzálását az emberi testben, a szemmozgást, az épületek kilengését szél hatására, a csavarok vagy szegecsek anyagfáradását is képes feldolgozni. A képet alkotó pixelek színintenzitás változását vizsgálja, ennek pontos ismeretéből számítja ki a pulzusjelet. Az adatot először százszorosára felerősítik, hogy nagyobb eltérés legyen a szélső értékek között, így tehát egy emberi arcról készített videó esetén a szoftver által előállított videón az arc bőr színe a szív pulzálásától függően zöld és vörös színek között váltakozik. A készítőik célja, hogy orvos-diagnosztikai eszközként is használható legyen a szoftver.⁷¹

70 The Heart Chamber Orchestra is an audiovisual performance consisting of 12 classical trained musicians and the artist duo TERMINALBEACH <http://heartchamberorchestra.org/wordpress/> (2013.08.26.)

71 Sebastian ANTHONY: MIT releases open-source software that reveals invisible motion and detail in video, on February 28, 2013. <http://www.extremetech.com/extreme/149623-mit-releases-open-source-software-that-reveals-invisible-motion-and-detail-in-video> (2015.02.01.)



Eulerian Video Magnification

An example of using our Eulerian Video Magnification framework for visualizing the human pulse. (a) Four frames from the original video sequence. (b) The same four frames with the subject's pulse signal amplified. (c) A vertical scan line from the input (top) and output (bottom) videos plotted over time shows how our method amplifies the periodic color variation. In the input sequence the signal is imperceptible, but in the magnified sequence the variation is clear.

Az arckifejezések felismerése szoftveresen is lehetséges, ilyenkor a kamerából kinyert képet az előre beprogramozott arckifejezésekhez viszonyítja a rendszer, s ha az egyikhez passzol a beérkező adat, azt a program felismeri és bekategorizálja, ilyenkor lefut a hozzá tartozó, előre meghatározott eseménysor. Hye Yeon Nam 2011-es *Please Smile* című alkotása is ezen alapul, az installációban a csontváz-szerű robotkezek lekövetik a néző mozgását a térben, miközben a kezek folyamatosan rá mutatnak. Ha a néző elmosolyodik, a kezek hirtelen integetni kezdenek neki.⁷²



Hye Yeon Nam: Please Smile

⁷² Hye Yeon Nam - Please Smile, Robotic Installation 2011. <https://www.youtube.com/watch?v=C2-QiQzp67Q> (2015.06.30.)

Neurofeedback-nek nevezzük amikor az agy elektromos jeleit mérjük, elektroencefalográffal (EEG), ami a fejbőrre helyezett felszíni elektródák segítségével érzékeli az elektromos feszültség változását a bőrfelületen. Az orvosi eszköz csak steril környezetben használható és rendkívül körülményes a felhelyezése. De napjainkban megjelentek olyan alternatív verziói, melyek ugyan nem mérnek minden egyes területén az agynak, viszont könnyen felszerelhetőek, bárhol használhatóak. Az ilyen típusú eszköz általában azt figyeli, hogy a viselője mennyire van relaxált, fókuszált vagy ideges állapotban. A *Brain Computer Interface*-en (BCI) keresztül, egy külső eszköz és az agy jelei között létrehozható egy kommunikációs csatorna. 2009-ben Andrew Brouse és Maxime Rioux újraértelmezték, s újra előadták Alvin Lucier már említett zenei performanszát *Re-interpretation of Alvin Lucier* címmel, a szerző utasításai szerint. Agyhullám vezérelt hangszerek szólaltak meg.⁷³



Alvin Lucier: Music For Solo Performer

Olyan komplexebb rendszerek vezérlésére is alkalmas lehet a BCI, mint amilyen a *Brainloop: interactive performance platform*, ami pusztán a mozgató parancs elképzelésével (pl. „bal kéz mozog”) lehetővé teszi az eszköz vezérlését. A résztvevő a mozgató izomra gondolás által egy menürendszerben lépkedhet, így a *Google Earth*-ön keresztül vizsgálhatja a térségeket, és a helyi hangfelvételeket effektekkel manipulálhatja, majd visszahallgathatja.⁷⁴

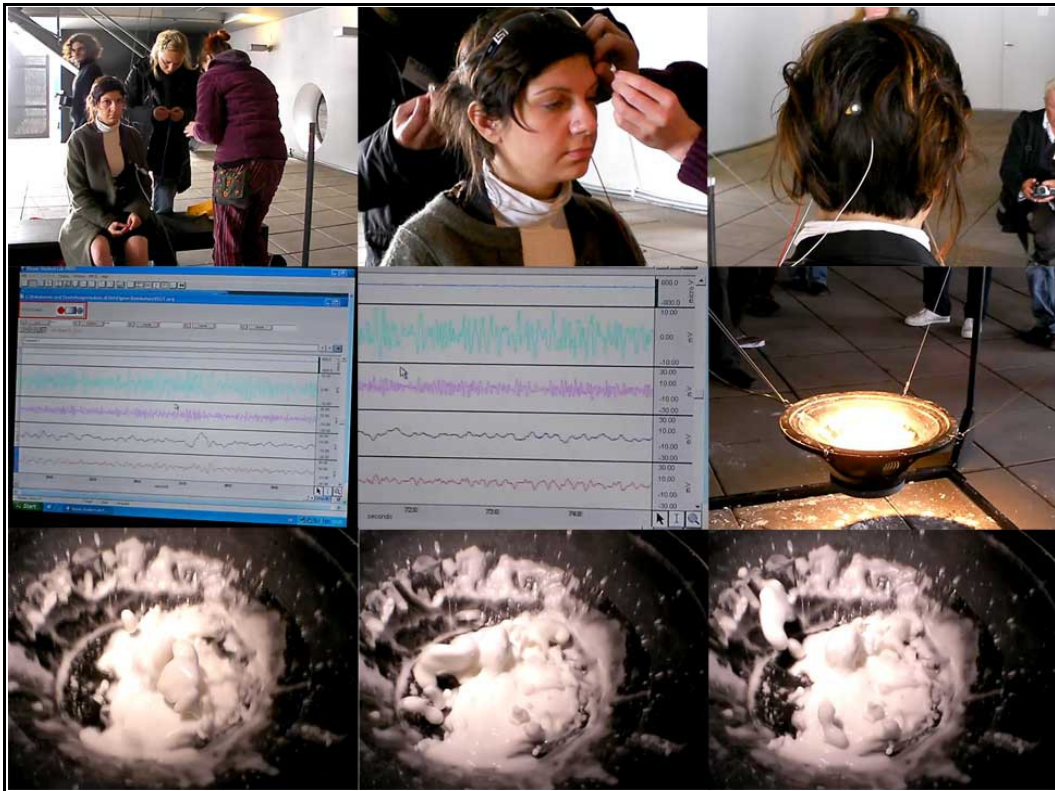


Brainloop interactive performance platform

73 Re-interpretation of Alvin Lucier: Andrew Brouse & Maxime Rioux - Music for Solo Performer 1999.
<https://www.youtube.com/watch?v=1qDKu692JZ0> (2015.06.30.)

74 Brainloop: <https://www.youtube.com/watch?v=KwNUUpOVZu2E> (2015.06.30.)

Yoshimasa Kato és Yuichi Ito *White Lives on Speakers, Brain-driven Aesthetic Environment* (2007) című installációjában egy hang által létrehozott szobor kel életre, ahogyan a fehér folyadék (burgonya keményítő+víz) hanghullámok rezgésének hatására „ugrál” a hangszórón. Az agyhullámok (alfa, béta) frekvencia változása generálja a hangot, a létrejövő interaktív szobor visszajelzést ad a résztvevő agytevékenységéről, miközben a folyadék megérintése is része lehet az interakciónak.⁷⁵



Yoshimasa Kato és Yuichi Ito: *White Lives on Speakers, Brain-driven Aesthetic Environment*

Szemmozgás lekövetése elektrookulográffal (EOG) is lehetséges, ez voltaképpen egy orvosi eszköz ami felszíni elektródákat használ és általában a REM alvás fázisban⁷⁶ lezajló gyors szemmozgást észlelik vele. Képzőművészeti hasznosítását tekintve a valós idejű videokép elemzésén alapuló alkalmazások terjedtek el, melyek általában a szemgolyón visszatükröződő fényt (*eye-gaze*) elmozdulását elemzik. Joachim Sauter és Dirk Lüsebrink *Iconoclast ('Zerseher'), Eye-Responsive Installation* (1992) című műve is erre alapul. A megfigyelő egy múzeumi környezetben találja magát, egy keretezett (véltetőleg a képzőművészet történetében az első gyermekrajz-ábrázolást tartalmazó Francesco Carotto festményt megjelenítő) kép lóg a falon. A néző azt tapasztal

75 *White Lives on Speakers, Brain-driven Aesthetic Environment*
<https://www.youtube.com/watch?v=Dw9fpEaQkkU> (2015.06.30.)

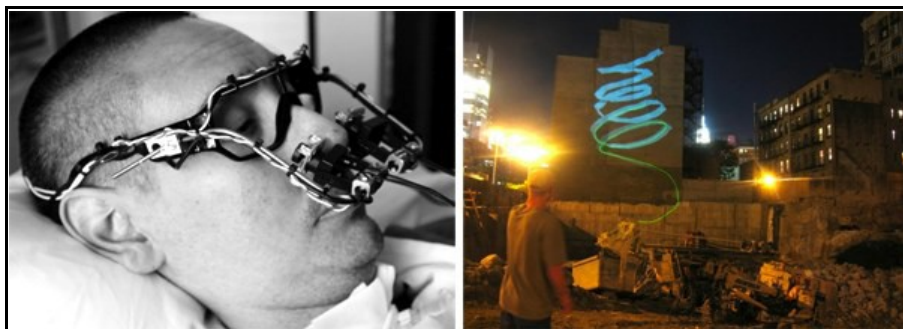
76 A Rapid Eye Movement (rövidítése: REM, a.m. „gyors szemmozgás”) az alvás egyik fázisának tudományos, angol megnevezése. Erős agyi aktivitás jellemzi, ekkor álmodunk.

talja, hogy a kép folyamatosan változik, a szemmozgásának megfelelően mindig az a pont torzul amit épp meg akar vizsgálni. A fal mögé rejtve található a kamera, a számítógép és a kijelző. Ha senki nem nézi a képet 30 másodpercig, az visszaáll az eredeti állapotba.⁷⁷



Joachim Sauter és Dirk Lüsebrink Iconoclast: Zerseher

Könnyen beszerezhető eszközökből saját hardvert is készíthetünk, leghíresebb példája az *EyeWriter projekt (2010)*, ahol a felhasználó, aki egy súlyos balesetet szenvedett graffiti művész, szemmozgásának irányításával rajzolhatott fényfestményt egy ház falára.⁷⁸

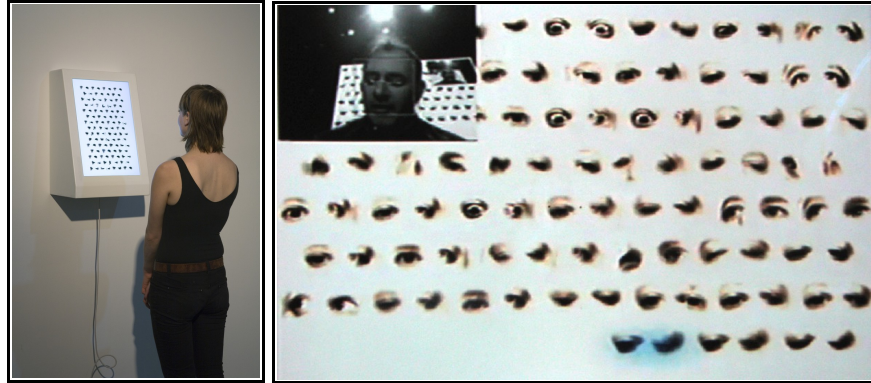


EyeWriter projekt

⁷⁷ Zerseher: <https://www.youtube.com/watch?v=Gq79PW4hIGw> (2015.06.30.)

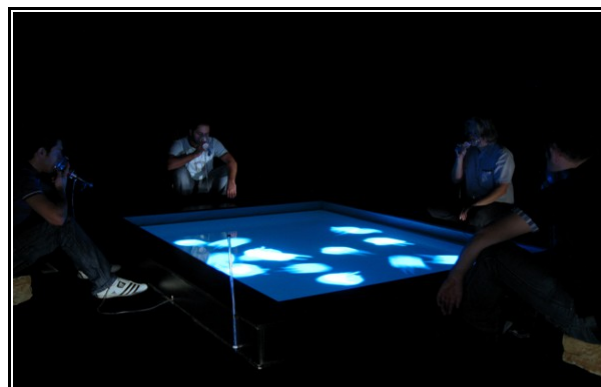
⁷⁸ <http://www.eyewriter.org> (2015.02.01.)

A projekt egyik kulcsfigurája, Golan Levin többször használta installációiban ezt a technikát, ilyen például az *Eyecode* (2007), ami egyfajta digitális tapétát jelenít meg a korábban résztvevő nézők szemének felvételeiből, a megjelenő képet az aktuális felhasználó pislogása és nézésének iránya is befolyásolja.⁷⁹



Golan Levin: *Eyecode*

Légzés mérésére is több lehetőség kínálkozik, egyrészt a mellkas mozgását érzékelő pneumográf, másrészt DIY úton átalakított nyomásmérő szenzorból is előállítható egy a szájon át történő légzés hatására bekövetkezett nyomást érzékelő egység. Ilyet alkalmaz Laura Colmenares Guerra 2008-as *Lungs: The Breather* címre hallgató interaktív installációja, ahol az aktív és passzív viselkedés egyaránt mérhető. A résztvevők hangzó anyagok mellett vetített videón keresztül kapnak visszacsatolást saját és társaik légzéséről.⁸⁰



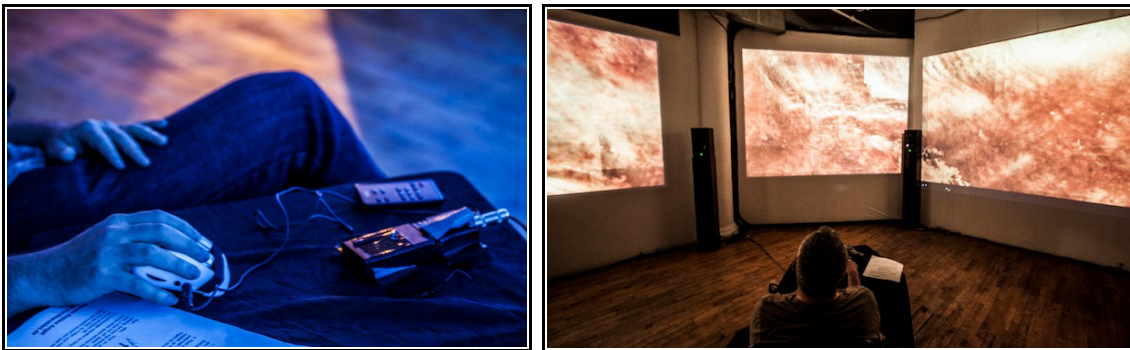
Laura Colmenares Guerra: *Lungs: The Breather*

⁷⁹ Golan Levin - Eyecode, Eye-Responsive Installation 2007

<https://www.youtube.com/watch?v=-bzXvrpxXzc> (2015.06.30.)

⁸⁰ Lungs: The Breather http://thebreather.org/index.php?page=video_en (2015.06.30.)

Bőrellenállás (GSR = Galvanic Skin Response) mérésére Elektrodermográf (EDG) alkalmas, ami a bőr elektromos aktivitását direkt (bőr-vezetőképesség és bőr-potenciál) és indirekt (bőrellenállás) módon képes mérni, a kézre és csuklóra helyezett elektródák segítségével. Bőrellenállás mérésénél az EDG áramot vezet a bőrön át és az ellenkező oldalon az ellenállás összegét méri. *FEEL<PERSPIRE: responsive biofeedback installation (2007)* című munkában az alkotó, Tina Gonsalves az újra helyezett szenzorral mért izzadságot használja fel a vetített kép tartalmának befolyásolására. Amikor a résztvevő megnyugszik, a virtuális felhők képe napossá, absztrakttá válik. Ha a résztvevő ideges, viharos felhők jelennek meg.⁸¹ Claudia Robles Angel *SKIN (2012/2014)* című alkotása az ugyanígy kapott adatokat audiovizuálisan dolgozza fel, színt és frekvenciát, azaz hangot generálva azokból, betérítve a teljes teret.⁸²



Claudia Robles: SKIN

Természetesen léteznek olyan művek, melyek nem csak egy típusú szenzort vagy technológiát alkalmaznak, erre korábban már említettem példaként Atau Tanaka előadásait. Christa Sommerer és Laurent Mignonneau alkotása, a *Mobile Feelings II.* interaktív installáció több darab egyforma, kézbe fogható, organikus formájú interfészen alapszik, melyek biofeedback kommunikációs eszközt tartalmaznak. Az interfész neve arra utal, hogy kinézetre és működését tekintve a mobil telefonra hasonlít. Ezek beépített bioszenzorokkal és aktuátorokkal⁸³ rendelkeznek, így mérik valós időben a résztvevő kezén keresztül annak pulzusát, vérnyomását, bőrellenállását. Összesen hat résztvevője lehet az installációnak. Saját testük adatait a résztvevők elküldhetik egymásnak, az eszköz interfészen keresztül kiválaszthatják, hogy kinek. A fogadó oldali eszköz feldolgozza és megjeleníti, érzékszervi szinten megtapasztalhatóvá teszi a biojeleket. A szívritmust rezgéssé alakítja, így az kitapinthatóvá válik. A résztvevőnek természetesen nem kell egy térben tartózkodnia.⁸⁴

81 *FEEL<PERSPIRE: responsive biofeedback installation* <http://www.tinagonsalves.com/feelerspire.html> (2015.06.30.)

82 Claudia ROBLES Angel's website / Installations / SKIN / video <http://www.claudearobles.de> (2015.02.01.)

83 Aktuátor: Elektromos árammal, olajjal, vagy levegővel működtetett beavatkozó elem, amely képes valamilyen irányító jelnek megfelelő hatás kifejtésére. Működését tekintve egy mechanikus, elektromos, hidraulikus szerkezet, vagy ezek kombinációja is lehet. <http://idegen-szavak.hu/aktuator> (2013.08.26.)

84 *Mobile Feelings II.*: <https://www.youtube.com/watch?v=VD6MvlfGfzc> (2015.06.30.)



Christa Sommerer és Laurent Mignonneau: Mobile Feelings II.

Egyre több használati eszköz jelenik meg a boltokban is, játékok, sport eszközök, stb. formájában elérhető áron, ezek átalakításával (meghekkelésével) jelentősen felgyorsítható a korábbi nehézkés fejlesztési folyamat. Olcsóbban és gyorsabban készülhetnek el művek. Az eszközök legtöbbször bárki számára könnyen beszerezhetőek, gondolok itt például az Emotiv agyszenzorára, melyből számtalan módon felhasználhatóak a mért agyhullám-, giroszkóp- vagy épp szemmozgás adatai.⁸⁵

85 A kutatásom egy részének online prezentációja, még több példával:
<http://harsanyireka.net/non-invasive-biosensors-in-artworks/> (2012)

Az interakció résztvevőjének megfigyelése, kutatási sémák

Jiann Hughes bioszenzor alapú interaktív installációin keresztül a személyiség megnyilvánulásait kutatja. Azt, hogy hogyan változtatja meg egy ilyen fél-hivatalos esemény/ interakció vagy a technológia használata a látogatók és a résztvevők viszonyát egymással és önmagukkal. A testi megtapasztalást a privát szférából a publikus térbe emeli. A belső, testi funkciók érzékelését helyezi előtérbe. Munkáiban a test a kommunikáció eszközévé válik. Az interakcióban tapasztalatot szerző résztvevő szubjektív jelentéssel ruházza fel a művet és ez meghatározza az általa átélt érzékszervi élményt is. Kutatása során arra jutott, hogy az érzelem állandó kölcsönhatásban áll a testi funkciókkal és a társas/szociális érintkezési formákkal. Az élményszerzésben a szubjektív folyamatok és az egyedi tapasztalatszerzés dominálnak.

Installációiban a szív és a lélegzet viselkedésének megtestesítésével foglalkozik azáltal, hogy a szenzorokból nyert adatokkal egy audiovizuális visszajelzést hoz létre. Ezekben a játékra invitáló terekben a résztvevők saját maguk irányíthatják az eseményeket. A kíváncsiság és az érzéki megtapasztalás a mozgató rugója a részvételnek. Valamint annak is, hogy a jelenlévők megosszák egymással tapasztalataikat, annak ellenére, hogy nem ismerik egymást.⁸⁶

Légzés alapú installációra példa a *Spiritus (2011)*, ami arra csábítja a résztvevőket, hogy a „lélegező-sátorban”, ami egy kis, fekete függönnyel elszeparált tér, kísérletezzenek légzésükkel. A mikrofon által felvett lélegzés terjedelmét egy valós idejű szoftver elemzi, és ennek megfelelően vezérli a visszajátszott hangzó alkotást, mely egy fülhallgatón keresztül jut vissza a résztvevőhöz, így hangsúlyozva ki az érzelmek és a légzés közötti kapcsolatot. A mű címe emlékeztet minket a közöttük létrejövő összetett kölcsönös kapcsolatra. A spiritus kifejezés tükrözi azt az összetett pszichológiai és anatómiai kapcsolatot, ami a légzés-rendszert egyéb testi-rendszerekkel összeköti. A *Below the Belt (2011)* című műben boxfelszerelésbe épített bio-orvosi érzékelők gyűjtik a résztvevő légzésének adatait. A „versenyzők” 4 percet kapnak, hogy kövessék a videófelvételen megjelenő légzés-edzőjük, Tony utasításait, aki arról beszél, hogyan nyerjék meg a mérkőzést mély-hasi légzéssel. A *Below the Belt* interaktív videó installáció felerősíti és kiterjeszti a résztvevők testi tapasztalatát. A kontakt-versenysport a kifelé és a légzés gyakorlatok közben történő befelé fókuszálás közötti feszültséget vizsgálja meg. A megfelelő légzés segíti a teljesítményt. A résztvevőket provokálja, hogy fedezzék fel az egyértelmű összefüggéseket a légzésük és érzéseik között, kiterjeszti fókuszukat a testi tudatosságon túl, a testi reakciók és a társas interakciók közötti érzelmi kapcsolatra.⁸⁷

Terraing Anáil (2012) című művét Shirley Coyle-lal együttműködve hozta létre. A felhasznált fűző-szerűen felcsatolható interfész nyúlásszenzorok segítségével gyűjt adatot a viselője légzésé-

86 Jiann HUGHES weboldala <http://jiannhughes.com/> (2014.11.01.)

87 Jiann HUGHES: *Below the Belt – Participant Experience in a Breath Controlled Interactive Artwork*, https://www.academia.edu/1525321/Below_the_Belt_-_Participant_Experience_in_a_Breath_Controlled_Interactive_Artwork (2014.11.01.), http://www.jiannhughes.com/wp-content/uploads/Artscare_conference_paper_notes.pdf (2014.11.01.)

ről. A jeleket rádió-frekvencián továbbítják a *MaxMsp*⁸⁸ szoftverhez, ami az előre megírt algoritmusok alapján hangmintákat indít el, valamint az optikai üvegszálak segítségével megjelenített fényjátékot is irányítja, mely a befogadó által viselt interfészrészét képezi. Az így létrejött dinamikus hang-kép a hangszórókban és a résztvevőn lévő fülhallgatóban szólal meg. Dinamikus hangszert jön így létre, melyet a résztvevő légzése vezérel, s bioszenzor-adatok segítségével teszi lehetővé, hogy felfedezzék, miként gyakorol hatást rájuk a lélegzetük, és hogyan változik meg a többi emberrel való (meta)kommunikációjuk, miközben az installációval találkoznak. Művei félhivatalos társas interakciót tesznek lehetővé (megtapasztalás, eljátszás és reflektálás), a képzelet, játék, elmélkedés és kíváncsiság egyesítése által. A mellkasra húzható rugalmas anyagból készült, nyúlásszenzort tartalmazó öv nem tesz különbséget a viselői között, nem érzi ha valakinek orvosilag légzési rendellenessége van, csak a változás mértékét figyeli. Nem szükséges lihegni vagy sóhajtozni sem, normál hasüregi vagy mellkasi légzés is elég az interakcióhoz, hiszen az interfész kis változást is érzékel. A *Terraing Anáil* című projektben a két légzéstípust Hughes külön értelmezi. A test mint hangszer egyedi hangkompozíciót hoz létre a biológiai visszacsatolás által.

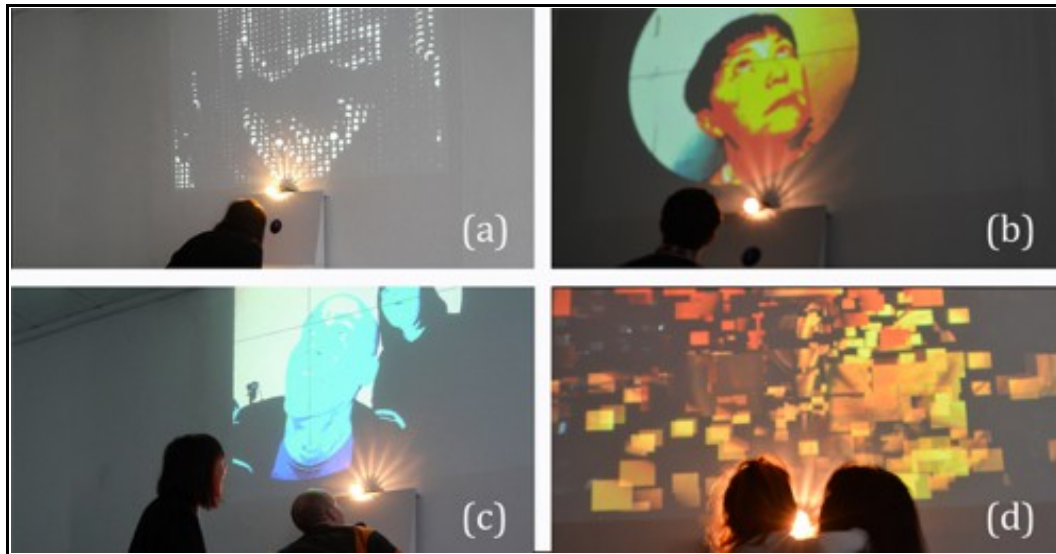


Jiann Hughes: Below the Belt

Hughes a szívveréssel és a résztvevők annak változására adott viselkedésével is foglalkozott. A *BB got your beat* (2013) című műben egy videokamerán keresztül, valós időben látható résztvevő szívverését egy arcfelismerő szoftver és képanalizáló algoritmus segítségével, fizikai kontaktus nélkül méri. A ritmus változását videokép és hang formájában közvetíti a befogadó felé. A láthatatlan interfész, az installáció helyének klinikai hangulata és a diszkóból inspirálódott hangeffekt jellemzi a művet. A vizualizáció a katonák által használatos hőkamera képek karakterére emlékeztet. Az installáció a megfigyelés területére is kiterjed, lehetővé téve az emberi test „kihallgatását”, mint egy potenciális fertőzött vagy bűnözőt. Utópisztikus üzenete, hogy a városi embert belülről is megfigyelhetik.⁸⁹

88 A MaxMsp egy vizuális programnyelv fejlesztőkörnyezete, node alapú. Elsősorban hangvezérléshez használják, de alkalmas vizuális elemek irányítására és egyéb vezérlőjelek küldésére, fogadására.

89 Jiann HUGHES: *BB got your beat: Visualising Heartbeats, within a Biosensing Artwork*, University of Technology Sydney http://www.bcs.org/upload/pdf/ewic_ev14_s5paper2.pdf (2014.11.01.)



Jiann Hughes: BB got your beat

Három állapota van a műnek, alap (nem jelenik meg arc a térben), aktív (a szívverés emelkedésekor vöröses-sárgás, csökkenésekor kékes-zöldes videóképet mutat, hangjelzés kíséretében) és végállapot (amikor az arcdetektáló szoftver elveszti az adatot, a kép „összetörik” és a hang elhalkul).

Az első kulcsa annak hogy a mű interaktív, amikor a résztvevő felismeri, hogy viselkedése befolyásolja a képet. Kíváncsisága által vezérelve közelebb megy a fényhez, ekkor észleli, hogy a mű követi és bezárja őt. Ekkor jön az aktív állapot. Észleli, hogy valami fenyegető dolog történik felette, ahogy saját arca kivetítését nézi. A megjelenő célkereszt is erre a rosszindulatot feltételező szándéokra erősít rá, ami miközben mozog a térben, folyamatosan követi őt. A *BB* felfedi a titkát annak, hogy az élethez szükséges jelet hogyan lehet titokban mérni, jelen esetben egyetlen kamerakép is elég hozzá. A technológia-fóbiával kísérletezik, az emberek akaratukon kívüli megfigyelése által.

Az ilyen, biológiai adatokat megjelenítő művek a résztvevőknek a szervezetükben történő árnyalatnyi változások lereagálásával megmutatják, hogyan hat rájuk az adott környezetünk. Felbátorítja őket, hogy érezzék, mi történik a bőrük alatt, a belső szerveikben, megmozgatva érzelmeiket és tudatukat. Céljuk, hogy a résztvevő megtanulja akaratlagosan kontrollálni fiziológiai folyamatait, hogy később külső eszköz nélkül is képes legyen az ön-szabályozásra. Bioszenzoros installációk az egészségmegőrzés oktatásában is szerepet játszhatnak. Ellenőrzött orvosi körülmények között, pontos eszközökkel gyógyításra is alkalmasak lehetnek, de ez nem képezi a témám tárgyát.⁹⁰

Hughes a *videó-alapú-előhívási (video-cued recall) módszert* alkalmazta a kiértékeléshez, amit az *Understanding the Experience of Interactive Art*⁹¹ című tanulmány fejt ki, a *IAMASCOPE*

90 Jiann HUGHES: *Biosensed interactive artworks in healthcare education notes*, http://jiannhughes.com/wp-content/uploads/Artscare_conference_paper_notes.pdf (2014.11.01.)

91 B. COSTELLO, L. MULLER, S. AMITANI, E. EDMONDS: *Understanding the Experience of Interactive Art: Iamascope*

installáció elemzése kapcsán, melyet a következő alfejezetben tárgyalok. A résztvevőkről videófelvétel készül, miközben a művel foglalatostkodnak. Ezt követően egy részben megtervezett interjú keretein belül folytatja a résztvevő és az alkotó-kutató a beszélgetést – ahol mindkettejük ideje korlátozott. Ekkor a résztvevőket megkérlik, hogy meséljenek az interakció közben létrejövő emlékeikről, érzékelésükről és gondolataikról, miközben azt a videót nézik vissza, ami rögzítette a testbeszédüket, gesztikulációikat, légzésük minőségét és hangszín változásait is. A videó segít felidézni saját élményeiket, így könnyebben be tudnak számolni róla. Hughes a rögzített biometrikus adatok és az elmesélt tapasztalatok közötti összefüggéseket kutatja.

Tanulmány a videó-alapú-előhívásról

Costello, Muller, Amitani, és Edmonds kutatók 2005-ben a *Iamascope* című interaktív installáción keresztül vizsgálták a résztvevők reakcióit az interakció során, a *videó-alapú előhívási (video-cued recall) módszer* segítségével. Szociálisan és társadalmilag is determinált a résztvevők viselkedése a publikus terekben, így egyfajta labor-körülményt hoztak létre azért, hogy újra megépítették ezt a művet Sydney-ben (először a *Siggraph*-on volt 1997-ben kiállítva), s az interaktív installációkat és művészetet kedvelő alanyokon tesztelték. A *Iamascope* egy generatív audiovizuális kaleidoszkóp, melyet a résztvevő saját mozdulataival képes vezérelni úgy, hogy a megjelenő videóképpel együtt elrejtett kamerán keresztül befolyásolja a kép tartalmát az adott térben zajló mozdulataival, melyek által a kaleidoszkóp mintáját irányítja. A felcsendülő hangfolyamot, annak hangszíneit szintén a résztvevő térben való pozíciója és mozdulatainak sebessége határozza meg, így testével egy dinamikus kép- és hangfolyamot kreál.⁹²

Az installációban megfigyeltek alapján, a közreműködő látogatók az alábbi fázisokon mehetnek keresztül. Négy kategória szerint osztályozták a kutatók a résztvevőnek a művel szemben kialakult viszonyát, bár ezek a szakaszok keveredhetnek is az interakció során:

- **Reagálás:** Ebben a fázisban a résztvevő érzékeli, hogy a tárgy elkülönül tőle, interakcióba lép vele és megvárja mi történik, majd a kapott reakció függvényében folytatja cselekvését. Örömmel tölti el az, hogy elvárásainak és elképzelésinek megfelelően reagál a rendszer.
- **Irányítás:** Ilyenkor a résztvevőben létrejövő érzés ahhoz hasonló, mintha egy hangszeren játszana. A résztvevő úgy érzi, a tárgy a testének kiterjesztése, melyet teljesen kontrollálni tud, ezáltal örömteli játékká válik az interakció.
- **Szemlélődés:** Ez a harmadik szakasz nem interaktív folyamat, ekkor a résztvevő saját magát figyeli meg, elszeparálva a tárgytól. Egy festmény szemléléséhez hasonlóan, a mű-

in Beta_space, Find published version here: Proceedings of the second Australasian conference on Interactive entertainment (IE '05). Creativity & Cognition Studios Press, Sydney, Australia, 2005, pp. 49-56.

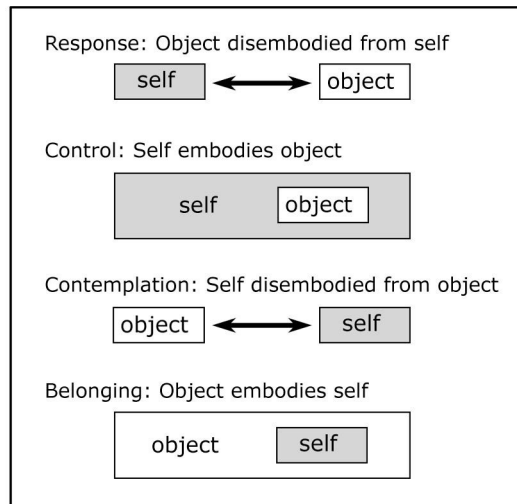
http://www.researchgate.net/profile/Brigid_Costello/publication/234782683_Understanding_the_experience_of_interactive_art_lamascope_in_Beta_space/links/54694b420cf2397f782d6edc.pdf (2014.11.01.)

92 *Iamascope*: Introduction to how the *Iamascope* works, Published on May 28, 2015

<https://www.youtube.com/watch?v=eoX3gfU3T0M> (2015.06.30.)

tárgy arra ösztönzi, hogy keresni kezdje annak mondanivalóját, természetesen az asszociációs folyamatok is ide tartoznak.

- **Hozzá tartozás:** Ez a legnehezebben elérhető, de legérdekesebb vizsgálati szakasz. A résztvevő úgy érzi, hogy bekebelezi és irányítja őt a műtárgy. Ez az állapot örömmel tölti el, mert kiváltja benne a valahova tartozás élményét. (Ez utóbbi szakasz ellenérzést, kiszolgáltatottságot éppúgy kiválthat, ld.pl. Hughes: BB Got your Beat installációjánál.)



(Categories of embodiment)

A befogadó műhöz való viszonya

Habár mások megfigyelése által is fel lehet mérni a mű lehetőségeit és korlátait, mégsem marad ki a művel való viszony első, reagálásnak elnevezett feltérképező fázisa. A második fázis a leghosszabb és legmeghatározóbb a folyamatban, az is előfordulhat, hogy a látogató ezután elhagyja a művet, mivel úgy érzi kimerítette a benne rejlő lehetőségeket, tovább már nem köti le az. Az is előfordulhat, hogy a befogadó felismer a működésében egy korábbi mintát, így úgy véli, már ismeri.

Az elemzéshez a saját szoftverüket használták, amiben adatbázis jelleggel tárolják és egymáshoz rendelik az eredeti videofelvételt a testbeszédéről és az elmesélt élményeket. Az alanyok észlelésének állapotait elmesélésük alapján a következő „kódok” szerint értelmezik, ezt rendelik hozzá a videofelvételen látható eseményekhez.

| Master Codes | Sub-codes |
|------------------|---|
| Assessing System | Reading text Working out how to work it Realisation Identify limitation Completed interactive possibilities |

| | |
|---------------------|---|
| Refer to Self | Identity reference Comments re seeing self |
| Response | Positive response Negative response |
| Described Behaviour | Play Goal or aim Feel in control Decide to leave Wondering or questioning Mesmerised |

(The Cognitive States coding group)

Az észlelés állapotai:

FELISMÉRÉS: szöveg elolvasása, kipróbálás, megértés, korlátozások beazonosítása, az interakció lehetőségeinek feltérképezése

ÖNMAGUKRA VONATKOZÓLAG: kapcsolat felfedezése, önmaguk észrevétele

REAKCIÓ: pozitív, negatív

LEÍRT VISELKEDÉS: játék, célkitűzés, irányítás érzése, befejezés elhatározása, csodálkozás vagy kérdésfeltevés, hipnotikus állapot

Későbbi kutatások során módosították az installációt, több effektet építettek bele. Azt tapasztalták, hogy a résztvevők hosszabb időt töltenek az interakcióban, mert nem akarnak semmit elmulasztani, kihagyni. Minden résztvevő azt állította, hogy a videofelvétel segített nekik abban, hogy könnyebben felidézzék a tapasztalataikat, érzelmeiket a videó-alapú előhívási módszer interjújánál. A kamera jelenléte azoknak nem jelentett akadályt, akik teljesen bevonódtak az alkotási folyamatba, és közben átélték a *flow-élményt*.⁹³

93 Csíkszentmihályi Mihály nevéhez fűződik a *Flow-élmény* elnevezés, áramlatélménynek is nevezik. Leggyakoribb fajtája az ismeretlen felfedezése közben, a megismerés által kiváltott izgalom, melynek hatására teljesen feloldódunk a tevékenységben, így minden más párhuzamosan érkező inger észrevétlen marad. Mélyen koncentrált állapot, mely a megelégedettség és a sikeresség érzését váltja ki, ezáltal örömmel tölt el. Ebben az erősen fókuszált állapotban szinte észrevétlenül haladunk lépésről lépésre előre, ilyenkor szubjektív időérzékelésünk is módosul. Külső szemmel nézve céltalan is lehet ez az önfeledt állapotban lezajló tevékenység. Kutatása több ezer kérdőív adatelemzésén alapul, Csíkszentmihályi riportokat készített átlagemberekkel és művészekkel is. Az egyik zenész az extázis szóval írta le, amit érzett zene-komponálás közben, egy olyan mentális állapot leírására használjuk, amikor a mindennapi rutintól eltérő cselekedetet viszünk véghez. Egyfajta alternatív valóságot élünk át ilyenkor, melyben olyan érzésünk van, mintha megszűnnénk létezni, ez pedig az idegrendszer „lassú” adatfeldolgozási képességével magyarázható, azaz nem marad az agynak kapacitása arra, hogy akár a külvilágra vagy akár a testi funkcióira (pl. éhség) is figyeljen. Ilyenkor az identitás tudat is megszűnik, ezért élünk a „magán kívül érzés” szóhasználattal, mivel „létezésünk átmenetileg szünetel”. Annak persze, hogy a dolgok „maguktól történjenek” bizonyos szakterületeken feltétele egy képzettség és rutin, amire épülve létrejöhet az automatikus cselekvés. Ugyanakkor egy művészeti

Két biofeedback alapú saját mű értelmezése

Felvetődik a kérdés, hogy a test is interfésznek tekinthető-e? Az interfész definíciója szerint két funkcionális egység összekapcsolását és együttműködését teszi lehetővé. Hardveresen és szoftveresen is értelmezhető ez, azaz a hardver lehet a test és a szoftver a biológiai jel, melyet egy újabb már mesterséges, ember alkotta hardver és szoftver értelmez. A belső értelmező én felől közelítve meg a kérdést az *endofizika* tárgyköréhez jutunk.

Hogyan rekonstruálható a valóság, leírható-e matematikai képletekkel, előállítható-e virtuális formája számítógépekkel? A tökéletesen rekonstruált, szimulált valóság vajon csupán másolatnak vagy egy újabb valóságnak tekinthető-e? Ezekkel a kérdésekkel foglalkozik Otto E. Rössler, az *endofizika* megalkotója, aki a kvantummechanika megfigyelő-problémája és a káosz teória felől közelít. A káoszelmélet szerint egy nemlineáris rendszer viselkedése kezdőállapottól függően többféleképpen alakulhat, így hosszútávon nem megjósolható mi fog történni benne, annak ellenére, hogy az azokat meghatározó törvényszerűségek egyértelműnek és kiszámíthatónak tűnnek. A káoszban a lokálisan instabil viselkedések keverednek globálisan, vagyis hogy a lokálisan eltérő különbségekből hosszú távon globálisan a legtöbb lehetséges állapot eléréséhez közel kerül a rendszer. A káoszelmélet *determinisztikus* (előre meghatározott) rendszereket vizsgál. Ezzel szemben a kvantum-mechanika *nem-determinisztikus* (előre nem meghatározható) rendszerekkel foglalkozik, nanoszkopikus méretű jelenségeket figyel meg. Felvetése, hogy bizonyos folyamatok megfigyelhetetlenek, mivel annak elemei bárhol és bármilyen állapotban lehetnek, mindaddig amíg megfigyelésünkkel be nem avatkozunk. Ezen megfigyelésnek kitett elemek eredeti állapota megmérhetetlen, mivel beavatkozás hatására megváltoznak, s ilyenkor mindig egyféle állapotba kerülnek.

Rössler szerint kétféleképpen közelíthető meg a világ leírása, kívülről a fizikai és belülről a mentális úton. Utóbbinál a megfigyelő én szubjektuma játszik szerepet, a világot absztrahálva, belülről kifelé, a belső mikrofizikai törvényeinek, endofizikájuknak megfelelően szemléli. Ugyanakkor zajlik egy külső, megfigyelő nélküli statisztikus-folyamat is, ami a világot működteti, ezt exofizikának nevezi. Kvantummechanikai megközelítésben a mikrofizika az endo, ahol a megfigyelő és a világ közé ékelődik egy szubjektív felület (interfész), a makrofizika az exo, a molekulákból felépülő objektív egzisztencia. A modern tudományok exofizikai alapokon vizsgálják a valóságot, ezzel megy szembe az individuum központú endofizika. Rössler elmélete szerint az agy egyfajta makroszkópikus, objektív szinten működik, de ami ezen a szinten megbízhatónak látszik, az mikroszkópikus szinten nem az, az itt létrejövő megkülönböztethetőség vezet az individualitás eredetéhez.

installációban történő elmélyülés a játék és élmény átéléséről szól. A *flow* akkor jön létre, amikor a feladat adta kihívást nagyobbak érezzük, mint a saját magunkról feltételezett képességeinket. Tehát bármilyen hétköznapi cselekvés közben is megtapasztalhatjuk. Mindegyik interjú alany ugyanarról ez eksztatikus állapotról számolt be, úgy érezték magukat, mintha elkapta volna őket egy áramlat, innen ered a hivatalos elnevezése ennek az állapotnak.

Mihaly CSIKSZENTMIHALYI: *Flow, the secret to happiness*, TED Talks 2004

A realitás szubjektív érzékelése a kulcs, a valóság ennek felületén válik létezővé, értelmezhetővé, így a megfigyelő a rendszer kihagyhatatlan része. A valóság megfigyelése, például a perspektíva észlelése is egy megfigyelőhöz kötött. Rössler és Wiebel a szívárvány tanulmányozásán keresztül szemlélteti a problémát. A szívárványt tárgyként kezeljük, habár csak egy délibáb-szerű jelenségről, a légkörben létrejövő fénytörésről van szó, mely minden pontból és szögből más-ként látszik, ha mozgunk velünk „utazik” így sosem tudunk közeledni hozzá. E jelenség átültetése egy digitális, matematikai világba rendkívül bonyolult, rekonstruálása a megfigyelő szemszögéből (pozíciójából, mozgásából, méretéből) kell, hogy megtörténjen! Ugyanakkor az észlelés rendkívül bonyolult folyamat, képzeljük például e, hogyan látunk miközben rázzuk a fejünket, az agyunk mégis rekonstruálni tudja a környezetünket, koherens, átlátható képet alkot róla.

A másik probléma, hogy a megfigyelő számára, a külvilág általa nem érzékelt része nem is létező, az ismertből mindig fikciókat kreál. Fogalmazhatunk úgy is, hogy a megfigyelő a benne található káoszt vetíti ki a külvilágra. Az általa alkotott modellek, gépek által létrehozott klónok is megrekednek ezen az endo szinten. Az elektronika alapú művészetek is erre a szubjektív megfigyelőre és megtapasztalásának manipulálására kezdtek fókuszálni, gondolok itt a VR és a biofeedback alapú művekre. Ha egy modellt alkotunk a világról, akkor már kívülről szemlélve, objektíven láthatunk rá. Kérdés, hogy az endo funkciókként korlátozott érzékszerveivel képes-e ennek az objektív exo világ-modellnek a felfogására és rekonstruálására, szimulálására a befogadó? Illetve hogy a virtuális valóságot az élénk táruló fizikainak a másolatának tekintjük-e? Az ember alkotta dolgok sosem lehetnek objektívek, mivel megismerésünk szubjektív, s ebből következik, hogy csak ezt a szubjektív dolgot tudjuk reprodukálni, a szubjektív világban megalkotott szubjektív eszközeinkkel. A matematika is emberi találmány, ezért túl nagy bátorság lenne kijelenteni, hogy tökéletesen rekonstruálja a Valóságot. Tehát ha az objektív világ egy verziója az ember által érzékelt szubjektív világ, akkor az a kérdés, hogy azt minek tekintjük, másolatnak, verzióknak, vagy valóságnak. Ugyanez érvényes szerintem a virtuálisra is. Ott is egy kiragadott rész jelenik csak meg a mi egész világunkból, ugyanúgy, mint az objektívból a szubjektív. Véleményem szerint, ha a sajátunk valóságnak tekintendő, akkor a virtuális is az, de ha a virtuálisat másolatnak tekintjük, akkor a mi valóságunkat is annak kellene tekinteni.

Alfa (Alpha), 2012, agyhullám vezérelt videóinstalláció

Az installáció központi eleme az agyszenzor segítségével vezérelt több rétegű mozgókép. A szenzorból jövő adatokat ebben az esetben hat részre osztottam (a nyugalmi állapottól a fókuszált figyelem állapotáig), melyet hat előre meghatározott videó-loophoz rendeltem. Az adott sávokban mozgó agyhullámok intenzitása az egymásra úsztatott videó-loopok intenzitását változtatja, tehát az a kép válik kivehetőbbé, ahol nagyobb az agytevékenység. A vizuális ingerek komoly szerepet töltenek be a külvilággal való kapcsolatunkban, hiszen az információk 60-80%-a a szemünkön keresztül érkezik be, és agyunk 40%-a foglalkozik ezek feldolgozásával. A képi gondolkodás, vagyis amikor elképzeljük valaminek a kinézetét is a látáson alapszik.⁹⁴ Agyunkban *Bé-*

⁹⁴ *A látás mint érzékelés, A látás: érzékelés és gondolkodás, 2. fejezet - A vizuális megismerés*

ta-hullámok mérhetőek leginkább, amikor éber állapotban nyitott szemmel nézelődünk vagy gondolkodunk. Ezek szoros összefüggésben vannak a motoros viselkedéssel, ugyanis ha aktívan mozgunk, vagy érintés útján érzékelünk, ezek a hullámok leglátványosabbak. A motoros funkciók végrehajtásánál és jelentéssel bíró ingerek feldolgozásakor a *Gamma*-hullámok megnőnek. Ha becsukjuk a szemünket, nyugalmi állapotba kerülünk, ilyenkor az *Alfa*-hullámok aktivitása nő, ugyanakkor az elalvás előtti állapotban már a *Théta*-hullámok aktivitása jellemző.⁹⁵ Erre a külvilággal összekapcsolódó agyi folyamatra épül az installáció működése. A rendszert működtető résztvevő csak akkor tud relaxálni, ha becsukja a szemét, ekkor kel életre a videóképek. Ilyenkor azonban nem láthatja a végeredményt, amit létrehozott, hiszen ha a létrehozó nézni kezdi az előtte lévő monitort, az agyhullámjai megváltoznak, és ekkor csak egy bizonyos képet láthat. A létrejött videó-loopot csak a képernyő előtt álló nézők tudják aktívan figyelni.

Az installáció épp ezért minimum két ember jelenlétére alapul. Az egyik önfeláldozása (az aktív befogadói szerep feladása) révén válik aktív részévé a rendszernek, a másik passzívan, kívülről nézi a teljes folyamatot, azaz az elkészült művet és a relaxáló személyt egyszerre látja. Az *endo* szubjektivitása az agyhullámok egyedi mintáiból ered, amiben az *exo* objektivitása keresi az összefüggéseket. A létrehozó résztvevő a saját maga által alkotott képeket akkor láthatja csak, ha a külső megfigyelő mozgókép formájában rögzíti az eseményeket. Így bár utólag külső megfigyelőként láthatja saját magát az egyedileg kevert mozgókép előállítója és a művet is, de ez sem oldja fel azt a feszültséget, hogy nem tudja átélni azt az adott pillanatban. Ekkor teljesen más állapotban, objektív megfigyelőként elemzi a dokumentum felvételt.

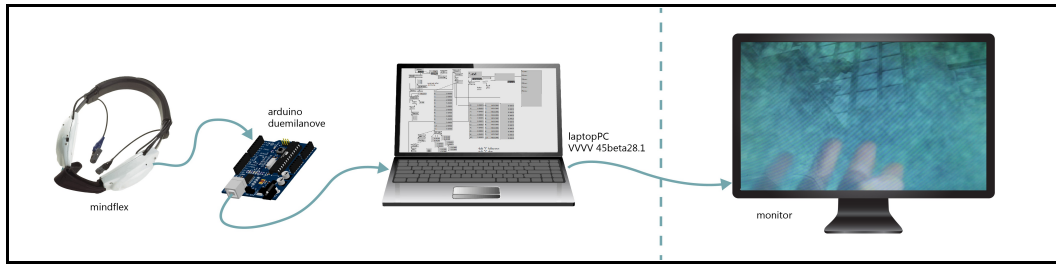


Alfa, az agyszenzor és a videó-loop képe

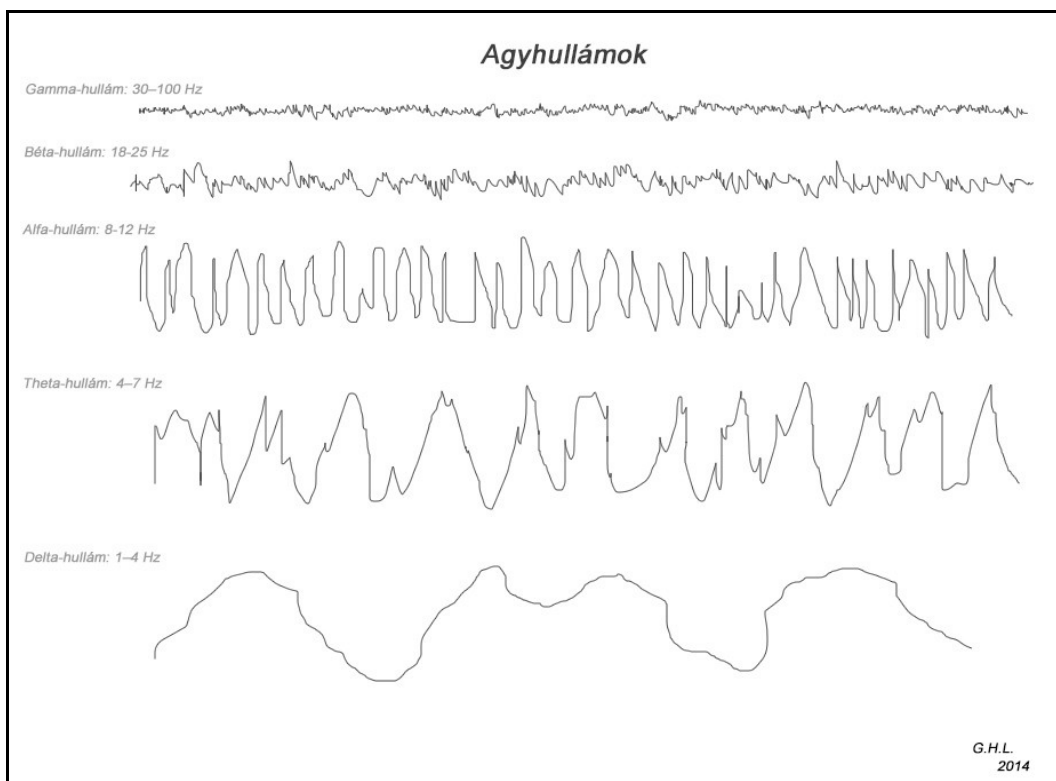
A *Minxflex* agyhullám kontrolleréből érkező adatok egy *Arduino Duemilanove* segítségével érhetőek el. Ez a kontroller az agy frontális lebenyében létrejövő aktivitását méri. A kapott frekvenciaadatok az agyi aktivitást reprezentálják, a meditativtól a figyelmi állapotig terjed a skála.

<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/VizualizacioATudomanykommunikacioban/ch02s02.html> (2015.02.01.)

95 A különböző éberségi állapotokban kimutatható EEG hullámok általános jellemzése <https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektroenkefalografia> (2013.08.26.)



Hardverek és szoftverek folyamatábrája az Alfa c. installációban



A különböző éberségi állapotokban kimutatható hullámok:

“Delta-hullám: 1–4 Hz-es, nagy amplitúdójú, kis frekvenciájú hullám. Felőtteknél mély NREM alvásban jelentkezik, éber állapotban egyes kognitív folyamatok alatt is jellemző – de általában az EEG-regisztrációk kevesebb, mint 1%-t teszik ki.

Theta-hullám: 4–7 Hz-es frekvenciájú, változó amplitúdójú és morfológiájú hullám. Éber állapotban felőtteknél időszakosan, rendszertelenül fordul elő. A frontális területeken elvezethető theta-aktivitás növelhető feszült koncentráció, érzelmek, és mentális feladatok elvégzése közben, valamint hiperventiláció esetén. Feltehetően éber állapotban az emlékek konszolidációját reprezentálja.

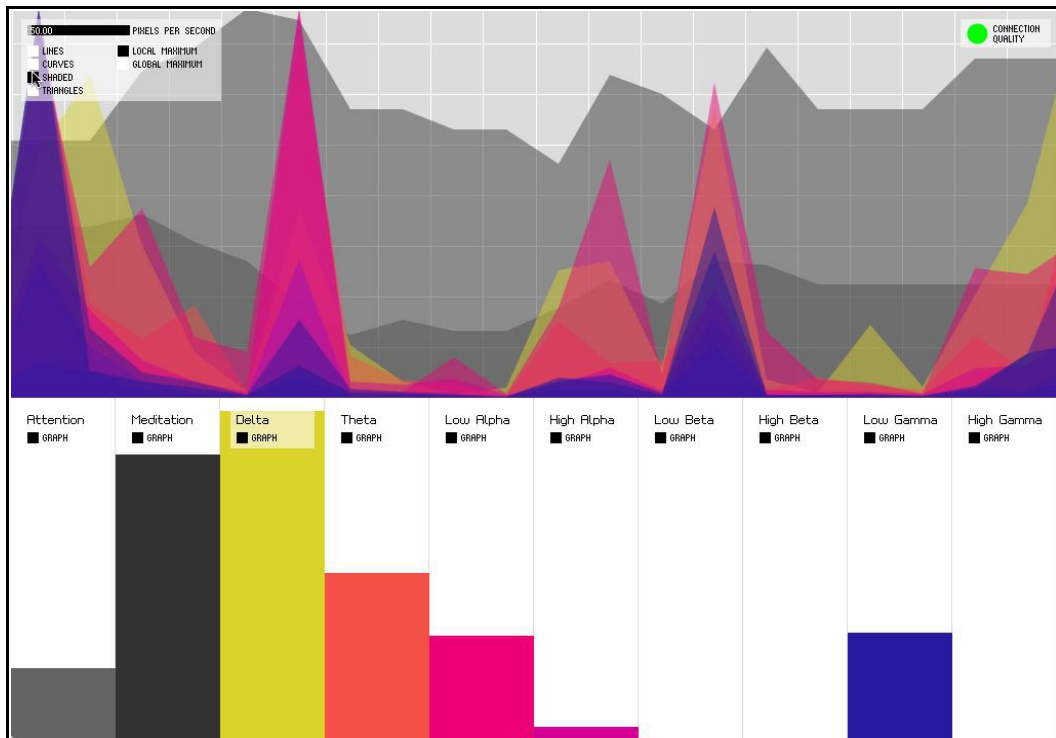
Mu-hullám: 8–10 Hz-es, a szenzomotoros kéreg nyugalmi állapotát reprezentálja. Bár hasonlít az alfa-aktivitásra, a mu-hullám nem a szemek felnyitásakor blokkolódik, hanem kontralaterális mozdulatok végrehajtásakor.

Alfa-hullám: 8–12 Hz-es alaphullám, általában az occipitális területek felett magasabb amplitúdóval. Az alfa-ritmus szemcsukáskor, nyugalmi állapotban occipitális területek felett fokozódik. Az alfa-hullám a fejlődés során 3 éves kortól jelenik meg; a hullám amplitúdója változékony, de felnőtteknél általában 50 μ V alatti. Mivel az alfa-hullám leginkább a becsukott szemű, de éber nyugalmi állapottal korrelál, azt feltételezik, hogy a vigilitás fokozódásakor a figyelmi folyamatok (különösen a vizuális és mentális erőfeszítések) blokkolják, elnyomják az alfa-aktivitást, és egy kisebb amplitúdójú, nagyobb frekvenciájú hullám lesz a dominánsabb (béta-hullám).

Béta-hullám: a pontosabb definíció szerint azok a hullámok sorolandóak ebbe a kategóriába, amelyek 13 Hz feletti frekvenciával jellemezhetőek, amplitúdójuk kisebb mint 20 μ V. A normál megfigyelt tartomány 18–25 Hz között van, a sáv szélesség ritkán haladja meg a 30 Hz-t, dominánsan a frontális kéreg felett jelenik meg. Ha az amplitúdó meghaladja a 25 μ V-ot, akkor abnormálisnak tekintjük, valamint ha az amplitúdó mérete több mint 50%-kal csökken, akkor valószínű, hogy az elvezetés alatti szürkeállomány abnormális működése okozza. Éber állapotban nyitott szemmel ez az alapaktivitás, feltehetőleg kognitív folyamatokat jelképez. Szorosan összefügg a motoros viselkedéssel – aktív mozgáskor vagy taktilis ingerléskor általában a béta-aktivitás legátolódik.

Gamma-hullám: 30–100 Hz közötti hullám, amely feltehetőleg különböző neuropopulációk összeköttetését jelzi az agyi régiók közötti kommunikáció céljából. Jelentéssel bíró ingerek feldolgozásához, egyes kognitív folyamatokhoz és motoros funkciók végrehajtásához köthető.⁹⁶

96 A különböző éberségi állapotokban kimutatható EEG hullámok általános jellemzése <https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektroenkefalográfia> (2013.08.26.)



A Mindflex szenzorból érkező 10 adat⁹⁷

Két szoftver vezérli az installációt: *Arduino* és *VVVV*. Az első az *Arduinon* keresztül kiolvassa a *Mindflex*ből érkező adathalmazt, ezeket a számokat a második soros porton megkapja. A *VVVV* aszerint vezérli az egymásra rétegzett videók *alfa-csatornáját* (átlátszóságukat, azaz voltaképpen a láthatóságukat), hogy az adott szakaszban mekkora erősségű az aktivitás. Mivel az agytevékenység személyenként eltérő, a végeredményként megjelenő kevert videókép is mindig különböző. A szenzorból jövő, hat részre osztott adathalmaz (nyugodt állapottól a feszültig), a hozzárendelt hat videó-loopot irányítja. A megadott zónákhoz tartozó aktivitások a hozzájuk tartozó mozgóképek átlátszóságát vezérlik. Ez azt jelenti, hogy minél magasabb az érték, annál láthatóbb az adott kép. A rendszert működtető látogató lehunytt szemmel kerülhet relaxált állapotba (ilyenkor a *Gamma* hullám csökken, az *Alfa* nő), ezért ő nem látja a képernyőn megjelenő végeredményt, csak a többi néző. Ellenkező esetben, ha figyelni kezd a működtető, tehát ha kognitív folyamatok zajlanak agyában, akkor a gamma hullámai megnőnek, emiatt csak egy bizonyos képet láthat.

97 Frontier nerds, an ITP blog: *How to toy hack EEGs*
<http://www.frontiernerds.com/brain-hack> 8. Visualize (2013.08.26)



Afa, installáció a Felhasználói Élmény c. kiállításon

A kiállításokon résztvevő nézők különböző ideig tudtak különböző állapotban maradni, attól függően, hogy mennyire tudták kizárni a kívülről jövő zajokat.

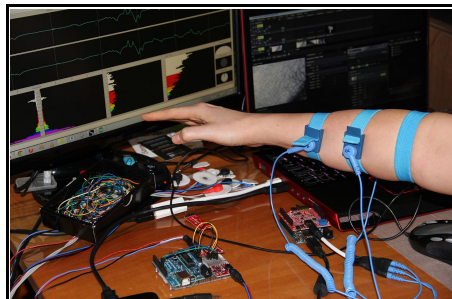
(Cyberpunk DIY világok / Csikász Galéria, 2013)

Érzéki észlelet (Sensory Perception), 2015, bioszenzor alapú audiovizuális performansz

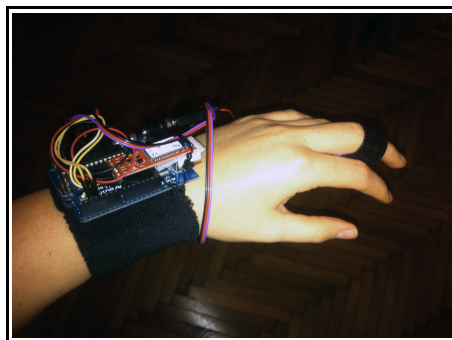
Kredit: koncepció, vizuális tervezés és programozás: Harsányi Réka; Koreográfia: Gera Anita, Tánc: Abdulwahab Nadia; Zene: Borsos Gábor

A performansz alapját a táncosra szerelt EKG, EMG és légzésszenzor képezik, melyek valós időben mérik a szívritmust és az adott izom mozgásának mértékét. Az így mért adatok absztrakt módon jelennek meg kivetítve, a nézőkkel szemben, az előadó mögött. Mivel a grafika egyszerű, a néző számára részben beazonosítható, hogy milyen kép kapcsolódik a táncos testén mért adatokhoz. A mozgó grafikák mellett, azokkal összhangban, előre rögzített fekete-fehér videóképek keverednek. Ezek olyan, a táncos testéről készült szokatlan képkivágások, melyek megnehezítik a látottak értelmezését vagy gyors beazonosításukat, így nem egyértelmű hogy kezeket, lábakat vagy esetleg ujjakat látunk. Továbbá a videóképek makrofelvételeket is tartalmaznak: az így felnagyított részletek segítségével a néző nem szokványos módon tanulmányozhatják az emberi testet, valamint annak reakcióit. A vetített mixelt mozgóképet a VJ-ként valós időben keverem, miközben a táncos improvizációval is kiegészíti az előre meghatározott koreográfiát.

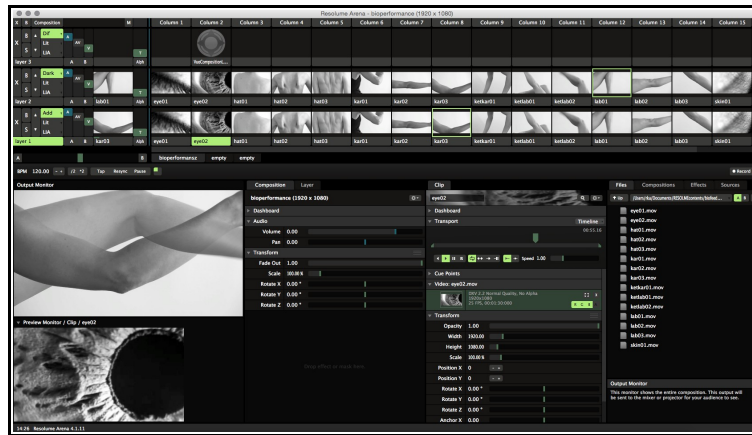
A testben lezajló folyamatok vizualizálásának célja, hogy a berögzült vagy téves felvetéseket leromboljam, olyan mozdulatok „kivetítésével”, amelyeknél a mozdulat és a kép mozgása ellentmond egymásnak: például amikor a táncos fejen áll, egy statikus állapotot látunk, ugyanakkor a szívritmus gyorsul, vagyis a visszajelzéseként szolgáló vetített kép egyre erősebben pulzál.



EMG izomszenzor tesztelése



Pulzus szenzor, Bluetooth kommunikációval



VJ szoftver, videofelvételek és adatokat megjelenítő absztrakt képek keverésére

Itt vissza kell utalnom a *tükörneuronok*, és a megtanult, kulturális és vizuális rendszerek dekódolásának működésére. Miközben a táncost nézzük, mozdulatit felismerjük, könnyen azonosulni tudunk vele, így próbálunk belehelyezkedni állapotába, gondolataiba. Empatikus érzések keletkezhetnek bennünk, mivel mint korábban említettem ez egy automatikusan lezajló folyamat, mely a *tükörneuronok* aktivitásának köszönhető. Az elképzelt belehelyezkedés során, gondolatban mi is elvégezzük a mozdulatsort, következtetéseket vonunk le, nemcsak az előadó fizikai, hanem mentális és érzelmi állapotára vonatkozólag is. Eközben összefüggéseket keresünk a kivetített vizuális tartalom és a fiziológiai reakciók között, melyeket tapasztalatainkkal és elvárásainkkal egybevetve elemzünk. A háttérben megjelenő, szuper-közeli és szűk képkivágásban felvett testrészek kinézetét és mozgását, szintén automatikusan dekódoljuk, a megtanult kulturális íratlan szabályok mentén, így ezek első reakcióként értelmezett kétértelműsége jól felhasználható megtévesztésre, és ezáltal a kényelmes megfigyelői pozícióból való kizökkenésre.

A táncos tudatában van annak, hogy megfigyelik, saját *endo*-nézőpontjából azt gondolhatja, hogy objektív, *exo*-nézőpontú megfigyelők tekintetének kereszttüzeiben van a színpadon. Mégis, a táncművészet hatásmechanizmusának alapköve, hogy a néző a látottak hatása alá kerül, számára a színpadon mozgó ember szerepe, mozdulatai átélhetővé válnak, azaz valamilyen szinten belehelyezkedik a táncos *endo*-világába, képes kilépni saját tétlen és objektív megfigyelő (*exo*-) nézőpontjából.

Az Alfa installáció esetében is igaz, hogy a kívülről megfigyelő (*exo*) szemlélőben bekapcsolnak a morális döntésekért felelős hálózatok, felébred az empátia érzése a becsukott szemű, agyszenzort viselő, belső (*endo*) résztvevő iránt, mivel beleképzeli magát a helyébe. Annak ellenére, hogy az „alkotó” (a nem-befogadó) hozza létre a mozgóképet, a megfigyelő mégis kirekesztve érezi őt ebből a folyamatból és segítségére siet, pl. elmeséli neki, mit látott vagy szélsőséges esetben videó-felvételt készít, hogy megmutathassa az „előadónak” az agyhullámai által létrehozott mozgó montázst. Kialakul egyfajta kommunikáció és együttműködés közöttük, a befogadáshoz mindenképpen szerepet cserélnek, ha nem is a megértés, de legalább a kipróbálás szándékával. Így mindkét fél megtapasztalhatja az *endo* és az *exo* nézőpontot is.

Mindkét műben a cél, a külső szemlélő bevonása, azaz az *exo* állapottól való megfosztása, már amennyiben ez egyáltalán lehetséges. A berögzült, megtanult neuropszichológiai folyamatokat igyekszem ki- és felhasználni, egyfelől annak érdekében, hogy egyfajta együttérzést vagy empátiát idézzon elő a mű. Másfelől azért, hogy felhívjam a figyelmet arra, hogy az általunk, magunkban felépített rendszer vagy világgép sosem teljes, sosem hiteles.

IRODALOMJEGYZÉK

Neuroesztétika

- GALÁNTAI Zoltán: *A művészettől a neuroesztétikáig*,
Beszélő Online, 2007. december, Évfolyam: 12, Szám: 12.
<http://beszelo.c3.hu/cikkek/a-muveszettol-a-neuroesztetikaig> (2013.08.26)
- Mengfei HUAN: *The Neuroscience of Art*
<http://www.stanford.edu/group/co-sign/Huang.pdf> (2013.08.26.)
- John HYMAN: *Art and Neuroscience*,
Representation in Art and Science, Edited by Roman FRIGG (London School of Economics, London, England) and Matthew C. HUNTER (California Institute of Technology, USA) © Springer Science+Business Media B.V. 2010 , Chapter 11 is published with kind of permission of © John Hyman 2010.
http://www.queens.ox.ac.uk/academics/hyman/files/art_and_neuroscience.pdf
(2013.08.26.)
- V. S. RAMACHANDRAN: *Neurology and the Passion for Art*
University of California Television (UCTV), 40/40 Vision Lecture, 2008
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=0NzShMiqKgQ
(2015.06.18.)
- W. P. SEELEY: *What Is the Cognitive Neuroscience of Art... and Why Should We Care?*,
Bates College in American Society For Aesthetics
<http://www.aesthetics-online.org/newsletter/31.2.pdf> (2013.08.26.)
- VIDNYÁNSZKY Zoltán: *A művészet és az agy - A látás 5.*, Vizuális perceptuális szerveződés és vizuális művészeti irányzatok, kifejezési formák (Gregory, Wade stb.) S. Zeki: *Az esztétika agyműködés megértésén*, 2001,
<http://catalog.c3.hu/index.php?page=work&id=432&lang=HU> (2013.08.26.)
- Semir ZEKI: *Art and the Brain*,
Dædalus, 127, No. 2, 71–103., 1998
<http://www.vislab.ucl.ac.uk/pdf/Daedalus.pdf> (2015.02.01.)
- Semir ZEKI: *Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain*,
Chapter 1-3., Oxford University Press, 1999
<http://www.sciartinamerica.com/uploads/6/0/8/9/6089526/zeki1-3.pdf> (2015.05.30.)

- Prof. Dr. Semir ZEKI: *Neural Concept Formation and Art*, Hubert Burda Stiftung, Iconic Turn, Ludwig-Maximilians-Universität München, 2002
<http://www.youtube.com/watch?v=A9w3n3OzDRQ> (2015.06.17.)
- Semir ZEKI, Hideaki KAWABATA: *The neural correlates of beauty* Journal of Neurophysiology, 91, 1699–1705., 2004
<https://www.scribd.com/doc/151934172/Zeki-S-Kawabata-H-Neural-Correlates-of-Beauty-2004> (2015.02.01.)
- Semir ZEKI: *Vizuális kép az elmében és az agyban* Bevezetés a pszichológiába, Boross Ottilia, Pléh Csaba, Osiris Kiadó. 2004, 3. fejezet: Észlelés és Tudat

Művészet mint testi tapasztalat

- John DEWEY: *Art as Experience* (1934) A Perigee Book, The Berkley Publishing Group, USA, 2005
- John DEWEY: *Experience and Nature* (1929), New York, Dover Publications, 4a old.
<https://archive.org/details/experienceandnat029343mbp> (2015.05.05.)
- BALOGH Dávid: *A művészeti élmény ideológiái, a pragmatista esztétika és a költészet két fajtája*, 2012-13, <http://www.drkollarcoaching.hu/baloghdavid.pdf> (2015.05.05.)
- TAGAI Imre: *John Dewey*, Kossuth Könyvkiadó, 1982
- Richard SHUSTERMAN: *Eminent Scholar Lecture: Thinking Through the Body* Somaesthetics, 2012
<https://www.youtube.com/watch?v=qzKI9VJbEnY> (2015.08.04.)
- Richard SHUSTERMAN: *Pragmatista esztétika*, Kalligram Kiadó, 2003, 53. old.
- *Richard Shusterman on Somaesthetics and the Middle Way* The Middle Way Society Podcast, 2015
<https://www.youtube.com/watch?v=zlsDyONGykQ> (2015.08.04.)
- Richard SHUSTERMAN: *Szómaesztétika és az élet művészete* Beszélgetés, Írók Boltja, 2014
<https://www.youtube.com/watch?v=LdmWbSVQHU0> (2015.06.10.)

- Richard SHUSTERMAN: *Somaesthetics*
Soegaard, Mads and Dam, Rikke Friis (eds.), 2014
"The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed.". Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation. Available online at <https://www.interaction-design.org/encyclopedia/somaesthetics.html> (2015.02.01.)
- Richard SHUSTERMAN: *Thinking Trough the Body*,
Educating for the Humanities: *A Plea for Somaesthetics*, 1-21. old.
<http://www.fau.edu/humanitieschair/Thinking%20through%20the%20body%20webpdf.pdf> (2015.02.01.)
- Richard SHUSTERMAN: *Thinking Through the Body. Essays in Somaesthetic*, 174 old., 175 old., fordította: Krémer Sándor, 2014
- *Szómaesztétika és az élet művészete, Válogatás Richard Shusterman írásaiból*, Válogatta, fordította és a bevezetőt írta KRÉMER Sándor, JATEPress Szeged, 2014
- *What is somaesthetics?* <https://somaesthetics.wordpress.com/somaesthetics/> (2015.05.02.)

Neuropszichológia

- *A kora-gyermekkorai fejlődés természete – fejlődési lépések és kihívások*, Szakmai szerkesztők: DANIS Ildikó, FARKAS Mária, HERCZOG Mária, SZILVÁSI Léna, Biztos Kezdet Kötetek II., Kiadja a Nemzeti Család- és Szociálpolitikai Intézet, Budapest 2011, 73. old.
- BUDA Béla: *Empátia–A beleélés lélektana*, L'Harmattan Kiadó
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_541_buda_bela_empatia/ch07s05.html (2015.02.01)
- CSÉPE Valéria, GYÓRI Miklós, RAGÓ Anett: *Általános pszichológia 1-3. – 3. Nyelv, tudat, gondolkodás / Érzelemelméletek*, Osiris Kiadó
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011_0001_520_altalanos_pszichologia_3/ch20s04.html (2015.02.01)
- Tom BUTLER-BOWDON: *Pszichológia dióhéjban*, HVG Kiadó Zrt., Budapest, 2007, 29. fejezet. William JAMES, 291-300 old., 41. fejezet. V. S. RAMACHANDRAN, 413-422 old.
- Giovanni BUCCINO, Ferdinand BINKOFSKI, and Lucia RIGGIO: *The mirror neuron system and action recognition*, Brain and Language 89, 2004, 370-376 old.

- M. BOTVINICK and J. COHEN: *Rubber hands' feel'touch that eyes see*
Nature 391 (6669), 756. old., 1998
<http://www.psychology.mcmaster.ca/bennett/psy720/readings/m5/botvinick.pdf>
(2015.08.04.)
- Event Lab: *Positive Illusions of Self in Immersive Virtual Reality*
This video summarises some of the work carried out in the Event Lab (www.event-lab.org) University of Barcelona, 2014
<https://www.youtube.com/watch?v=5ONr8fiB-vA> (2014.09.22.)
- FAZEKASNÉ dr. FENYVESI Margit: *Orientációs képességek fejlesztésének módszertana*,
ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, 2013
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2009-0007_orientacios_kepessegek_fejl_modszertana/TANANYAG/01_1_1.html (2015.06.10.)
- FONYÓ Attila: *Az orvosi élettan tankönyve*, Medicina Könyvkiadó Zrt., 2011,
34. fejezet - Szenzoros működések I.: általános áttekintés és a szomatoszenzórium
W. Penfield és Th. Rasmussen (1950): *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization and Function*. The Macmillan Co., New York alapján.
- Michel FOUCAULT: *Az utópikus test*, 1966
<http://tiszatajonline.hu/?p=50038> (2015.05.05.)
- Vittorio GALLESE and Alvin GOLDMAN: *Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading*, Trends in Cognitive Sciences–Vol. 2, No. 12, December 1998, 493-501. old
- Pierre JACOB and Marc JEANNEROD: *The motor theory of social cognition: a critique*, Trends in Cognitive Sciences Vol.9 No.1 January 2005, 21-25 old.
- Angelo MARAVITA and Atsushi IRIKI: *Tools for the body (schema)*, Trends in Cognitive Sciences Vol.8 No.2, February 2004, 79-86 old.
- Robert MAYS and Suzanne MAYS: *Phantom limb “touch” suggests that a “mind-limb” extends beyond the physical body*, Chapel Hill, NC
<http://selfconsciousmind.com/PhantomLimbResearchPosterWeb.pdf> (2015.07.05.)
- Dick SWAAB, *Az agyunk mi vagyunk, Az anyaméhtől az Alzheimerig / XIV.4. Morális hálózatok*, 308-314 old., Libri Kiadó, Budapest, 2013
- V. S. RAMACHANDRAN and William HIRSTEIN: *The perception of phantom limbs*, The D. O. Hebb lecture, Brain (1998), 121, 1603-1630 old.
- V. S. RAMACHANDRAN: *3 clues to understanding your brain*, TED 2007
http://www.ted.com/talks/vilayanur_ramachandran_on_your_mind?language=en#t-28653 (2015.05.02.)

- Vilayanur RAMACHANDRAN: *The neurons that shaped civilization*, TEDIndia 2009, https://www.ted.com/talks/vs_ramachandran_the_neurons_that_shaped_civilization (2015.05.02.)
- VIDNYÁNSZKY Zoltán: *Tanulás és adaptáció a látásban*, 2002 <http://catalog.c3.hu/index.php?page=work&id=704&lang=HU> (2013.08.26.)

Percepció és technológia találkozása művészeti „protéziseken” keresztül

- *A kibernetika klasszikusai (Válogatott tanulmányok)*, Stúdium könyvek 50., Gondolat Kiadó 1965
- *Ars Electronica 92: The World from Within - Endo & Nano*, Edited by Karl GERBEL and Peter WEIBEL, Publisher PVS Verleger, 1992, Stelarc 233-239 old.
- Hugh DUBBERLY: *What is interaction? Are there different types?*, 2009 http://www.dubberly.com/wp-content/uploads/2009/01/man_machine_system.png (2015. 05. 05.)
- David EAGLEMAN: *Can we create new senses for humans?*, TED 2015, http://www.ted.com/talks/david_eagleman_can_we_create_new_senses_for_humans?language=en#t-25762 (2015.06.10.)
- *Cybernetic Serendipity* katalógusa, 1968 http://cyberneticserendipity.com/cybernetic_serendipity.pdf
- *Interacting, Art, Research and the Creative Partitioner*, Edited by Linda CANDY and Ernest EDMONDS, Preface by Roy ASCOTT, Libri Publishing, UK, First published in 2011
- *Sensorium, embodied experience, technology, and contemporary art*, Edited by Caroline A. JONES, First MIT Press edition, 2006, Massachusetts Institute of Technology List Visual Arts Center, 1-55. old.
- KÖMLŐDI Ferenc: *Harmadik fül, harmadik kar*, Index/Tech, 2002, <http://index.hu/tech/cyberia/stelarc/> (2015.06.15.)
- Shannon LARRATT: *The Gift of Magnetic Vision*, The Publisher's Ring, 2004, <http://news.bme.com/2004/02/06/the-gift-of-magnetic-vision-the-publishers-ring/> (2015.05.05.)
- Madeline SCHWARTZMAN: *See yourself sensing, Redefining human perception*, Black Dog Publishing, London, UK, 2011

- SÜVEGES Ildikó: *A szem szenzoros funkciója, a binocularis látás*, Süveges Ildikó: Szemészet, Medicina Könyvkiadó Zrt., 2010
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011_0001_524_szemeszet/ch16s03.html (2015. 08. 15.)
- Hugh Dubberly, Usman Haque, and Paul Pangaro: *What is interaction*, Interactions magazine, ACM Interactions, Volume XVI.1, 2009, On Modeling Forum
<http://www.dubberly.com/articles/what-is-interaction.html> (2015.04.30.)
- Pan Studio: *Taxonomy of interaction*, Posted by Sam Hill, 2012,
<http://panstudio.co.uk/taxonomy-of-interaction/> (2015.06.10.)

Biológiai adatokra épülő interaktív művészeti kísérletek

- Sebastian ANTHONY: *Eulerian Video Magnification*, MIT releases open-source software that reveals invisible motion and detail in video, on February 28, 2013.
<http://www.extremetech.com/extreme/149623-mit-releases-open-source-software-that-reveals-invisible-motion-and-detail-in-video> (2015.02.01.)
- *FEEL<PERSIRE: responsive biofeedback installation*
<http://www.tinagonsalves.com/feelperspire.html> (2015.06.30.)
- Hans H. DIEBNER: *Biofeedback Methods in Art and Science Compiled*,
http://diebner.de/htmldocs/biofeedback_en.html (2014.07.01.)
- John-Dylan HAYNES: *Mindreading in Modern Neuroscience*, Total Recall – The Evolution of Memory, Ars Electronica 2013, Published by Hazje Cantz Verlag, Austria, Page 18-24. old.
- George KHUT: *Development and Evaluation of Participant-centred Biofeedback Artworks*, An exegesis submitted to the University of Western Sydney, School of Communication Arts, in partial fulfilment of the requirements for the Doctorate of Creative Arts, Doctoral Exegesis, 2006,
<http://arrow.uws.edu.au:8080/vital/access/manager/Repository/uws:2425> (2013.08.26.)
- Kiel Stuart LONG: *The Static Organ, BIOFEEDBACK AS NEW INTERACTIONS FOR NEW ACTION POTENTIALS*, 2012
http://econtact.ca/14_2/long_staticorgan.html (2013.08.26.)

- Alvin LUCIER: *Music for Solo Performer*, in an Investigation of Current Trends in Brainwave Sonification Professor Michael Gardner, Analysis University of Pittsburgh, 2011
http://www.academia.edu/2591068/Music_for_Solo_Performer_by_Alvin_Lucier_in_an_Investigation_of_Current_Trends_in_Brainwave_Sonification (2013.08.26.)
- E. R. MIRANDA: *Brain-Computer Music Interface for Generative Music*, Interdisciplinary Centre for Computer Music Research, University of Plymouth, Drake Circus, Plymouth, UK <http://cmr.soc.plymouth.ac.uk/publications/icdvrat06.pdf> (2013.08.26.)
- Media Art Tube: *New Media Art and Creative Technology Collection, MediaArtTube Exhibition 1.0 - Biofeedback Art*,
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLC51BC89CDE587C1F> (2013.08.26.)
- Miguel ORTIZ: *Brief History of Biosignal-Driven Art, FROM BIOFEEDBACK TO BIOPHYSICAL PERFORMANCE*, 2012
http://cec.sonus.ca/econtact/14_2/ortiz_biofeedback.html (2013.08.26.)
- Gascia OUZOUNIAN: *The Biomuse Trio in Conversation, AN INTERVIEW WITH R. BENJAMIN KNAPP AND ERIC LYON*, 2012
http://econtact.ca/14_2/ouzounian_biomuse.html (2013.08.26.)
- Claudia ROBLES Angel's website / Installations / SKIN / video
<http://www.claudearobles.de> (2015.02.01.)
- The Heart Chamber Orchestra is an audiovisual performance consisting of 12 classical trained musicians and the artist duo TERMINALBEACH
<http://heartchamberorchestra.org/wordpress/> (2013.08.26.)
- Atau TANAKA : *The Use of Electromyogram Signals (EMG) in Musical Performance, A PERSONAL SURVEY OF TWO DECADES OF PRACTICE*, 2012
http://econtact.ca/14_2/tanaka_personalsurvey.html (2015.02.01.)
- Atau TANAKA http://econtact.ca/14_2/tanaka_gallery.html (2015.02.01.)
- Atau TANAKA: Sensors_Sonics_Sights gig at Fact (Foundation for Art & Creative Technology) in Liverpool 29 March 2008
http://www.dailymotion.com/video/x8c420_sensors-sonics-sights-fact_creation (2015.06.30.)
- Peter VOTAVA and Erich BERGER: *The Heart Chamber Orchestra, AN AUDIO-VISUAL REAL-TIME PERFORMANCE FOR CHAMBER ORCHESTRA BASED ON HEARTBEATS*, 2012,
http://econtact.ca/14_2/votava-berger_hco.html (2015.02.01.)

- Hao-Yu Wu, Michael Rubinstein, Eugene Shih, John Guttag, Fré do Durand, William Freeman: *Eulerian Video Magnification for Revealing Subtle Changes in the World*, MIT CSAIL, Quanta Research Cambridge, Inc., 2012
<http://people.csail.mit.edu/mrub/papers/vidmag.pdf> (2015.02.01.)

Az interakció résztvevőjének megfigyelése, kutatási sémák

- Jiann HUGHES weboldala <http://jiannhughes.com/>(2014.11.01.)
- Jiann HUGHES: *BB got your beat: Visualising Heartbeats, within a Biosensing Artwork*, University of Technology Sydney
http://www.bcs.org/upload/pdf/ewic_ev14_s5paper2.pdf (2014.11.01.)
- Jiann HUGHES: *Below the Belt – Participant Experience in a Breath Controlled Interactive Artwork*, https://www.academia.edu/1525321/Below_the_Belt_-_Participant_Experience_in_a_Breath_Controlled_Interactive_Artwork (2014.11.01.),
http://www.jiannhughes.com/wp-content/uploads/Artscare_conference_paper_notes.pdf (2014.11.01.)
- Jiann HUGHES: *Biosensed interactive artworks in healthcare education notes*,
http://jiannhughes.com/wp-content/uploads/Artscare_conference_paper_notes.pdf (2014.11.01.)
- Jiann HUGHES: *Inspiroscope: Understanding Participant Experience*,
https://www.academia.edu/2583255/Inspiroscope_Understanding_Participant_Experience (2014.11.01.)
- Jiann HUGHES: *The capture and understanding of participant experience in a breath controlled interactive video*, 2011 <https://isea2011.sabanciuniv.edu/content/tactile-participatory-interactive-video> (2014.11.01.)

Tanulmány a videó-alapú-előhívásról

- B. COSTELLO, L. MULLER, S. AMITANI, E. EDMONDS: *Understanding the Experience of Interactive Art: Iamascope in Beta_space*
Find published version here: Proceedings of the second Australasian conference on Interactive entertainment (IE '05). Creativity & Cognition Studios Press, Sydney, Australia, 2005, pp. 49-56.
http://www.researchgate.net/profile/Brigid_Costello/publication/234782683_Understanding_the_experience_of_interactive_art_iamascope_in_Beta_space/links/54694b420cf2397f782d6edc.pdf (2014.11.01.)

- CSÍKSZENTMIHÁLYI Mihály: *FLOW, az áramlat, a tökéletes élmény pszichológiája*, Akadémia Kiadó, Budapest, 1997
- Mihaly CSIKSZENTMIHÁLYI: *Flow, the secret to happiness*, TED Talks 2004
http://www.ted.com/talks/mihaly_csikszentmihalyi_on_flow?language=en#t-260050
(2015.05.05.)

Két biofeedback alapú saját mű értelmezése

- *A különböző éberségi állapotokban kimutatható EEG hullámok általános jellemzése*
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektroenkefalográfia> (2013.08.26.)
- *A látás mint érzékelés, A látás: érzékelés és gondolkodás, 2. fejezet - A vizuális megismerés*
<http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/VizualizacioATudomanykommunikacioban/ch02s02.html> (2015.02.01.)
- Dr. Estefánné dr. Varga Magdolna, Dr. Dávid Mária, Dr. Hatvani Andrea, Dr. Héjja-Nagy Katalin, Taskó Tünde: *Pszichológia elméleti alapok, Perceptuális konstancia*,
http://old.ektf.hu/hefoppalyazat/pszielmal/perceptulis_konstancia.html (2015.05.05.)
- Gianetti GIANETTI: *Endo-Aesthetics*, © Media Art Net 2004,
http://www.medienkunstnetz.de/themes/aesthetics_of_the_digital/endo-aesthetics/
(2015.05.05.)
- MONORY M. András és TILLMANN J. A.: *Ezredvégi Beszélgetések, Otto E. Rössler*, Palatinus Kiadó, 2000, <http://www.c3.hu/~tillmann/konyvek/ezredvegi/rossler.html>
(2015.05.05.)
- Hans PRIMAS: *Endo- and exo-theories of matter*, Laboratory of Physical Chemistry, ETH ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, Switzerland, Published in: *Endo and Exo-Concepts of Observation and Knowledge in Physics, Philosophy, and Cognitive Science*. Ed. by H. Atmanspacher and G. Dalenoort. Springer-Verlag, Berlin, 1994, Pp. 163-193.
<http://philsci-archive.pitt.edu/950/1/Exo-theories.pdf> (2015.05.05.)
- Otto E. RÖSSLER: *Endophysics: The World As An Interface*, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2002 Vol. 7, pp. 213-214., World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, Singapore, New Jersey, London, Hong Kong, 1998
- Otto E. RÖSSLER and Peter WEIBEL: *Our Rainbow World*, 1992
<http://www.vasulka.org/archive/Writings/OurRainbowWorld.pdf> (2015.05.05.)

- VIDNYÁNSZKY Zoltán: *A látás mint aktív folyamat – A látás 4., Cselekvés és percepció összefüggései*, 2001, <http://catalog.c3.hu/index.php?page=work&id=431&lang=HU> (2015.02.01.)
- Peter WEIBEL: *The World from Within — Endo & Nano Over and Beyond the Limits of Reality*, Ars Electronica 1992, http://90.146.8.18/en/archives/festival_archive/festival_documentations/1992/weib.html (2015.05.05.)

KÉPJEGYZÉK

Neuroesztétika

- **Funkcionális specializáció a vizuális kéregben**
Figure 2. The neural correlates of beauty. Journal of Neurophysiology, by Zeki, Semir – Kawabata, Hideaki: 91, 1699–1705 old., 2004
<http://jn.physiology.org/content/91/4/1699> (2015.05.05.)
- **Esztétikai döntés specifikus aktivitások összehasonlítása**
Figure 3. The neural correlates of beauty. Journal of Neurophysiology, by Zeki, Semir – Kawabata, Hideaki: 91, 1699–1705 old., 2004
<http://jn.physiology.org/content/91/4/1699> (2015.05.05.)

Neuropszichológia

- **A szomatoszenzoros cortex szomatotóp elrendezése: a „szenzoros homunculus”.**
W. Penfield és Th. Rasmussen (1950): The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization and Function. The Macmillan Co., New York alapján.
Az orvosi élettan tankönyve, Fonyó Attila (2011) Medicina Könyvkiadó Zrt., 34. fejezet - Szenzoros működések I.: általános áttekintés és a szomatoszenzórium
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch10s02.html (2015.05.05)
- **Viselkedés**
Fig. 2 The basic elements of the simulation routine.
Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading, by Vittorio Gallese and Alvin Goldman, Trends in Cognitive Sciences–Vol. 2, No. 12, December 1998, 497. old.
- **Az eszközhasználat keresztmodális hatása embereknél**
Figure 2. Crossmodal effects of tool-use in humans.
Tools for the body (schema), by Angelo Maravita and Atsushi Iriki, in: TRENDS in Cognitive Sciences –Vol.8 No.2, February 2004, 79-86. old.

A percepció és a technológia találkozása a művészeti „protéziseken” keresztül

- ***Haus-Rucker-Co.: Mind Expander***
Dataisnature - Interrelationships between natural processes, computational systems and procedural-based art practices
<http://www.dataisnature.com/?p=1522> (2015.06.02.)
- ***Mathieu Briand: SYS*017.ReR*06/ PiG-EqN\ 5*8***
11/03/2004 - LYON - RHONE - FRANCE - Musee d'Art Contemporain de Lyon. Mathieu BRIAND, Derriere le Monde Flottant. - Photo by Bruno AMSELLEM, Ateliers d'Artistes de la ville de Marseille, 2001 (photo : Denis Prisset)
<http://www.mathiebriand.com/2004/sys017-rer06-pig-eqn-58/#1> (2015.06.02.)
- ***Arijana Kajfes: Monochromeye***
Bridell.com – on creative engineering and new media art
<http://bridell.com/tag/monochromeye/> (2015.06.02.)
- ***Danielle Wilde, Yasmeen Godder és Romy Achituv: Face Clamps***
Romy Achituv – selected projects and sketches
<http://gavaligai.com/Face-Clamps> (2015.06.02.)
- ***Lawrence Malstaf: Compass***
FACT, Parts of Robots and Avatars 2012, Gallery 1.
<http://www.fact.co.uk/projects/robots-and-avatars/lawrence-malstaf-compass.aspx>
(2015.06.02.)
- ***Stelarc: Ear on Arm***
JenniferYDESMA9, July 20, 2014
<http://jenniferydesma9.blogspot.hu/2014/07/week4-biotechnology-art.html>
(2015.06.02.)
- ***Stelarc: Amplified Body***
cec / econtact / 14.2 / Stelarc — Amplified Body, Laser Eyes & Third Hand (1985)
http://cec.sonus.ca/econtact/14_2/stelarc_gallery.html (2015.06.02.)

Biológiai adatokra épülő interaktív művészeti kísérletek

- ***A legelső egeret Bill English tervezte, Douglas Engelbart ötlete alapján, az 1960-as években az Augmentation Research Center-ben***
Invention/ The computer mouse!!!
<https://itinvention.wordpress.com/2015/02/03/the-computer-mouse/> (2015.05.05.)

- **Ember-Gép Rendszer**
Man-Machine System, in: Hugh DUBBERLY: What is interaction? Are there different types?, 2009 http://www.dubberly.com/wp-content/uploads/2009/01/man_machine_system.png (2015.05.05.)
- **Pan Studio: Taxonomy of Interaction (Az interakció rendszertana)**
Posted by Sam Hill, 2012
<http://www.panstudio.co.uk/category/experience/interaction/> (2013.08.26.)
- **Infógrafika a nem-invazív biofeedback eszközökről, melyek előfordulnak a művészeti interaktív installációkban**, Harsányi Réka, 2012
- **Akau Tanaka, a BioMuse rendszer kifejlesztője, performanszában izomszenzorokat ötvöz három irányú gyorsulásmérőkkel**
Figure 7. Atau Tanaka in a 2008 duo performance with Adam Parkinson at the Cumberland Arms in Newcastle upon Tyne with four channels of BioFlex on arm bands and two 3D accelerometers on gloves.
http://econtact.ca/14_2/tanaka_personalsurvey.html (2015.05.05.)
- **Daito Manabe és Motoi Ishibashi: Face Visualizer**
Daito Manabe: being real about being material, written by Joshua Noble, 22.05.2011.
<http://www.creativeapplications.net/wp-content/uploads/2011/05/12.jpg> (2015.05.05.)
- **Christian Möller: Light Bluster**
Light Blaster: Immaterial Membrane - Interactive light and sound installation at Design Horizonte, Naxos Halle. Frankfurt, 1993
http://www.christian-moeller.com/display.php?project_id=14 (2013.08.26.)
- **George Kuth: The Heart Library: Biofeedback Mirror**
The Heart Library Project, George Kuth with David Morris-Oliveros and Caitlin Newton-Broad <http://georgekuth.com/wp-content/uploads/cache/hlp-moca-wonderland-installation-03-800x600/3042328820.png> (2015.06.02.)
- **The Heart Chamber Orchestra fellépése a 2010-es Pixelache-en**
Figure 8. Heart Chamber Orchestra performing at Pixelache 2010. Photo © Antti Ahonen
http://econtact.ca/14_2/votava-berger_hco.html (2013.08.26)
- **Eulerian Video Magnification**
MIT Softwares, Video Magnification
<http://people.csail.mit.edu/mrub/vidmag/> (2015.06.02.)
- **Hye Yeon Nam: Please Smile**
Telfair Museum / Evenets / Hye-Yeon-Nam-Please-smile-with-participant-1
<http://www.telfair.org/wp-content/uploads/2012/08/Hye-Yeon-Nam-Please-smile-with-participant-1.jpg> (2013.08.26)

- **Alvin Lucier: Music For Solo Performer**
10 03 2011 à l'ENS Recherche documents sur Alvin Lucier et "Music For Solo Performer"
(1965), from: <http://gerard.paresys.free.fr/Projets/ProjetEEG.html> (2013.08.26)
- **Brainloop interactive performance platform**
CG ADVERTISING - CBA WORLD SERVICES LLC, Chicago
<http://www.cgadvertising.com/pages/posts/brainloop-63.php> (2014.07.01.)
- **Yoshimasa Kato és Yuichi Ito: White Lives on Speakers, Brain-driven Aesthetic Environment**
Artintelligence, December 28, 2007, White Lives on Speaker: Yoshimasa Kato & Yuichi Ito
<http://artintelligence.net/review/?p=319> (2015.06.02.)
- **Joachim Sauter és Dirk Lüsebrink Iconoclast: Zerseher**
Joachim Sauter weboldala
<http://www.joachimsauter.com/en/work/zerseher.html> (2015.06.02.)
- **EyeWriter projekt**
DIY Eyewriter brings the joy of art, vandalism to those with ALS by Joseph L. Flatley,
August 26th 2009, <http://www.engadget.com/2009/08/26/diy-eyewriter-brings-the-joy-of-art-vandalism-to-those-with-als/> (2013.08.26)
- **Golan Levin: Eyecode**
1.) Flong/ Projects/ Golan Levin and Collaborators / Eyecode 2007,
<http://www.flong.com/projects/eyecode/> (2013.08.26)
2.) TED 2009 Highlights: Day 2 / Golan Levin
<http://www.brainpickings.org/2009/02/06/ted-2009-highlights-day-two/> (2013.08.26)
- **Laura Colmenares Guerra: Lungs, The Breather**
Laura Colmenares Guerra & Todor Todoroff, in collaboration with Yacine Sebti
<http://www.thebreather.org/index.php?page=photos> (2013.08.26)
- **Claudia Robles: SKIN**
The Creators Project, "SKIN" Transforms Your Emotions Into Sound And Color Through
Sweat Data, Images by Emilio Vavarella
http://thecreatorsproject.vice.com/en_au/blog/skin-transforms-your-emotions-into-sound-a-color-through-sweat-data (2015. 05. 05.)
- **Christa Sommerer és Laurent Mignonneau: Mobile Feelings II.**
Christa Sommerer & Laurent Mignonneau: Interactive Art Works 1992-2015
http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/WORKS/IMAGES/MOBILE_FEELINGSII_PICTURES/MobileFeelingsII2.jpg
(2013.08.26)

Az interakció résztvevőjének megfigyelése, kutatási sémák

- **Giann Hughes: Below the Belt**
Millennium Court Arts Centre, Artist-In-Residence 2015: Giann Hughes
Below the belt, 2011, Dorkbot group show, Serial Space gallery, Sydney, Australia
<http://millenniumcourt.org/jiann-hughes/> (2014.11.01.)
- **Giann Hughes: BB got your beat**
BB got your beat: Visualising Heartbeats, within a Biosensing Artwork, Giann Hughes,
University of Technology Sydney
https://www.academia.edu/7827778/BB_got_your_beat_Visualising_Heartbeats_within_a_Biosensing_Artwork (2014.11.01.)

Tanulmány a videó-alapú-előhívásról

“Understanding the Experience of Interactive Art: Iamascope in Beta_space”. In Proceedings of the second Australasian conference on Interactive entertainment (IE '05). Creativity & Cognition Studios Press, Sydney, Australia, pp.49-56. ISBN:0-9751533-2-3
http://www.researchgate.net/profile/Brigid_Costello/publication/234782683_Understanding_the_experience_of_interactive_art_Iamascope_in_Beta_space/links/54694b420cf2397f782d6edc.pdf (2014.11.01.)

- **A befogadó műhöz való viszonya**
Figure 2. Fel's categories of embodiment.
- **Az észlelés állapotai**
Figure 4. The Cognitive States coding group

Két biofeedback alapú saját mű értelmezése

Alfa

- **Alfa, az agyszenzor és a videó-loop képe**
Harsányi Réka, 2012
- **Hardverek és szoftverek folyamatábrája az Alfa c. Installációban**
Harsányi Réka, 2012

- **A különböző éberségi állapotokban kimutatható hullámok**
A különböző éberségi állapotokban kimutatható hullámok általános jellemzése: EEG hullámok
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Elektroenkefalografia> (2013.08.26)
- **A Mindflex szenzorból érkező 10 adat**
Frontier nerds: an ITP blog, How to toy hack EEGs
<http://www.frontiernerds.com/brain-hack> - 8. Visualize (2013.08.26)
- **Afa, installáció a Felhasználói Élmény c. kiállításon**
(Cyberpunk DIY világok / Csikász Galéria, 2013)
Harsányi Réka, 2013

Érzéki észlelet

- **EMG izomszenzor tesztelése**
Harsányi Réka, 2015
- **Pulzus szenzor, Bluetooth kommunikációval**
Harsányi Réka, 2015
- **VJ szoftver, videofelvételek és adatokat megjelenítő absztrakt képek keverésére**
Harsányi Réka, 2015

SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

Harsányi Réka (1981)

ISKOLÁK

- **2001-2007** Moholy-Nagy Művészeti Egyetem (Budapest), vizuális kommunikáció szak
- **2005** Willem de Koonig Academie Hogeschool Rotterdam, media design (Erasmus)
- **2010-2015** Magyar Képzőművészeti Egyetem Doktori Iskola

DÍJAK, ÖSZTÖNDÍJAK

- **1998** "Europe at school pályázat", I. díj
- **2004** "Új keretek a képzőművészetben"- Informatikai és Hírközlési Minisztérium pályázata, II. díj (interaktív videó)
- **2005 02-06.** Erasmus ösztöndíj, Willem de Koonig Academie, Dept. of Media (Rotterdam)
- **2007** Az Audi és a Várfok Galéria képregénypályázat és kiállítás, III. hely.
- **2008 01-03.** Kutatói ösztöndíj a Kitchen Budapestben
- **2011-2013** TÁMOP Kutatói Ösztöndíj, Magyar Képzőművészeti Egyetem Doktori Iskola

PREZENTÁCIÓK

- **2012** "Nem-invazív bioszenzorok a művészetben", Audiovisual Open Studios Budapest
- **2015 jan.** "Nem-invazív bioszenzorok a művészetben", CAPA Központ, Budapest
- **2015 feb.** "Augemented Reality technológiája és pszichológiája", előadók: Harsányi Réka, Mancsiczky Rebeka és Kasza Orsolya, CAPA Központ, Budapest
- **2015 máj.** "Conception of Artworks", Survival Kit for Virtual Reality Workshop, Mykolaiv

EGYÉNI KIÁLLÍTÁS

- **2012** "Pengeélen" egyéni kiállítás, Labor (Budapest)

CSOPORTOS KIÁLLÍTÁSOK ÉS VETÍTÉSEK

2000

- "Challenging Images" fotókiállítás (Aschaffenburg/Newbridge/Pisa/Miskolc)

2003

- "Emergeandsee" nemzetközi rövidfilm fesztivál (Budapest, Berlin, London)
- "Utazik a sziget", MOME rövidfilmek, Octopus Összművészeti Helyszín, Sziget Fesztivál
- "ARC" video-fesztivál (Budapest)
- "Best of...", MOME rövidfilmek, Millenáris Park (Budapest)
- "Víz" c. közös kiállítás, MOME rövidfilmek, II. Meder-Gödör fesztivál, Gödör Klub (Budapest)

2004

- "Best of...", MOME rövidfilmek, Octopus Összművészeti Helyszín, Sziget Fesztivál
- "ARC" video-fesztivál (Budapest)
- "Határátlépések" csoportos kiállítás, Kortárs Művészeti Intézet (Dunaújváros)
- "KULTURAXE" videó vetítés (Bécs)
- "V. Bőrgyári Capriccio" (Székesfehérvár)

2005

- "Emergeandsee" nemzetközi rövidfilm fesztivál (Budapest, Berlin, London)
- "VENTIL" közös kiállítás/vetítés, Locus (Rotterdam)
- "BPS2/ Budapest street" > Flyers & Visual Gallery
- "The One Minutes Awards", Paradiso (Amsterdam)

2006

- „Iris Disse: Táncol a halál is” c. hangjátékának bemutatójára készült videó vetítés, Művészetek Palotája (Budapest)
- "Szubjektív-Objektív" csoportos videó kiállítás, Várfok Galéria (Budapest)

2007

- "HELIX" budapesti, bécsi és belgrádi média szakos egyetemisták rövidfilmjei: Tabán mozi (Budapest), Stiege Kultur Klub (Bécs), OTKO TV (Bécs)
- "Homage a Cage" Interaktív hanginstalláció: Belső hangok (Anglia / Hylands Park / Jamboree)

2008

- "World One Minutes" Beijing 2008, Beijing Today Art Museum (Beijing)
- "World One Minutes" Flemish-Dutch Cultural center De Buren, (Brussels)
- "World One Minutes" in „Videominuto festival”, Luigi Pecci Center for contemporary art
- "Girls in The Kitchen”, Kitchen Budapest (Budapest)

2010

- "Tisztaszesz" c. csoportos kiállítás, Spiritusz Galéria (Budapest)
- "D'arts" - kortárs médiaművészeti kiállítás, Csikász Galéria és Várgaléria (Veszprém)

2011

- "Aritmia 2011" csoportos kiállítás, ICA-D
- "Emberi beavatkozással készült művek" csoportos kiállítás, Paksi Képtár

2012

- "Homage a Cage" - interaktív hang installáció, LPM Roma, Live Performers Meeting, Exhibition Room

2013

- „Sense” interaktív videó installáció a „CYBER INDIVIDUALISM” kiállító terem, LPM Budapest showcase, a Vj Torna International, AV Open Studios Budapest és Vj Centrum rendezésében
- „Kódolt képek” csoportos kiállítás, Akvárium Klub (Budapest)
- “Hiba és társai” c. csoportos kiállítás, Vermes-villa (Dunaszerdahely)
- “DART'S: Felhasználóélmény” csoportos kiállítás, Cyberpunk DIY világok / Csikász Galéria (Veszprém)

2014

- “A dolgok állása” csoportos kiállítás, Várgaléria (Veszprém)
- “Art Vision VJ (VJ’s Battle Contest), Circle of Light Moscow International Festival”

2015

- “Csoport” c. csoportos kiállítás, Fiala Képzőművészek Stúdiója Egyesület (Budapest)
- “Broken Z - installáció, performansz, politikai poétika” Artus Stúdió (Budapest)