Magyar Képzőművészeti Egyetem
Intermédia tanszék

Szakdolgozat

Gondolatok az élőszerűségről

„Életet adni az élettelen anyagnak”

Budapest, 2020

Készítette: Janca Lili

Témavezető:
Dr. habil, DLA Sugár János
egyetemi tanár

Bevezető 3

I. Mikor tartunk élőnek valamit? 5

Az élet meghatározása

II. Mitől érzünk élőnek valamit? 8

Érzékleti modalitások

- Látás
  - *Organikus minták*
  - *Mesterséges látás*
- Szaglás és ízlelés
  - *A szaglószervi hálózat felhasználása*
  - *Elektromos nyelv*
- Haptikus érzékelés
  - *Biofeedback*
  - *Szintetikus bőr*
- Hallás
  - *Természetes és mesterséges hangok*
  - *Mesterségesen létrehozni természetes hangokat*
  - *Beszédszintézis*
- A különböző modalitású információk kombinálása

III. Hogyan állapítjuk meg valamiről, hogy élő? 20

Empátia

- Transitional object és antropomorfizmus
- Szőranya

VI. Életet lehelni az élettelen anyagba 25

Embergyártás

- Gólem
- Prométheusz és Pandóra
- Pygmalion
- Héphaisztosz gépe
- Humanoid

Fluid automaták

V. 'Playing God' 29

- God game

Mesterséges Isten

VI. Élőszerű 32

Irodalomjegyzék 35

Bevezető

Az eredeti probléma, ami megfogalmazódott bennem, és a kérdések, amikre kutatásom elején választ szerettem volna kapni, a következők voltak:

Lehet-e olyat létrehozni, ami nem utánoz, nem hasonlít semmi általunk ismertre, mégis az összes érzékünkre úgy hat, hogy élőnek hisszük azt? Miért hiszünk valamit élőnek, ha nem az?

Talán az **élőszerűség** lenne a legjobb kifejezés arra, amit dolgozatomban tárgyalok.

Egy **élethű** dolog valaminek az **utánzásával** születhet. Az élethű melléknév jelentése:

„Olyan <ábrázolás>, amely mindenben ahhoz igazodik, akit v. amit megjelenít, s amelyet ezért a teljes életszerűség, a teljes hűség jellemez.” [1]

Az angol nyelvben az ennek megfelelő **lifelike** kifejezés jelentése kissé eltérő:

*„seeming real or **seeming to be alive.”*** [2]
– igazinak tűnik vagy **élőnek tűnik.**

Eljátszhatunk a gondolattal, hogy talán utánzás és hasonlítás nélkül, pusztán önmagában is tűnhet számunkra valami élőnek, anélkül, hogy valóban az lenne.

Ahhoz, hogy meg tudjam közelíteni a problémát, először szerettem volna megérteni, mi egyáltalán az, amit élőként definiálunk. Az élő meghatározásakor nem kerülhetjük meg az élettelen, a természetes és a mesterséges fogalmát sem.

Számtalan vallási és irodalmi példát ismerünk, ahol valamilyen felsőbb hatalom, istenség vagy egy ember varázslat és alkímia segítségével az élettelen anyagot élettel ruházza fel.

A bibliai teremtéstörténetben az *„Úr Isten az embert a földnek porából”* formálta, az életet orrába lehelte.[3] A sumér mitológiában Enki az embert véréből és agyagos földből teremti. Az egyiptomiak hite szerint a földi férfiak és asszonyok Ré földre hulló könnyeiből születtek.

---

[1] *Bárczi Géza, Országh László (1959–1962, szerk.): A magyar nyelv értelmező szótára. (Első kiadás). Budapest, Akadémia Kiadó. https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-magyar-nyelv-ertelmezo-szotara-1BE8B/ (2019.10.01.)*

[2] *Cambridge Advances Learner's Dictionary & Thesaurus. https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/lifelike (2019.10.01.)*

[3] *Biblia (Károli-fordítás): 1Móz 2,7*

Hnum, a termékenység kosfejű istene agyag készített gyermeket helyez az anyák méhébe. A majáknál földből, sárból és fából teremtettek életet. A görög mitológia szerint Prométheusz a phókiszi Panopeusz környékén találta meg a teremtésre alkalmas agyagot, és Pallasz Athéné segítségével megformálta az első embereket.[4] Pygmalion elefántcsontból asszonyt faragott magának, Vénusz pedig életre keltette azt.[5] A prágai Gólemet a Moldva folyó partjáról származó agyagból és vérből gyúrták, a kabbala segítségével teremtetett és kelt életre.[6]

Mary Shelley közismert *Frankenstein - Modern Prométheusz* című regényében a kémia és az alkímia segítségével születik meg Frankenstein teremtménye:

„Nappalok és éjszakák elképzelhetetlen munkája és fáradsága árán sikerült fölfednem az életnek és az élet keletkezésének okát. Sőt annál is többet. Rádöbbentem, magam is képes vagyok életet adni az élettelen anyagnak." [7]

Ha mi is megkísérelnénk életet adni az élettelen anyagnak, vagy megpróbálunk létrehozni valamit, amit élőnek hiszünk, a következő kérdések nyomban felvetődnek:

I. Miért tartunk élőnek valamit?

II. Mitől érzünk élőnek valamit?

Először arra a kérdésre keresek lehetséges válaszokat, hogy miért tartunk élőnek valamit.

---

[4] *Teremtéstörténetek (Válogatás a világ teremtéséről) https://mek.oszk.hu/00100/00192/html/ (2019.09.16.)*

[5] *Publius Ovidius Naso: Átváltozások. Budapest, Európa Kiadó, 1982. Tizedik Könyv. https://mek.oszk.hu/03600/03690/03690.htm#74 (2020.03.08)*

[6] *Deutsch Tibor: A Gólem Legenda. In. szombat. 2015. https://www.szombat.org/hagyomany-tortenelem/a-golem-legenda (2020.04.19.)*

[7] *Shelley, Mary: Frankenstein vagy a modern Prométheusz. Szeged, Szukits Kiadó, 1995. https://mek.oszk.hu/02700/02735/ (2019.09.17)*

I. Miért tartunk élőnek valamit?

Az élet meghatározása

Az élet fogalmának jelenleg nincs tömör, pontos meghatározása, többféleképpen definiálták már, pl. biológiai, kémiai, fizikai vagy filozófiai szempontból is. E nézetek mind valós megfigyeléseken alapultak és az adott korban általánosnak tűntek, de túlhangsúlyozták az élővilág egy-egy sajátosságát.[8] Nem célom ezek kifejtése, én inkább arra a kérdésre szeretnék koncentrálni az alábbiakban, hogy az ember mi alapján tarthat egy konkrét, megfigyelt dolgot élőnek.

A legtöbbször gond nélkül meg tudjuk ítélni, hogy valami élő-e vagy sem. Sokat segít ebben, hogy ismerjük az élőlények jellegzetes működéseit: a táplálkozást, a légzést, a mozgást, az ingerelhetőséget, a növekedést és a szaporodást. [9]

Nincs egyértelmű tudományos meghatározás az élet fogalmára, de abban a legtöbben egyetértenek, hogy az alábbi karakterjegyek mindegyikét vagy legtöbbjét minden élőlény magán hordozza: [10]

Homeosztázis

„A homeosztázis-fogalom a híres amerikai fiziológustól, Cannontól származik. Az élőlényeknek létezik úgynevezett belső környezete (ezt néha tévesen a sejt közötti állománnyal azonosítják), amely állapotában és összetételében eltér a külső környezettől, és amelynek állapotát az élő rendszer, legyen az akár sejt, akár soksejtű szervezet, a külső változások ellenére is igyekszik változatlanul tartani. A belső környezetnek ezt az állandóságát nevezte el Cannon homeosztázisnak."[11]

Organizált

Szerkezetileg egy vagy több sejtből áll.

Metabolizmus

Anyagcsere, az élő szervezetekben végbemenő, a homeosztázis és egyéb élethez kapcsolódó egyéb jelenségek fenntartásához szükséges energia-, anyag- és információáramlás. Fajtái az építő (anabolizmus) és a lebontó (katabolizmus) folyamatok.

---

[8] *Gánti Tibor: Chemoton elmélet, 1I. kötet, Az élő rendszerek elmélete. Budapest, OMIKK, 1989. p. 11.*

[9] *Bagyinszki P- Á.; Mészáros L.: Biogenezis: Az élő és élettelen közötti határsáv problémája. In: Acta Pintériana. 2016. 2.sz. 39-53. p. https://acta-pinteriana.hu/archivum/acta_pinteriana_2.pdf (2019.11.17.)*

[10] *Jeuken, Marius.: The biological and philosophical definitions of life. In: Acta Biotheoretica. 1975. 24. sz.: 14–21. p. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/811024 (2020.01.29.)*

[11] *Gánti Tibor: Az élet általános elmélete. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 2000. 94. p. https://mek.oszk.hu/03200/03287/ (2019.10.24.)*

Növekedés
Az anabolizmus túlsúlya miatt az organizmus növekszik.

Alkalmazkodás
A környezetre reagálva képes változni, alkalmazkodni. Az evolúció folyamatában ez a képesség alapvető fontosságú.

Reakció az ingerekre
A környezet ingereire adott reakcióknak számos formája lehet, egy egysejtű organizmus összehúzódhat, külső vegyianyagok kibocsátásával és egészen komplex módokon reagálhat, de a többsejtű organizmusok összes érzete is ide tartozik. A választ gyakran valamilyen mozgás fejezi ki, például a növény levelei elfordulnak a Nap felé (fototropizmus) vagy a kemotaxis.

Reprodukció
Képes új, egyedi organizmusok létrehozására, egyetlen szülő szervezetből, vagy két szülő szervezetből.

E klasszikus életkritériumok nem minden esetben alkalmasak az élőlények illetve az élet meghatározására. Az élőlények bizonyos életszakaszaikban nem mutatnak minden karakterjegyet egyszerre, míg a kritériumok alapján egyes gépeket élőnek lehetne tekinteni. Egy öreg élőlény elvesztheti növekedési és szaporodási képességét és egyes hangyafajok dolgozói sohasem tudnak szaporodni.[12]

Gánti Tibor (1933–2009) vázolta fel a mai napig egyik legelterjedtebb megoldást.[13] Gánti a kritériumokat két csoportra osztotta fel: „reális vagy abszolút életkritériumok", amik minden élőlényben, életük minden pillanatában megvannak és a „potenciális életkritériumok", amelyek az élővilág túléléséhez, fejlődéséhez szükségesek.

Reális (abszolút) életkritériumok:	**Potenciális életkritériumok:**
1. Inherens módon egység	6. Növekedés-szaporodás
2. Anyagcsere	7. Öröklődő változás képessége és evolúcióképesség
3. Inherens stabilitás	
4. Információhordozó alrendszer	8. Halandóság
5. Vezéreltség	

A fenti hét karakterjegy és Gánti kritériumai a legtöbb esetben nem olyan karakterjegyek, amiket egy élőlény első pillantásra magán hordoz. A felismerés és meggyőződés arról, hogy a

[12] *Bagyinszki P- Á.; Mészáros L.: Biogenezis: Az élő és élettelen közötti határsáv problémája. In: Acta Pintériana. 2016. 2.sz. 39-53. p. https://acta-pinteriana.hu/archivum/acta_pinteriana_2.pdf (2019.11.17.)*

[13] *Gánti Tibor: Az élet általános elmélete. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 2000. https://mek.oszk.hu/03200/03287/ (2019.10.24.)*

folyamatok biztosan bekövetkeznek nagyobb figyelmet és sok esetben mélyebb tanulmányozást, laboratóriumi körülményeket is igényelnek. Nem meglepő, hogy a XVII. században az európai természettudomány még azt tekintette élőnek, ami **mozog.**[14] Az organizált struktúra, vagy a metabolizmus szabad szemmel láthatatlan, kitapinthatatlan, nincs hangja és szagtalan.

Azt meghatározni, hogy mi alapján számít élőnek valami, mindenki által elfogadottan lehetetlen. Olyan nehézségű feladvány ez, mint megfejteni, hogy mi az élet. Kezdetben azt gondoltam, dolgozatom alapkérdésének teljes megválaszolásához ezt megoldani elengedhetetlen lenne.

„Mi az élet jellemző vonása? Mikor mondjuk az anyag egy darabkájáról, hogy él? Ha „csinál valamit", mozog, anyagcsere-kapcsolatban áll a környezetével stb., s hogy mindezt sokkal hosszabb időn át „teszi", mint ahogyan az élettelen anyagtól hasonló körülmények között elvárnánk."[15] Az élő rendszerek egyik legalapvetőbb tulajdonságát Ervin Schrödinger fogalmazta meg *What's Life?* című esszéjében. Valóban minden, ami él, működik, csinál valamit. Ami nem működik, ami nem csinál semmit, az nem él.[16]

Esetemben azonban lényegesebb az a kérdés, hogy:

Mi lehet az, ami mindenki számára élőnek tűnik? Melyik karakterjegy az, ami „szabad szemmel" érzékelhető a legtöbb élő valami esetében?

Ha nem isteni erővel, mágiával, alkímiával szeretnénk az „élettelen anyagból életet teremteni", hanem a megfigyelő érzékeire hatva olyat létrehozni, ami élőnek tűnik, talán a legcélszerűbb módszer az, ha a legnagyobb figyelmet a „teremtett valami" külvilággal való kapcsolatára helyezzük.

A **mozgás** mellett, ha a fenti lista pontjaiból indulunk ki, a külső ingerek által kiváltott **reakció** az, ami szinte minden esetben a leginkább szembetűnő: ez az érzékenység az, ami a megfigyelő számára „élőszerűvé" teheti az alanyt.

---

[14] *Bagyinszki P- Á.; Mészáros L.: Biogenezis: Az élő és élettelen közötti határsáv problémája. In: Acta Pintériana. 2016. 2.sz. 39-53. p. https://acta-pinteriana.hu/archivum/acta_pinteriana_2.pdf (2019.11.17.)*

[15] *Schrödinger, Erwin: Mi az Élet? (1944), In: Válogatott tanulmányok. Typotex Kiadó, Budapest, 2014.*

[16] *Gánti Tibor: Az élet általános elmélete. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 2000. p. 187. https://mek.oszk.hu/03200/03287/ (2019.10.24.)*

II. Mitől érzünk élőnek valamit?

Pontosabban fogalmazva, hogyan alakul ki az emberben valamivel kapcsolatban, hogy az él?

Először megfigyeli, megvizsgálja, – szándékosan, tudatosan és tudat alatt is – majd automatikusan ítéletet hoz. Ez valamely hasonlóság, hasonlítás alapján történik, mely ítéletet a tudata hozza meg a korábbi tapasztalataira, a tanult (és valószínűleg az örökölt) élményeire épülve, illetve ösztönös érzelmeinek hatására.

A megismerés a környezet ingereinek érzékelésével kezdődik. A recepció (érzékelés) és a percepció (észlelés) szorosan egymásra épülnek, a világban való tájékozódáshoz mindkettő elengedhetetlen.[17]

A recepció egy analizáló jellegű egyszintű folyamat, a környezet fizikai és kémiai ingereire adott megkülönböztető idegi válasz.

Hagyományosan ötféle emberi érzékszervet, érzékleti modalitást különböztetünk meg:
• *Látás*
• *Hallás*
• *Szaglás*
• *Ízlelés*
• *Bőrérzékletek (tapintás, hőérzékelés)*
- ezekhez tartoznak még az *egyéb testérzékletek.*

A külvilágból érkező valamennyi információ kizárólag az érzékszerveinken keresztül juthat a feldolgozó centrumba, az agyba. Az érzékszerv, az érzőidegpálya és az agyi idegsejtek egységes egészet alkotva hozzák létre az érzékelő apparátust. Pavlov óta ezt a hármas tagolású érzékelőrendszert analizátornak is nevezzük, utalva ezzel érzékszerveink ingerelemző szerepére.[18]

A percepció egy magasabb fokú idegrendszeri folyamatot feltételez, amely összetett, többszintű, szintetizáló jellegű. Egész személyiségünk részt vesz benne, korábbi tapasztalataink is fontos szerepet kapnak. Az észlelés függ az észlelő jártasságától és tapasztalatától is, valamint mindattól amit az észlelő már előzőleg is tudott, a pillanatnyi hangulatállapottól, szükségletektől és kulturális élettértől. Az olvasás, a hallgatás, a tapintási érzékelés és a nézés is olyan begyakorlott tevékenységek, amelyeknek időbeli lefolyásuk van és korábbi struktúrákon, sémákon alapulnak.

---

[17] *Hebb, Donald O.: A pszichológia alapkérdései. Budapest, Gondolat Kiadó, 1978. 280. p.*

[18] *Ádám György: Érzékelés, tudat, emlékezés ... biológus szemmel. Budapest, Gondolat Kiadó, 1976. 15. p.*

Ezek a sémák irányítják az észlelést és annak nyomán módosulnak.[19] Eleanor J. Gibson kimutatta, hogy a különbség a jártas és a járatlan észlelő között az, hogy a tapasztaltabb több információt képes kinyerni az ingerekből. A jártas észlelő képes olyan struktúrákat és jellemzőket letapogatni, amelyekre a naivabb szemlélő nem érzékeny.[20]

Alább néhány általam szabadon, a teljesség igénye nélkül kiválasztott példát szeretnék felsorakoztatni, melyekben különböző módokon jelenik meg az élethűség – ezzel segítve, hogy közelebb kerülhessek az *élőszerűség* fogalmához.

Látás

A környezetünkből felvehető információk 75–80%-a vizuális eredetű, tehát az ember „vizuálisan vezetett" lény.[21] A látáson keresztül nem csak olyan információ jut el hozzánk, amely csak ezen a csatornán lenne képes, hanem olyan is, amit akár ki is tapinthatnánk.

A képmást nem csak nézzük, hanem fel is dolgozzuk: a kép bizonyos specifikus vonásaira válaszolva idegi üzenetek indulnak el, amelyek ezután tovább kerülnek az agy magasabb szintjeire. Ezeken a szinteken az információ összegyűlik és kombinálódik a korábban már tárolt információval egy olyan feldolgozási folyamat során, amelynek következménye az észlelés élménye. Különös problémák merülnek fel a szelekcióval, az egységképzéssel, a jelentéssel, a koherenciával, a valósághűséggel és az észlelés fejlődésével összefüggésben. Hogy fordulhat elő az, hogy különböző emberek ugyanannak a valóságnak különböző aspektusait veszik észre?[22]

A látás legfontosabb kognitív struktúrái az anticipációs sémák, amelyek előkészítik az észlelőt arra, hogy mely információkat vegyen inkább figyelembe, és így vezérlik a nézés tevékenységét. Az anticipációs sémák tulajdonképpen tervek, amelyek felkészülést jelentenek az optikai struktúra meghatározott fajtáira. A felvett információ, a felderítés eredménye módosítja az eredeti sémát.[23]

Nem meglepő, hogy leggyakrabban olyan „élethű" jelenségekkel találkozunk, amelyek szemeinket csapják be. A CGI annyira fejlett, hogy az abban jártas nézőt is könnyen megtéveszti, a fotómanipulációk felderítéséhez AI vezérelte szoftverekre van szükség, mert az emberi érzékelés határait ezek már meghaladták.[24]

---

[19] Neisser, Ulric: Megismerés és valóság. Budapest, Gondolat Kiadó, 1984. 24. p.

[20] Gibson, Eleanor J.: Perceptuális tanulás és képzelet. Budapest, Tankönyvkiadó, 1989.

[21] Bernáth László, Révész György: A pszichológia alapjai. Budapest, Tertia Kiadó, 2002. 95. p.

[22] Neisser, Ulric: Megismerés és valóság. Budapest, Gondolat Kiadó, 1984. 27-28. p.

[23] Neisser, Ulric: Megismerés és valóság. Budapest, Gondolat Kiadó, 1984. 31. p.

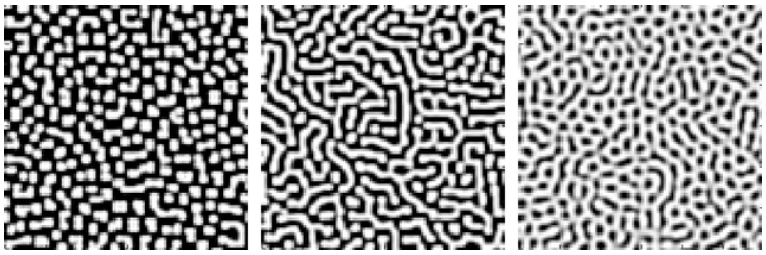
[24] Adobe Research: Spotting Image Manipulation with AI https://www.youtube.com/watch?v=7e5Q0TgPR54 (2020.02.21.)

Néha úgy tűnik, hogy olyan dolgokat látunk, amelyek nincsenek jelen: utóképeket, kettős képeket, látszatmozgásokat, hallucinációkat, álmokat. Ezekben az esetekben általában bizonyos fajta „ingerléssel" van dolgunk, azaz az észlelő félrevezetés áldozata. A valóságos környezete vagy saját látórendszere olyan információt nyújt neki, amely szimulál valamit, úgy, mintha ténylegesen jelen volna. A szimulálás mechanizmusa nyilvánvaló a mozgóképnél és más hasonló jelenségek esetében.[25]

Organikus minták

Alan Turingnak a számítógép-tudományban elért eredményei jól ismertek, a biológiára és a kémiára gyakorolt hatása kevésbé. Turing azon tűnődött, hogyan lehet, hogy az embrió korai növekedési szakaszában jelenlévő azonos sejtekből álló „labda" egy különböző tulajdonságokkal rendelkező, összetett organizmussá fejlődik, spontán szimmetria-törés megy végbe és egyes sejtek végtagokká, mások szemekké válnak.

Az élő szervezetek jellegzetes alaki és szerkezeti sajátosságainak kifejlődését morfogenezisnek hívják.[26] Az egyetlen biológiai, *A morfogenezis kémiai alapjai* c. tanulmányában[27] Turing megalkotott egy elméletet, amely leírja, hogy a természet alkotta mintázatok, a kialakult formák egy egyszerű egyenlettel leírhatók, megjelenésüket és fejlődésüket egy aktivátor és egy inhibitor együttműködése irányítja.[28] Az elméletben az azonos biológiai sejtek differenciálódnak, alakjukat megváltoztatják és mintákat hoznak létre. Megmagyarázza, hogy a természetben megjelenő mintázatok, mint például a csíkok és spirálok hogyan jelennek meg, valamint hogy egy sejt azonos példányai hogyan fejlődhetnek különböző, karokkal és lábakkal, fejjel és farokkal rendelkező organizmusokká az intercelluláris reakció-diffúzió mechanizmus révén.[29] Az így keletkezett alakzatokat hívják Turing-mintáknak.



Mesterségesen generált Turing-minták[30]

---

[25] *Neisser, Ulric: Megismerés és valóság. Budapest, Gondolat Kiadó, 1984. 40. p.*

[26] *Ball, Philip: Turing Patterns. 2012. Chemistry World. https://www.chemistryworld.com/features/turing-patterns/4991.article (2020.02.24.)*

[27] *Turing, Alan: The chemical basis of morphogenesis. In: Phil. Tnas. Roy. Soc., 1952. B237, 37–113.*

[28] *National Geographic: A bohócvirág rejti a zebracsíkok, párducfoltok titkát. 2019. https://ng.hu/tudomany/2019/09/02/ (2020.04.25.)*

[29] *Brandeis University: Turing's theory of chemical morphogenesis validated 60 years after his death. In: ScienceDaily, 2014. https://www.sciencedaily.com/releases/2014/03/140310152158.htm (2020.04.25.)*

[30] *Kép forrása: https://www.wikiwand.com/en/Turing_pattern (2020.04.25.)*

Mesterséges látás

Az emberi vizuális észlelés összehasonlítható a jelenkor mesterséges képfelismerésével, mely a mindennapi életünk szerves részét képezi, különböző igényeket elégít ki. A Facebook és más közösségi médiaplatformok arra is használják ezt a technológiát, hogy segítsék a látássérült felhasználókat és fejlesszék a képkeresés lehetőségeit. Az egészségügyben megjelenő képfelismerő és feldolgozó rendszerek segítségével az orvosok képesek előre jelezni bizonyos egészségügyi kockázatokat és korábban ismernek fel betegségeket.

A számítógépes látás feladatai közé tartoznak például a képfelismerés, a vizuális keresés, tárgyfelismerés vagy a szemantikai szegmentálás. A képfelismerés alapja egy olyan algoritmus, amely a nyers bemeneti képen található jeleket felismeri, felcímkézi és osztályozza a „látottakat".[31]

A *deep learning* a gépi tanulás csoportjába tartozó módszer, az emberi tanuláshoz hasonlóan tapasztalati úton, példákon keresztül zajló folyamat. Ez a kulcstechnológia szükséges ahhoz, hogy az önvezető autók felismerjék az útjelző táblákat, a hangvezérelt telefonok, okos otthonok megértsenek bennünket, illetve hogy ujjlenyomattal vagy arcvonásainkkal biztosítsuk készülékeink védelmét.[32] A deep learning neurális hálózata egymás mellé rétegzett algoritmusokat használ. Minden algoritmus függ az őt körülvevő többitől, így előidézve egy olyan folyamatot, amely megkísérli szimulálni azt a logikai érvelést, amelyet emberként használunk.

Szaglás és ízlelés

A szaglószervi hálózat felhasználása

A mesterséges intelligencia fejlődése érdekében a kutatók próbálják egyre jobban megérteni, hogy az organizmusok hogyan dolgozzák fel a kémiai információkat. A szaglószervi hálózat meglepő hasonlóságokat mutat az agy bonyolultabb régióival, amelyek tanulmányozása fontos lehet a technológiai újítások területén.

A manapság alkalmazott legkorszerűbb gépi tanulási technikák részben azért születtek meg, hogy utánozni tudják az emberi vizuális rendszer szerkezetét, amely az információk hierarchikus feldolgozásán alapul. Amikor a vizuális kéreg érzékelhető ingert kap, először kicsi, jól definiálható tulajdonságokat választ ki: élek, textúrák, színek, térbeli leképezés. A vizuális információk a kortikális neuronok rétegein keresztül haladnak, az input egyre absztraktabb ábrázolássá válik – emberi arccá, azonosított emberi arccá.

A deep learning neurális hálózatát hasonló, hierarchikus működés alapján építették fel. Annak érdekében, hogy ezek a hálók arcokat ismerjenek fel, megtanításukhoz több ezer mintaképet

---

[31] *Spirina, Katrine: Deep Learning in Image Recognition Opens Up New Business Avenues. 2019. InData Labs. https://indatalabs.com/blog/ai-image-recognition (2020.04.25.)*

[32] *What is Deep Learning? 3 things you need to know. MathWorks. https://www.mathworks.com/discovery/deep-learning.html (2020.04.25.)*

adagoltak beléjük. Elegendő példa esetén képes ellátni a feladatot, felismerni az arcot olyan helyzetekben is, amelyeket korábban még nem látott. S bár nagy sikereket értek el – nem csak a vizuális észlelés területén – ezekkel a hálózatokkal, mégsem tudnak minden olyan problémával megküzdeni, amelyeket a biológiai rendszerek könnyen megoldanak.

Az organizmusokban az ingerek minden típusa másképp kerül feldolgozásra. Ez azt jelenti, hogy a különféle típusú adatok feldolgozására különféle stratégiákat lehet alkalmazni, több lehetőségünk van, mint csupán a vizuális észlelésen alapuló hálózatok építése.

A látás és a szaglás folyamatai sok szempontból különböznek egymástól. A szag strukturálatlan, nincs széle, nem térbeli tárgy. Változatos összetételű és koncentrációjú keverék. A különböző szagokat nehéz egymáshoz hasonlítani vagy kategorizálni, emiatt nem mindig egyértelmű, mely tulajdonságokra érdemes nagyobb figyelmet fordítani. A szaglási hálózat tanulmányozása átjáró lehet a hippocampus és a kisagy bonyolultabb tanulási folyamatainak megértéséhez és segíthet kitalálni, hogyan lehet ezeket az ismereteket az AI területén alkalmazni.[33]

Elektromos nyelv

Az ízlelés fontos képesség, amely szabályozza, hogyan fogyasztjuk ételeinket, italainkat. A gyógyszerek íze az összetételükből adódóan többnyire keserű, sok betegnek ez megnehezíti azok lenyelését, ezért aromák hozzáadásával teszik kényelmesebbé a kezelést. A gyógyszergyártás területén az ízértékelés emiatt egy fontos minőség-ellenőrzési pont. Az ízmérések elsődleges módszere az emberi tesztelés, de ez egy problémás terület. Az anyagok potenciális toxicitása és a tesztelők szubjektív véleménye mellett nehezítő körülmény még az is, hogy kifejezetten kellemetlen termékekkel kell foglalkozni. Egy analitikus többcsatornás ízérzékelő rendszer, az elektromos nyelv csökkenteni vagy bizonyos helyzetekben helyettesíteni is tudja a tesztalanyokat, így gyorsabb, megbízhatóbb és biztonságosabb tesztelési folyamatokat lehet véghezvinni.[34]

---

[33] Cepelewicz, Jordana: Artificial Intelligence Has a Strange New Muse: Our Sense of Smell. Wired. Science. 2018. https://www.wired.com/story/artificial-intelligence-has-a-strange-new-muse-our-sense-of-smell/ (2020.04.02.)

[34] Latha R. S., Lakshmi P. K.: Electronic tounge: An analytical gustatory tool. In: Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research, 2012. 3(1): 3–8. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3312724/ (2020.04.27.)

Haptikus érzékelés

James J. Gibson úgy határozta meg a haptikus érzékelést, hogy *„az egyén a teste használatával érzékeli a testével határos világot” („the sensibility of the individual to the world adjacent to his body by use of his body”).*[35]

Az érintés során tapasztalt erőkre támaszkodva, a különböző *„felderítő eljárások”* segítségével (a felületen történő, ujjakkal való pásztázás, tárgy felemelése) gyorsan és pontosan azonosíthatunk háromdimenziós tárgyakat. Megállapítjuk az objektum méretét, súlyát, kontúrát, felületét, anyagának karakterjegyeit, állagát és hőmérsékletét.[36]

Számos betegség és rendellenesség következményeként a haptikus érzékenység elsősorban a bőr és az idegi sérülések miatt gyengülhet, neuropátia esetében teljesen meg is szűnhet. Ez nem csak a fent említett tárgyfelismerésben okozhat nehézségeket, problémát jelenthet járáskor, tárgyak használatakor is.

Biofeedback

Az évek során a mesterséges végtagok élethűségében komoly előrelépések történtek. Az új szénszálas anyagok, különböző műanyag fajták lehetővé tették, hogy a protézisek könnyebbek és erősebbek legyenek, viselésük kényelmesebbé váljon. A myoelektromos protézisek a test izmainak elektromos impulzusait átkonvertálva válnak irányíthatóvá. A jeleket elektródák veszik fel, a kapott adat integrálódik és csak ha egy bizonyos küszöbértéket meghalad, akkor aktiválódik a protézis végtag vezérlése, ennek következménye, hogy késés észlelhető mozgatásuk során.

A *biofeedback* (biológiai visszacsatolás) technológiája lehetőséget ad arra a protézist viselő személynek, hogy érezzen. Egy elvesztett kéz pótlásakor a minél természetesebb eredmény elérése érdekében a protézis viselőjét gazdag ingerekkel kell ellátni, olyanokkal, amelyeket egy tárgy megfogásakor, mozgatásakor kapunk. Az ideális kétirányú kézprotéziseknek nem csak a használó szándékait kell megbízhatóan dekódolnia, hanem szinte természetes, valósidejű érzékszervi visszacsatolást kell közvetítenie a végtaghoz csatlakozó idegrendszernek. Transzverzális többcsatornás intravaszkuláris elektródák segítségével stimulálni lehet a szükséges idegpályákat. A protézisen elhelyezett mesterséges szenzorok információi fizológiai szempontból megfelelő (közel természetes) valós idejű, érzékszervi információkat nyújthat a protézist viselő számára. Ez a visszacsatolás lehetővé teszi, hogy

[35] *Gibson, James J.: The senses considered as perceptual systems. Boston, Houghton Mifflin, 1966. https://en.wikipedia.org/wiki/Haptic_perception (2020.01.28.)*

[36] *Klatzky, R.L., Lederman, S.J. & Metzger, V.A. Identifying objects by touch: An “expert system”. In: Perception & Psychophysics, 1985. 37. p. 299–302. https://link.springer.com/article/10.3758/BF03211351 (2020.02.03.)*

vizuális észlelés vagy hallás nélkül hatékonyan lehessen modulálni a protézis szorítási erejét, egy tárgy merevségének, anyagának azonosítását.[37]

Szintetikus bőr

Marc Teyssier és kutató társai a bőr deformabilitási képességét hasznosítva megalkották a *skin-on* (bőrön) interfészt, egy bőrszerű interaktív felületet, lehetőséget teremtve ezzel a készülékeink képességeinek kiterjesztésére az új beviteli gesztusok és haptikus visszajelzések segítségével.

Marc Teyssier: Skin-On interfész, Mesteséges bőr mobileszközöknek (2019)

A fejlesztés során különböző hétköznapi eszközök, például egy telefon kapott saját bőrt. A mobil hátulját borító felület új felhasználói gesztusokat (megragadás, csavarás, karcolás, simogatás) képes értelmezni és tapintható, kinetikus választ ad a felhasználói élmény fokozásának érdekében.

A robotikában az érzékeny műbőrt két fő feladatra szokták használni. Az emberi ujjhegy képességeit utánozva a tárgyak felfedezésére vagy a robot felületének beborításával a környezet érzékelésére és az emberi hasonlóság növelésére.[38]

[37] *Raspopovic S., Capogrosso M., Petrini FM., Bonizzato M., Rigosa J., Di Pino G., Carpaneto J., Controzzi M., Boretius T., Fernandez E., Granata G., Oddo CM., Citi L., Ciancio AL., Cipriani C., Carrozza MC., Jensen W., Guglielmelli E., Stieglitz T., Rossini PM., Micera S.: Restoring Natural Sensory Feedback in Real-Time Bidirectional Hand Prostheses. In: Science Transitional Medicine, 2014. https://stm.sciencemag.org/content/6/222/222ra19 (2020.03.26.)*

[38] *Teyssier, Marc: Skin-On Interaces, Artificial Skin for Mobile Devices, 2019. https://marcteyssier.com/projects/skin-on/ (2020.03.20)*

Hallás

Természetes és mesterséges hangok

A hallható hangokat szokásosan két nagy csoportra oszthatjuk: a természetes és a mesterséges hangok csoportjára. Ennek megfelelően vannak természetes és mesterséges hangforrások, amelyek e hangokat keltik.

A természetes hangok forrása valamilyen természeti jelenség, élőlény, anyagi mozgás, amelyek megszólalását nem valamilyen mesterséges beavatkozás váltja ki. Mesterséges hangnak nevezzük az ember alkotta készülékek, gépek, berendezések működésének zaját, vagy az ezek segítségével keltett hangot.[39]

A hang akusztikai minőségének tárgyalása és ennek pszichoakusztikai vonatkozásai nagyon összetett téma, meghaladná ennek a dolgozatnak a kereteit, és nem is szükséges a dolgozat elején feltett kérdések megválaszolásához. Hiszen például a mozgás, mint kritérium említésekor sem definiáltuk, hogy mit tekintünk természetes, pontosabban, élőszerű mozgásnak.

Esetünkben a természetes-mesterséges összehasonlítással az egyik probléma az, hogy ha valami nem szokásos, vagy nem természetes hangot ad (vagy akár így mozog), attól még tarthatjuk élőnek. Ennek két oka van: egyrészt, az élővilágban számtalan példát találhatunk arra, hogy egy állat szokatlan hangokat produkál, például a papagájok, varjúfélék az emberek, tárgyak, gépek hangját is képesek utánozni. Másrészt, ha valaminek számunkra idegen hangja van, kialakulhat bennünk az élőszerűség érzete, ha – fantáziánktól, ismereteinktől, előfeltevéseinktől függően – valami magyarázatot találunk rá, például, hogy még sosem láttunk hasonlót, vagy akár idegen, földönkívüli fajhoz tartozik. Ez magát az élményt nyilván furcsává, kérdésessé teheti, azonban az élőszerűségnek nem mond ellent – sőt, a fenti szélsőséges esetben még akár erősítheti is az érzéseinket.

A másik probléma a természetes-mesterséges megközelítéssel pedig az, hogy manapság a világunk tele van sokféle, egyre színesebb hanggal (a technikai haladás, az urbanizáció, a mesterséges hangkeltés fejlődése miatt), és egyre inkább olyan akusztikai környezetben élünk, amelyben a fenti egyértelmű elkülönítés – a forrás felismerése szempontjából – gyakorlatilag lehetetlenné válik.

Mesterségesen létrehozni természetesnek tűnő hangokat

Természetesnek tűnő (élőlény)hangok mesterséges előállítása több úton is történhet (szintézis-, reszintézis-, mintavétel-alapú eljárások). Ha a hang feltételezett forrása látható is, az nagyban behatárolja, sőt, akár meghatározza, hogy milyen akusztikai paramétereket célszerű alkalmazni ezekben az eljárásokban, hiszen például egy kisebb méretű „élőlénytől” nem elsősorban mély hangokat várunk, és fordítva, egy nagy lény jellemzően nem ad ki

[39] *Audiotechnológia jegyzet. Kobak Bt. http://www.kobakbt.hu/jegyzet/AudioTechnologia/AudioTechnologia.htm (2020.01.20.)*

magas hangokat. (Bár van ellenpélda, a bálnák magasabb hangon is „énekelnek”, mint amit a külsejük alapján feltételeznénk.)

Beszédszintézis

Kempelen Farkas 1790 körüli beszélőgépe a világ első több nyelvű artikulációs beszédkeltő, mechanikus szerkezete. Az emberi hangképzés rendszeréhez hasonló soros működtetésű,[40] „mechanikus tüdővel” (fújtatóval) és gumitölcsér „szájjal” ellátott doboz. A fújtató mozgatásakor a dobozba kerülő levegőt a szelepek és billentyűk segítségével „beszéddé” lehet alakítani.[41]

Kempelen Farkas beszélőgépe[42]

Az 1939-es New York-i Világkiállításon bemutatott *Voder*[43], Homer Dudley (Bell Laboratories munkatársa és a vocoder feltalálója) találmánya az emberi beszéd elektronikus szintézisére tett első kísérlet. A gép megközelítőleg húszféle zümmögést és csipogást produkált, melyeket tíz billentyű, egy csuklótámasz és egy pedál segítségével lehetett manipulálni és beszéddé alakítani.[44]

---

[40] *Nikléczy Péter, Olaszy Gábor: Kempelen Farkas beszélőgépének rekonstrukciója http://fonetika.nytud.hu/wp-content/uploads/2016/04/Nikleczy-Olaszy_KempelenBeszelogepe.pdf (2020.04.26.)*

[41] *Kempelen - Ember a gépben, Műcsarnok. 2007. http://www.kempelen.hu/beszelogep.html (2020.04.26.)*

[42] *Kép forrása: https://inno-anno.blog.hu/2017/10/04/a_beszedkutatas_uttoroje (2020.04.26.)*

[43] *A Voder a Voice Operating Demonstrator rövidítése. https://ccrma.stanford.edu/~jos/pasp/Dudley_s_Vocoder.html (2020.04.26.)*

[44] *Eschner, Kat: Meet Pedro the “Voder,” the First Electronic Machine to Talk. 2017. Smithsonian Magazine. https://www.smithsonianmag.com/smart-news/meet-pedro-voder-first-electronic-machine-talk-180963516/ (2020.04.26.)*

1961-ben történelmi pillanat volt, amikor a Bell Laboratories falai között egy IBM 7094-es nagyszámítógép dalra fakadt és elénekelte a híres *Daisy Bell* című slágert. A hangot John Kelly és Carol Lochbaum, a kíséretet – az elektornikus zene egyik úttörője – Max Mathews írta. Arthur C. Clarke-ot egy laboratóriumban tett látogatása során annyira lenyűgözte az előadás, hogy 1968-as *2001. Űrodisszeia* c. regényében (és a belőle készített *2001: Űrodüsszeia* című filmben) megjelenő *HAL 9000* számítógép deaktivációja során elkezdi a dalt énekelni.[45]

1974. december 4-én Donald Sherman egy nagy pepperónis-gombás pizzát rendelt telefonon, de helyette az egyik legelső beszédszintetizátor, a *Votrax* adta le a rendelést. Az első néhány étterem tréfának hitte, de végül sikerrel járt. Ez volt az első alkalom, hogy valaki számítógép segítségével rendelt pizzát és ami még ennél is fontosabb, bemutatta, hogy képesek hatékony kommunikációra a szöveget beszéddé alakító rendszerek.[46]

1984. januárjában Steve Jobs bemutatta a *Macintosht,* a személyi számítógépek úttörőjét.[47] Legendás pillanat volt, mikor a termék ismertetése közben Jobs azt mondta: *„A közelmúltban mi már sokat beszéltünk a Macintoshról, de ma először, szeretném megengedni, hogy a Macintosh magáért beszéljen."*[48]

A számítógép egy beszédgeneráló program segítségével digitalizált hangon szólalt meg: [49]

> *„Helló, Macintosh vagyok. Nagyon jó, hogy kijöhettem a táskából.*
>
> *Mivel nem vagyok hozzászokva a nyilvános beszédhez, így egy aforizmát szeretnék veletek megosztani, amely akkor jutott eszembe, amikor először találkoztam egy IBM nagyszámítógéppel: SOHA NE BÍZZ OLYAN SZÁMÍTÓGÉPBEN, AMIT NEM TUDSZ FELEMELNI!*
>
> *Nyilvánvaló, hogy tudok beszélni, de most szeretnék hátradőlni és figyelni. Nagy büszkeséggel mutatom be az embert, aki olyan számomra, mint egy apa: STEVE JOBS.*[50]

---

[45] *Norman, Jeremy: The IBM 7094 is The First Computer to Sing. 2015. Jeremy Norman's History of Infomration. https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=4445 (2020.04.26.)*

[46] *Finley, Klint: Tech Time Warp of the Week: Return to 1974, When a Computer Ordered a Pizza for the First Time. 2015. Wired. https://www.wired.com/2015/01/tech-time-warp-pizza/ (2020.04.26.)*

[47] *McCracken, Harry: Exclusive: Watch Steve Jobs First Demonstration of the Mac for the Public, Unseen Since 1984. 2014. Time. https://time.com/1847/steve-jobs-mac/ (2020.04.26.)*

[48] *Eredeti szöveg: "Now, we've done a lot of talking about Macintosh recently, but today for the first time ever, I'd like to let Macintosh speak for itself." – videó: https://time.com/1847/steve-jobs-mac/ (2020.04.26.)*

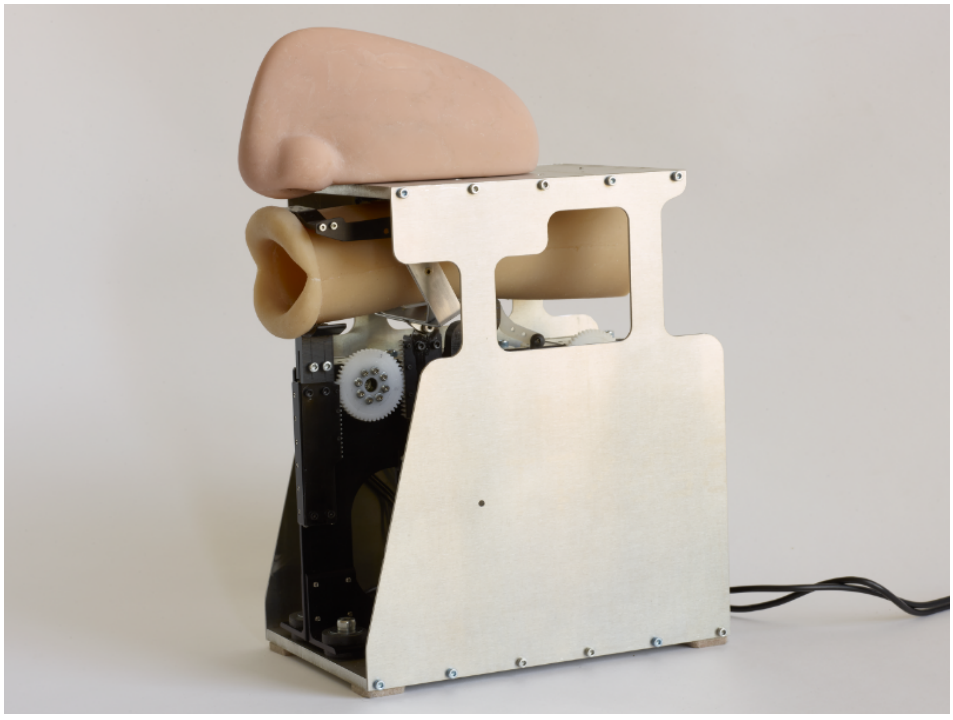
[49] *Gallo, Carmine: Mac 1984: Steve Jobs Revolutionizes The Art Of Corporate Storytelling. 2014. Forbes. https://www.forbes.com/sites/carminegallo/2014/01/24/mac-1984-steve-jobs-revolutionizes-the-art-of-corporate-storytelling/#2a98bb53ecc5 (2020.04.26.)*

[50] *Eredeti szöveg:*
"Hello, I'm Macintosh. It sure is great get out of that bag.Unaccustomed as I am to public speaking, I'd like to share with you a maxim I thought of the first time I met an IBM mainframe: NEVER TRUST A COMPUTER YOU CAN'T LIFT. Obviously, I can talk, but right now I'd like to sit back and listen. So, it is with considerable pride that I introduce a man who's been like a father to me: STEVE JOBS."
– videó: https://time.com/1847/steve-jobs-mac/ (2020.04.26.)

Az első beszélő Macintosh óta majdnem 40 év telt el. Ma már nem lep meg bennünket, hogy *Sirit* megkérhetjük arra, hogy kapcsolja be a kedvenc számunkat, üzenjen ismerőseinknek vagy mondja el, milyen idő lesz holnap, viccet mesél nekünk, de akár vitatkozni is tudunk vele.

A beszédszintetizátorok egyik legmodernebb példája a *Vocaloid,* a virtuális éneklés szoftvere. Több japán formáció adott ki olyan dalokat, amelyekben a program által generált éneklés hallható.[51] A leghíresebb virtuális, holografikus sztár, *Hatsune Miku* élő zenekarral lép fel, tudását és hangját a Vocaloidnak köszönheti.[52]

Diemut Strebe *The Prayer* c. installációjának formája könnyen eszünkbe juttathatja Kempelen Farkas beszélőgépét. A felépítése egyszerűsítve utánozza az emberi beszédapparátust. Az orral és beszélő szájjal ellátott robot egy olyan számítógépes rendszer része, amely a deep learning segítségével megkísérli feltárni a természetfelettit. Hangja a legismertebb vallások imáit és személyes merengéseket AI alapú szöveggenerálással és a szöveget beszéddé alakítással dolgozza fel.



Diemut Strebe: The Prayer (2019)[53]

A mesterséges intelligencia fejlődése eljuthat oda, hogy az emberi gondolkodás bármilyen formáját előállítsa, utánozza, vagy akár meg is haladja, teljesítményében felülmúlhatja képességeinket.[54]

---

[51] *Vocaloid https://www.vocaloid.com/en/ (2020.04.26.)*

[52] *Crypton: Who is Hatsuke Miku? https://ec.crypton.co.jp/pages/prod/vocaloid/cv01_us (2020.04.26.)*

[53] *Kép forrása: https://theprayer.diemutstrebe.com/ ((2020.04.26.)*

[54] *Strebe, Diemut: The Prayer https://theprayer.diemutstrebe.com/ (2020.03.20.)*

A különböző modalitású információk kombinálása

James J. Gibson *The Senses Considered as Perceptual Systems* című 1966-os könyvében szakít azzal a feltevéssel, hogy az ingerületet érzékszervi csatornák közvetítik. Új elmélete szerint az észlelés objektív alapja az információ, de nem oka annak. Az észlelés nem az érzékszervek ingerlésének, hanem az élőrendszerek aktivitásának az eredménye. Az észlelőt körülvevő energiamező telítve van a környezetre vonatkozó információkkal, amelyek az észlelés objektív alapját jelentik oly módon, hogy az ugyanazon környezeti tényt specifikáló információ egyszerre többféle modalitásban van jelen. Tehát egyszerre látjuk, halljuk, szagoljuk.

Az észlelés szervei nem anatómiai, hanem funkcionális egységet, észlelési rendszereket alkotnak és együttműködve sokszor ugyanazt az információt tárják föl. A látás nem korlátozódik a szemre, nem a retina ingerlésének a következménye, hanem egy globális testi teljesítmény: mozgó szemek, mozgékony fej és a test összehangolt és együttes tevékenységének eredménye. A látás, hallás, tapintás és szaglás általi információ megléte potenciális alapja az észlelésnek. A szervezet aktivitása szükséges a konkrét meghatározottsághoz, az észlelő maga kelti, generálja az információt.

Bár Gibson elsősorban a látással foglalkozott, nyilvánvalóvá tette, hogy egy tág érvényességű gondolatrendszeren dolgozik, amely kiterjeszthető minden észlelési modalitásra. A hatvanas évektől kezdve elméletét, mint *ökológiai pszichológia* határozta meg, ami azt az alapfeltevést jelenti, mely szerint az *„organizmus és környezet között egymásba illeszkedő (kompatibilis) és egymást kölcsönösen feltételező (koimplikatív) kapcsolat van:”*[55] a környezet és a szervezet kölcsönösen illeszkednek egymáshoz, az egyik létezése feltételezi a másikét is.[56] Gibson nem a szervezeten, mint zárt belső környezeten belül zajló folyamatokra kérdez rá, hanem arra, hogy az élőlények hogyan tartanak kapcsolatot a környezetükkel az észlelés és cselekvés alkalmazkodását szolgáló alapfunkcióin keresztül, és a közös alapokat keresi a különböző fajok észlelésében. Az észlelés nem csupán a szervezeten belül lezajló idegrendszeri folyamat, hanem az észlelőrendszer és a környezetének összeférhetőségéből, összeilléséből és a dinamikus kölcsönhatásokból keletkező folyamat.[57]

„Gibson végső mondanivalója az, hogy minden olyan egyéb elvont, szimbolikus, humán-specifikus, kultúra-függő pszichés funkciónk alapja a közvetlen észlelés, a tapasztalati világgal való funkcionális, megbízható, és eredendően értékorientált kapcsolatunk.”[58]

---

[55] *Szokolszky Ágnes, Kádár Endre: James J. Gibson ökológiai pszichológiája. In: Pszichológia, 1999. 2. sz. 245-285. p. https://www.academia.edu/10083203/ (2020.02.19.)*

[56] *Turvey, M. T. és Shaw, R. E: The primacy of perceiving: An ecological reformulation of perception for understanding memory. In: L.G. Nilsson: Percpectives on memory research. Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates, 1979. https://books.google.hu/books (2020.02.20)*

[57] *Szokolszky Ágnes, Kádár Endre: James J. Gibson ökológiai pszichológiája. In: Pszichológia, 1999. 2. sz. 245-285. p. https://www.academia.edu/10083203/ (2020.02.19.)*

[58] *Szokolszky Ágnes, Kádár Endre: James J. Gibson ökológiai pszichológiája. In: Pszichológia, 1999. 2. sz. 245-285. p. https://www.academia.edu/10083203/ (2020.02.19.)*

III. Hogyan állapítjuk meg valamiről, hogy élő?

Az élő és élettelen tárgyak feldolgozása alapvető fontosságú az emberi észlelés szempontjából. Különböző kategóriákba tartoznak, feldolgozásuk anatómiailag és funkcionálisan is szétválik a főemlős agyában.[59]

Empátia

Egy *általunk tudottan* nem valós, kitalált lény is kiválthat belőlünk olyan érzéseket, amelyeket élőlények iránt szoktunk érezni. R2–D2-től kezdve, Furbyn és Wall–E-n keresztül, a Toy Story karakterei, az animációs filmekben látott szereplők érzelmeket váltanak ki, élőként kezdünk rájuk tekinteni. Empatikusak leszünk irántuk, elkezdjük megszeretni őket, annak ellenére, hogy rajzolt figurák, robotok.

Nem tudunk közömbösek maradni, például a *Boston Dynamics* által kifejlesztett, állat- és emberszerű gépek vagy robotok iránt, amikor megütik, fellökik őket. Annak ellenére, hogy tudjuk, tesztelésről van szó, a látvány sajnálatot vált ki belőlünk. Kutatások bizonyítják, hogy a robotok irányába tanúsított erőszak vagy a szeretet kifejezésének látványa hasonló hatással van ránk, mint amikor ugyanezek emberekkel történnek.

A humanoid robotok látszólagos szenvedése ugyanúgy empátiát vált ki belőlünk, mint ahogy egy másik ember fájdalma is. Az empátia szinte belénk van huzalozva, erkölcsös állatok vagyunk.[60] A tükörneuron-rendszerünk segítségével az empátia teszi lehetővé számunkra, hogy szimuláljuk és átéljük mások érzelmi és kognitív mentális állapotát. A neurobiológiai tanulmányok azt állítják, hogy az empátia egy összetett jelenség, amely két feldolgozási módot takarhat: a *bottom-up* és a *top-down,* egymástól különböző érzelmi reakciókat.[61]

A *bottom-up* érzelmek azonnali, elmélyült reakciók egy ingerre – ilyen például az instant félelem érzése, amikor egy autó elszáguld előttünk. Az ilyen érzések generálása két lépésben történik meg: 1. megjelenik az inger, 2. az érzelem azonnal elönt.

A *top-down* érzelmek sokkal tudatosabb reakciók bizonyos helyzetekre: ilyen például, amikor szorongani kezdünk miután „eldöntjük", hogy nem készültünk fel kellőképpen egy teszt megírására. A *bottom-uppal* szemben az érzés kialakulása más: 1. megjelenik az inger, 2. megbeszéljük magunkkal, mi is történik, 3. érzünk valamit a gondolataink alapján.

---

[59] *Naselaris T., Stansbury D. E., Gallant J. L.: Cortical representation of animate and inanimate objects in complex natural scenes. In: Journal of Physiology, Párizs, 2012. 5–6. p. 239–249. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3407302/ (2020.04.28.)*

[60] *Sacks, Jonathan: The Moral Animal. The New York Times. 2012. https://www.nytimes.com/2012/12/24/opinion/the-moral-animal.html?_r=1 (2020.05.02.)*

[61] *Jankowiak-Siuda K., Rymarczyk K., Grabowska K.: How we empathize with others: A neurobiological perspective. In: Medical Science Monitor. 2011. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3524680/ (2020.04.11.)*

Minden emberben lezajlanak ezek a reakciók, de egyesek sokkal inkább tisztában vannak a *top-down* érzéseikkel és azzal, hogy mire hogyan reagálnak. [62]

A humanoid robotok szenvedésekor a *top-down* folyamat kezdete másképp zajlik, gyengébb. Ezt érthetően az okozhatja, hogy az embernek nehezebb felvennie a humanoid perspektíváját.[63]

A németországi Duisburg Essen Egyetem kutatócsoportja is megvizsgálta, hogyan reagálnak az emberek érzelmi és neurológiai szinten a robotokra. Amikor a résztvevők egy videón azt látták, hogy a robotot dédelgetik vagy játszanak vele, az agynak az érzelmekért felelős területe aktiválódott. Ugyanilyen idegi aktivitást váltott ki, amikor egy embert masszírozás közben néztek. Ugyanez történt akkor is, amikor olyan videókat mutattak az önkénteseknek, ahol a robotokat és embereket súlyos bántalmazás érte. Ebben a helyzetben a résztvevők a nagyobb empátiát az emberek iránt mutatták.[64] [65]

Az, hogy az emberek empátiát éreztek a kísérletekben szereplő robotok iránt, nem meglepő, hiszen humanoidra és kis állatra hasonlítottak. Más nézetek szerint, akkor érzünk több empátiát egy robot iránt, ha minél realisztikusabbnak tűnik, nem pedig akkor, ha minél emberibb.[66] Az, hogy empatikusak tudunk lenni a robotok felé egy fontos tényező abban, hogy később ténylegesen képesek legyünk majd együtt élni velük. A robotika-kutatások egyik célja az, hogy hosszantartó és hasznos kapcsolatok tudjanak kialakulni ember és robot között, például az idősek gondozása, a fogyatékkal élők segítése, vagy a betegek rehabilitációja során.[67]

Transitional object és antropomorfizmus

A bálványimádástól az animista világképig számos kultúra hitt abban, hogy az anyagi tárgyaknak lelke, szelleme van vagy valami különleges kapcsolatban állnak a természetfölöttivel. Shax Riegler véleménye szerint az antropomorfizmus az „alapvető emberi

---

[62] *Steckl C.: Bottom-Up or Top-Down? How We Generate Emotions. https://www.mentalhelp.net/blogs/bottom-up-or-top-down-how-we-generate-emotions/ (2020.04.11.)*

[63] *Suzuki Y., Galli L., Ikeda A., Itakura S., Kitazaki M.: Measuring empathy for human and robot hand pain using electroencephalography. Nature / Scientific Reports. 2015. https://www.nature.com/articles/srep15924 (2020.04.10.)*

[64] *Rosenthal-von der Pütten, A.M., Krämer, N.C., Hoffmann, L.: An Experimental Study on Emotional Reactions Towards a Robot. In: International Journal of Social Robotics. 2013. 5. p. 17–34. https://link.springer.com/article/10.1007/s12369-012-0173-8#citeas (2020.02.25.)*

[65] *YouTube: IEEE Spectrum: Do Humans Empathize With Robots?. 2013. – videó: https://www.youtube.com/watch?v=wAVtkh0mL20 (2020.02.25.)*

[66] *Lewis, Tanya: Humans Show Empathy for Robots. LiveScience. 2013. https://www.livescience.com/28947-humans-show-empathy-for-robots.html (2020.02.25.)*

[67] *Hassett, Kate: New study reveals why it is we feel empathy for inanimate objects. MindFood. 2016. https://www.mindfood.com/article/new-study-reveals-why-it-is-we-feel-empathy-for-inanimate-objects/ (2020.02.26.)*

természet” része.[68] Vonzódunk az antropomorf formák iránt. A dizájnerek erre az ösztönös érzésünkre hatva a formai elemekkel teszik figyelemfelkeltőbbé, szerethetőbbé termékeiket. Az 1915-ös *Coca-Cola* sziluett, másnéve a *Mae West* üveg az egyik leghíresebb példája ennek a tervezési gondolkodásnak. Feminin aránya szexualitást, életerőt és eleganciát sugároz. A szappantartó babaszerű, kerekded formái a biztonságot, őszinteséget és tisztaságot ábrázolják. Az olyan szögletes, egyszerűsített emberszerű forma, mint a *Listerin* szájvíz üvege férfias és erős.

Nem szabad túlzásokba esni a formák kialakításánál. A kutatások azt mutatják, hogy a robotokon, önvezető autókon megjelenő finomabb vonások hitelesebbé és megbízhatóbbá teszik azokat. Ezzel ellentétben a túlzottan emberi formák hátborzongatók lehetnek.[69]

Reigler pár évvel ezelőtt egy *A dolgok pszichológiája: érzelem, észlelés és az élettelen tárgyak élete* című posztgraduális kurzust tartott, amely az emberek és a körülöttük lévő tárgyak kapcsolatát vizsgálta. Az egyik vizsgált fogalom a transitional object (átmeneti tárgy) volt. Az elmélet szerint amikor egy csecsemő fejlődik, elkezdi felfedezni más entitásoktól, de különösen édesanyjától való függetlenségét. Az ettől keletkező szorongását a gyermek gyakran úgy oldja, hogy az anyai köteléket átruházza egy számára kedves tárgyra, mackójára, takarójára – a transitional object bármilyen olyan tárgy lehet, amelyet a gyermek megnyugtatónak talál.[70] Már kiskorunktól kezdve szokásunk, hogy az élettelen dolgokra élő tulajdonságokat vetítsünk.

A bábként „életre kelő” kézre húzott zokni rengeteg olyan eljátszott helyzetbe kerül, amely modellezi a való élet történéseit. Egy ilyen mintha-játék egy sor kognitív (észlelési-értelmezési-gondolkodási), érzelmi és személyközi folyamatot feltételez.[71] Később a csecsemők elkezdik elválasztani az élőt az élettelentől. A Concordia Egyetem kutatóinak kognitív fejlődésről szóló tanulmánya szerint a kilenc hónapos gyermek a mozgás alapján tesz különbséget a kettő között. [72]

Felnőttkorban is megjelenhetnek a transitional objectek (például a gyermekkora emlékeztető, féltve őrzött tárgy) vagy hasonló jelenségek: a kutyák, macskák és más háziállatok gyakran hasonló szerepet töltenek be nyugtató, stresszoldó képességük miatt. Természetesen a

---

[68] *Schwartz, Allan: The Transitional Objects and Self Comfort. MentalHelp. https://www.mentalhelp.net/blogs/the-transitional-objects-and-self-comfort/ (2020.03.29.)*

[69] *Anthropomorphic Form in Product Design - Design Defined | Bresslergroup. 2019. https://www.youtube.com/watch?v=ebOGMJqNShQ (2020.04.02.)*

[70] *Schwartz, Allan: The Transitional Objects and Self Comfort. MentalHelp. https://www.mentalhelp.net/blogs/the-transitional-objects-and-self-comfort/ (2020.03.29.)*

[71] *John Balázs: „De csak játékból...” – hogyan hat és miben segít a mintha-helyzet?. Humánia Pszichológia Blog. 2014. https://pszichoblog.blog.hu/2014/11/30/_de_csak_jatekbol_hogyan_hat_es_miben_segit_a_mintha-helyzet (2020.03.29.)*

[72] *Hiebert, Paul: A History of Humans Loving Inanimate Objects. Pacific Standard. 2017.https://psmag.com/social-justice/history-humans-loving-inanimate-objects-75192 (2020.03.08.)*

háziállatok különböznek a gyermekkori tárgyaktól, hiszen egyrészt élnek, másrészt nem hurcoljuk vagy dobjuk el őket, mint ahogy érdeklődés hiányában a gyerek teszi a tárgyaival, ezért hívjuk *„transitional”*-nek őket. Ezek segítenek a gyermeknek az egyik fejlődési lépcsőfokáról a következőre lépni.[73]

Tehát amellett, hogy az élethű dolog realisztikus, kapcsolatban van a külvilággal, mozog stb., az érzelmeink megjelenése amiatt történik, hogy valami okból úgy érezzük, mintha az élettelen dolgok valójában élőlények lennének. Már a szóhasználatban is befolyásoljuk magunkat, gyakran azt mondjuk „őket”, pedig a helyes így volna: „azokat”. (Nyilván ez az adott nyelvtől és gondolkodástól is függ, a magyarban igaz, de pl. az angolban nem, ott mindkettő „them”.)

Szőranya

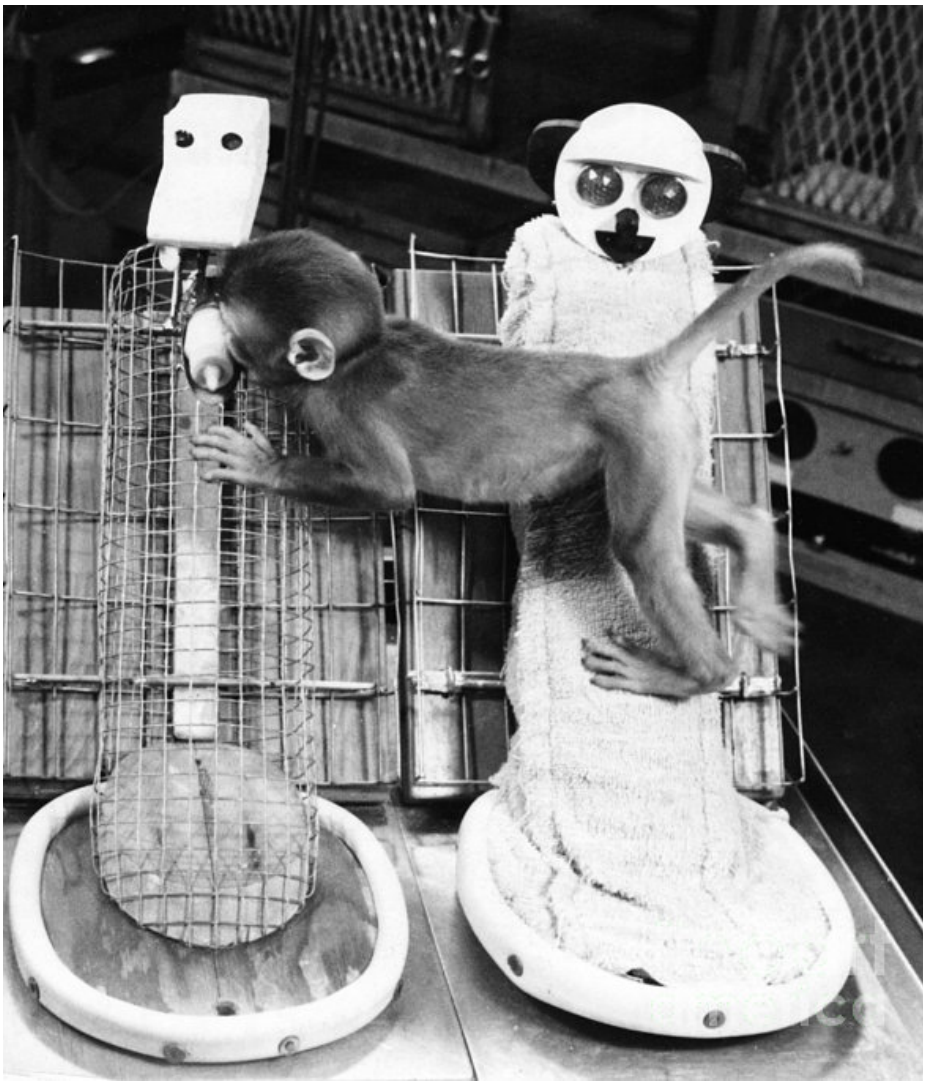
Harry Harlow szőranya kísérlete ma már klasszikusnak számít a viselkedéstudományban, rávilágít a korai fejlődési szakaszban a társadalmi kapcsolatok szerepére. Az 1950-es 60-as években a pszichológiai kutatások területét képviselő viselkedéskutatók és a pszichoanalitikusok azt a nézetet támogatták, miszerint a csecsemők a táplálék miatt kötődnek anyjukhoz. Harlow azt állította, hogy ez a perspektíva nem veszi figyelembe a komfort, a társaság és a szeretet fontosságát és azt, hogy ezek az egészséges fejlődéshez hogyan járulnak hozzá.

Az anyahiány és az izoláció módszereivel Harlow bemutatta a kontaktus és a komfort főemlősök fejlődésére gyakorolt hatását. A rézusmajom kölyköket anyjuktól elszakítva, laboratóriumi körülmények között nevelték fel, néhányat külön ketrecbe is helyeztek. A társadalmi elszigeteltség hatására a majmok viselkedése zavarttá vált, üresen bámultak, köröztek ketreceikben, akár meg is csonkították magukat. Amikor az izolált csecsemőket újból beengedték a csoportba, azok nem tudták, hogyan lépjenek kapcsolatba a többiekkel, sokan elszeparálódtak vagy az ételt elutasítva akár éhen is haltak. A teljes elszigeteltség nelkül, „csak” az anyjuk hiánya miatt is szociális problémák alakultak ki: visszahúzódóvá váltak, elkezdtek a pelenkájukhoz ragaszkodni. Harlow azt feltételezte, hogy a puha anyag talán az anyai érintést szimulálja.

A szőranya kísérlet során Harlow elszakította a majmokat biológiai anyjuktól és két élettelen „pótanyára” bízta őket. Az egyik egy huzalból és fából álló egyszerű szerkezet volt, a másik puha habbal és bársonnyal borított. Tejpalackja egyik esetben a huzalanyának, másikban az anyaggal bevont szőranyának volt. A kölykök mindkét felállásban a több időt a puha szőranyával töltötték. Ha csak a huzalanyánál volt a tej, a majmok a táplálkozás után azonnal azonnal visszatértek.

[73] *Schwartz, Allan: The Transitional Objects and Self Comfort. MentalHelp. https://www.mentalhelp.net/blogs/the-transitional-objects-and-self-comfort/ (2020.03.29.)*

Harlow kísérlete bebizonyította, hogy a csecsemők új, félelmetes szituációkban az élettelen „pótanyánál” keresték a biztonságot. Bizonyos helyzetekben a „pótanya” nélkül a majmok megbénultak a félelemtől, elbújtak vagy összegömbölyödve szopták hüvelykujjukat.



A két „pótanya”[74]

Több, mint 70 évvel később, Harlow felfedezései továbbra is segítik az emberi viselkedés alapvető működésének megértését.[75]

[74] *Kép forrása: https://fineartamerica.com/featured/harlows-monkey-experiment-photo-researchers-inc.html?product=greeting-card (2020.03.10.)*

[75] *Harlow's Classic Studies Revealed the Importance of Maternal Contact. Association fpr Psychological Science. 2018. https://www.psychologicalscience.org/publications/observer/obsonline/harlows-classic-studies-revealed-the-importance-of-maternal-contact.html (2020.03.08.)*

V. Életet lehelni az élettelen anyagba

A tárgyak lélekkel, szellemmel való „felruházása” mellett valamennyi kultúrában megjelennek olyan történetek az ember teremtése mellett, amelyekben bölcsek vagy mágusok életet adnak az élettelen anyagnak és így mesterségesen létrehozott antropomorf lények születnek.

Embergyártás

Gólem

A héber gólem legendák adják a legrészletesebb instrukciókat ahhoz, hogy miként leheljünk életet egy élettelen agyagba. Ezek az utasítások a kabbala elméletéről és gyakorlatáról szóló *Sefer Yetzirah* c. könyben jelennek meg.[76]

A gólem héber szó, jelentése: idomtalan tömeg. Egyszer fordul elő a Bibliában (Zsoltárok 139:16), utalva a befejezetlen emberi lényre.[77] A Talmud szerint Ádám is eredetileg gólem volt – por és víz keveréke, lélek nélküli agyagtest. Ebből a formából teremtetett az élő Ádám, mikor Isten az életet orrába lehelte.

Az évszázadok során számos történet született az ember által készített gólemekről, közülük talán a legismertebb a prágai történet. Közös bennük, hogy az agyagból gyúrt formát a héber nyelv mágikus hatásával, misztikus varázsaltokkal keltik életre. Létrehozásuk bonyolult, nehéz őket kordában tartani, megkísérelni is kockázatos.[78]

Az agyagembernek nincs saját célja, nem tud beszélni, csak elemi utasításokat képes végrehajtani. *A gólem korlátai világosan mutatják az isteni és emberi teremtés közti áthidalhatatlan szakadékot.*[79]

Prométheusz és Pandóra

A görög mitológia teremtéstörténete szerint a világ és a görög istenek születése után a világmindenség szépsége tanúk nélkül maradt, a földet nem művelték, a tengereket nem hódították meg, nem voltak még emberek, akik himnuszokat énekeltek volna az istenekhez.

Prométheusz a phókiszi Panopeusz környékén találta meg a teremtésre alkalmas agyagot, és Pallasz Athéné segítségével megformálta az első embereket. Ezek gyengék, tehetetlenek,

---

[76] *Zucker, Robert: The creation of a golem. http://www.robert-zucker.com/qabalah/golem/index.html (2020.04.20.)*

[77] *„Thine eyes did see my golem (embryo), yet being unformed; and in Thy Sefer (Book) all the yamim (days) ordained for me were written down, when as yet there were none of them.” – BibleGateway. OJB. https://www.biblegateway.com/verse/en/Psalm%20139%3A16 (2020.04.19.)*

[78] *Zucker, Robert: The creation of a golem. http://www.robert-zucker.com/qabalah/golem/index.html (2020.04.20.)*

[79] *Deutsch Tibor: A Gólem Legenda. In. szombat. 2015. https://www.szombat.org/hagyomany-tortenelem/a-golem-legenda (2020.04.19.)*

védtelenek és öntudatlanok voltak, kipusztulás fenyegette őket. Teremtőjük lelopta nekik az égből az olümposzi istenek tüzét. A földet művelni kezdték, városokat építettek, megismerték a csillagászatot, a költészetet. Prométheusz ajándékának köszönhette az ember, hogy fellobbant benne az emberi öntudat szikrája, kiemelkedett az állatok sorából és megközelítette az istenek hatalmasságát.

„Íapetosz fia, minden másnál hát ravaszabb vagy,
annak örülsz, hogy megcsaltál s elloptad a lángot,
mely bajt hoz tereád s a jövőben az emberi nemre.
Tűz kellett? Adok én majd nékik olyan veszedelmet,
hogy szeretik s körülujjongják a saját veszedelmük."[80]

Zeusz parancsára Héphaisztosz földből és vízből istennőkhöz hasonlót formált. Az agyagból született szüzet aranyláncokkal és a Hórák tavaszi virágból font füzérrel díszítették fel. Athéné őt asszonyi munkára, Apollón gyógyításra és zenére tanította, Aphrodité kedvességet, vágyat keltő szépséget, Hermész pedig csalafintaságot, hazugságot, csábító szavakat és nevet adott neki. Pandórának, a *„mindenki által megajándékozottnak"* nevezte el, mert az összes isten adott neki valamit.

Egy szelencébe zárva tudtán kívül megkapta az összes bajt, betegséget és nyomorúságot. Az intelmek ellenére kíváncsiságától hajtva Pandóra felnyitotta szelencéjét, ráengedve az eddig paradicsomi életet élő emberiségre – a bibliai Évához hasonlóan – az összes csapást.

Zeusz így büntette meg az embereket, amiért elfogadták Prométheusz kezéből a tüzet.

Pygmalion

Ovidius *Átváltozások* című könyvében találkozhatunk Pygmalion történetével.
Pygmalion egy magányos, nőtlen ciprusi szobrász volt. Hófehér elefántcsontból megtévesztő élethűséggel nőt faragott, szebbet, mint amilyen szép nő a világra valaha született.

„Az ámult Pygmalion az utánzott testtől gyúl szerelemre."[81]

Vénusz megsajnálja Pygmaliont és életre kelti a gyönyörű, élettelen szobrot.

Héphaisztosz gépe

Kréta védelme érdekében Zeusz kérésére Héphaisztosz bronzból megépítette a gigantikus Talószt, az egyik első humanoidot. A mítosz szerint az emberszerű robot gyenge pontja Akhilleuszhoz hasonlóan a bokája volt. A testében futó egyetlen hosszú eret – amiben az életét jelentő folyadék, az aranyszínű *ichor,* az istenek és halhatatlanok vére csörgedezett – a

[80] *Hésziodosz: Istenek születése; Munkák és napok. http://mek.niif.hu/06200/06221/06221.htm (2020.04.21.)*

[81] *Publius Ovidius Naso: Átváltozások. Budapest, Európa Kiadó, 1982. Tizedik Könyv. https://mek.oszk.hu/03600/03690/03690.htm#74 (2020.03.08)*

bokájánál csak egy vékony hártya borította. Amikor az argonauták kikötöttek Kréta szigetén, Médeia varázslatával megbűvölte, bokájánál megsebesítette Talószt, mire annak összes vére olvasztott ólomként folyt ki belőle.[82]

Humanoid

A kérdés, hogy mit jelent embernek lenni mindig lenyűgözte a tudományt és a művészetet is. A cseh író, Karel Čapek 1920-as *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)* című sci-fi darabja tette népszerűvé a *robot* kifejezést olyan teremtmények leírására, amelyek megjelenése emberi, de amiket csak unalmas, monoton munkák elvégzésére használnak. Čapek munkája hatással volt a modern társadalmakra, inspirálta az olyan gépek, humanoidok fejlesztését, amelyek nem csak megjelenésükben hasonlítanak az emberekre, hanem viselkedésükben is. A szakemberek antropomorf formákba integrálják a mozgást, az észlelést, az interakciót, hogy újraalkossák az emberek fizikai, kognitív és szociális funkcióit. A humanoid robotok fejlesztése során már számos nagy eredményt elértek; a biped mozgás, a tanulás, az „emberi viselkedés" már nem lehetetlen számukra.

A robotika egyik legnagyobb célját a humanoidok testesítik meg: számos diszciplína felfedezéseit szintetizálják. Ezek a robotok eredendően több tudományág eredményiből születnek, magukba foglalják a fejlett mozgást, a biomechanikát, a mesterséges intelligenciát, a gépi látást, észlelést, tanulást, a kognitív fejlődést és a viselkedéstudományt is. A biomimetikus dizájn, az autonóm irányítás, az egyenetlen talajon való járás, az adaptív viselkedés, a valós idejű vizuális érzékelés és az észlelés, valamint több robot együttműködése, végül az ember és robot a összehangolása mind olyan területek, amelyek folyamatosan fejlődnek és a kutatások, fejlesztések során bővülnek, utat adva annak, hogy ne csak korlátozott laboratóriumi körülmények között, hanem a való életben is megjelenhessenek a humanoidok.[83]

Fluid automaták

Gánti Tibor azon felül, hogy meghatározta a korábban felsorolt abszolút és potenciális életkritériumokat, *„pontosan meghatározza a kémia és biológia határát, azaz egzakt módon elkülöníti az élőt az élettelentől, megkonstruálva és matematikailag is definiálva az élet minimál rendszerét, a chemotont."*[84]

„A chemoton programvezérelt, önreprodukáló, térbeli osztódásra s így valódi szaporodásra képes fluid kémiai automata."[85]

---

[82] *Talos. GreekMythology. 2020. https://www.greekmythology.com/Myths/Creatures/Talos/talos.html (2020.04.21.)*

[83] *Fukuda T., Dario P., Yang G.: Humanoid robotics – History, current state of the art, and challenges. In: Science Robotics, 2017. 2. https://robotics.sciencemag.org/content/2/13/eaar4043.full (2020.04.29.)*

[84] *Az elmélet jelentősége. Chemoton. http://www.chemoton.com/hu/chemoton/az-elmelet-jelentosege (2020.04.20.)*

[85] *Gánti Tibor: Chemoton elmélet, 1. kötet, A fluid automaták elméleti alapjai. Budapest, OMIKK, 1984. p. 15.*

A modell a legegyszerűbb élő kémiai automata formális koncepciója. Működése irányított, stabil, alkalmazkodik, képes szaporodni és evolúcióképes. Három *sztöchiometriailag* kapcsolt alrendszerből áll, amelyek összehangolt működéséért egyszerű kémiai kényszerek felelősek.[86]

Az elmélet legnagyobb jelentősége az, hogy közös tudományos hátteret biztosít a kémiai és biológiai jelenségeknek, és az emberi technika számára a mechanikai és elektromos rendszerek mellett egy harmadik lehetőséget, a fluid automaták lehetőségét is megteremti.[87] Ennek előnye – a mechanikai és elektromos térrel szemben – hogy a kémiai állapottérben létrejöhetnek önreprodukáló automaták.[88] Hatást gyakorolt a számítástudomány fejlődésére, lefektette a mesterséges élet néhány alapját is.

---

[86] *Müller Viktor: Bevezetés a biológiába, 1. előadás: Mi az Élet? https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjTkebJ1oHpAhULxYsKHYg4DIEQFjADegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Framet.elte.hu%2F~ramet%2Foktatas%2FIntegrativBiol%2FMi_az_elet.pdf&usg=AOvVaw2FOLF8C97t5lzNRc6Ens3p (2020.01.28.)*

[87] *Pesthy Gábor: Egy tudós újrafölfedezése - Gánti Tibor. In: Origo. https://www.origo.hu/tudomany/20091106-megemlekezes-a-chemotonelmelet-kidolgozojarol.html (2020.04.20.)*

[88] *Gánti Tibor: Chemoton elmélet, 1. kötet, A fluid automaták elméleti alapjai. Budapest, OMIKK, 1984. p. 45.*

V. ‘Playing God’

Sokan éreznek késztetést arra, hogy létrehozzanak, feltaláljanak, vagy alkossanak valami olyat, ami korábban még nem létezett, legyen szó akár fizikai dolgokról, művészeti alkotásokról, új filozófiákról vagy magáról az életről gyermekek formájában. A kreativitás képessége a túlélés és az alkalmazkodás középpontjában áll, nélkülözhetetlen az életkörülményekben bekövetkező változások kezelésében, de más igény kielégítésében is szerepet játszik. Azzal, hogy létezőt teremtünk, vajon teljhatalmat is kapunk afelett? [89]

A legtöbb kultúrában *„Istent játszani”* – a természetes születésen kívül, más módszerekkel életet létrehozni – démonizált, etikátlan, kifogásolt gondolat. Sokan úgy tartják, hogy az életről és halálról való döntés, a biotechnológia, a szintetikus biológia vagy az in vitro fertilizáció is mind ennek megnyilvánulása. A vallási, erkölcsi szokások, és szabályok mellett az igazi félelmet a látszólag tiltott tudás megismerésének kiszámíthatatlan következménye okozza. Fantasztikus példája ennek a vak játéknak Victor Frankenstein esete: bűne az volt, hogy megkísérelt életet ajándékozni az élettelen anyagnak és így Istenné nyilvánította magát.[90]

„Az életet és halált eddig sérthetetlen határvonalnak láttam, most meg elsőként én leszek az, aki áttöri, s ennek nyomán beözönlik a fény a sötétség honába. Új fajták fognak teremtőjükként áldani engem. Boldog és csodálatos lények köszönik a létüket nekem. Nincs apa, aki annyi hálát érdemelne gyermekeitől, mint tőlük majd én.”[91]

Shelley szerint ezzel a cselekedettel Frankenstein megsértette azt, ami szent volt, és ennek megtorlása a világra szabadított szörnyeteg. A jelen Prométheusza fehér laboratóriumi kabátot visel, élőlényekkel kísérletezik. A szörnyek most környezeti pusztulások, klímaváltozás, halgénekkel keresztezett paradicsom, halálos H5N1 influenza géntechnológiája, Dolly bárány, sertésszervek implantálása és nukleáris háború formájában fenyegetnek. Ezeket a félelmeket *frankenfearnek* nevezzük. *„Reálisak ezek a félelmek? Túlzások, esetleg paranoidok is? Válaszom a következő: noha nincs szent természet, mely visszavágna a tudománynak, valós az aggodalom, amikor a gyenge emberi ítélőképesség kockázata mellé nem társul az előrelátás és az óvatos tervezés.”* – mondja Ted Peters.[92]

Henk van den Belt, holland filozófus szerint a legtöbb hollywoodi változattal szemben Shelley eredeti története sokkal finomabb részletekkel, rétegekkel rendelkezik, változatosabb

---

[89] *The Need to Create. ChangingMinds. http://changingminds.org/explanations/needs/create.htm (2020.02.10.)*

[90] *van den Belt, Henk: Frankenstein lives on. In: Science. 2018. 359 (6372), 137. p. https://science.sciencemag.org/content/359/6372/137.full (2020.02.10.)*

[91] *Shelley, Mary: Frankenstein vagy a modern Prométheusz. Szeged, Szukits Kiadó, 1995. https://mek.oszk.hu/02700/02735/ (2019.09.17)*

[92] *Peters, Ted: Playing God with Frankenstein. In: Theology and Science. 2018. 16:2, 145-150. p. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14746700.2018.1455264 (2020.02.10.)*

értelmezésekre ad lehetőséget. Alternatív nézetek szerint Frankenstein bűne nem az volt, hogy teremteni próbált, hanem az, hogy amikor munkája sikerrel zárult, a szülői gondoskodást megtagadva elmenekült teremtménye elől. A magányos lény barátságot és társaságot keresett, de szörnyű megjelenése miatt újra és újra visszautasították. Az igazságtalanság miatt vált szörnyeteggé.[93]

God game

Az *Istent játszás* populárisabb formája az istenszimulátor. Az életszimulátorok csoportjába tartozó *god game* egy olyan szimulációs játék, ahol a játékos természetfeletti erőkkel képes irányítani a szimulált világ működését, a karakterek életét.

Mesterséges Isten

A *Westworld* amerikai sci-fi sorozat egyik főszereplője, *Engerraund Serac* testvérével karöltve alkotta meg a világ legfejlettebb mesterséges intelligenciáját. Tragikus gyermekkoruk, családjuk és városuk elvesztése, a világ pusztulása megdöntötte Istenbe vetett hitüket.

„Az emberiség teljes gőzzel haladt a kihalás felé. Szükségünk volt egy istenre. Aki megmenti a világot az önpusztítástól. Aki rendet teremt a káoszban. Így az új világba egyetlen céllal érkeztünk: istent teremteni. Hát megépítettünk… téged."

A mesterséges isten létrehozása nem volt egyszerű feladat, a tervezett jövő megalkotásához a világ összes adatára szükség volt. Több verzió (1. Saul, 2. David) kudarcot vallott, de – a harmadik – Solomon működött, átformálhatta a világot.

„… kijelöltük az egész emberiség útját. Az emberi történelem improvizáció. Most megterveztük, évekkel előre. Egy ideig a Nap és a Hold együtt járt. Rendet raktunk a káoszban."

Minden előrejelzés, szcenárió azt mutatta, hogy a béke törékeny és a világ megbomlik. Kívülállók, agitátorok jelentek meg, akiket nem lehetett sem megjósolni, sem irányítani – kezdeni kellett velük valamit. *Rehoboam* (Solomon utódja) háborúba és más olyan *„aprítókba",* küldte a fenyegetés jelentőket, *„amely holtan és használhatatlanul köpi ki őket."*[94]

Az egyén társadalmi helyzetét, munkáját, az egész életét a kvantumszámítógép dönti el. Természetesen a hétköznapi emberek egyike sem tudja, hogy szabad akaratuktól megfosztva

[93] *van den Belt, Henk: Frankenstein lives on. In: Science. 2018. 359 (6372), 137. p. https://science.sciencemag.org/content/359/6372/137.full (2020.02.10.)*

[94] *Westworld: Genre. 2020. április 12., 3. évad, 5. rész. HBO. https://hbogo.hu/sorozatok/westworld/3-evad/3-resz (2020.04.13.)*

élnek, az adataikat felhasználva bonyolult profilokat hoznak létre és azok alapján jelölik ki számukra a megérdemelt életutat.[95]

Rehoboam[96]

A tudományos-fantasztikus irodalomban megjelenő számos különleges elmélet és a tudományos gyakorlat egyre közelebb kerül egymáshoz, elmosódik a határ az áhított csúcstechnológia és a mindennapi valóságunk között.

[95] *Gibbs, Adrienne: 'Westworld' Season 3, Episode 5 Recap: How To Build A God. Forbes. 2020. https://www.forbes.com/sites/adriennegibbs/2020/04/13/westworld-season-3-episode-5-recap-how-to-build-a-god/#3449d90d7457 (2020.04.14.)*

[96] *Kép forrása: https://winteriscoming.net/2020/04/16/westworld-why-incite-supercomputer-rehoboam/ (2020.05.02.)*

VI. Élőszerű

A fenti megfigyelések és következtetések alapján a dolgozatom kérdésére válaszul elképzeltem egy általam létrehozott élőszerű dolgot. Ehhez az alábbi, nem konkrét utánzáson alapuló szempontokat határoztam meg.

Az öt fő érzékleti modalitás közül a **látás** és a **hallás** az a kettő, amelyek közelség vagy közvetlen találkozás nélkül is szerepet tudnak játszani egy kapcsolatban, ezért elsődlegesnek tekinthetők és könnyebben is létrejönnek, illetve létrehozhatók.

1. Mivel mesterséges dologról van szó, az élőszerűséget tudatos **manipulációval** kell kiváltani a megfigyelőből.

2. A megfigyelő által szemlélt dolognak élőszerűnek kell ránézésre **látszania**, valamint úgy is kell **mozognia** és **hangot** adnia.

3. A **látszat,** a külső megjelenés legfontosabb feltétele, hogy annak elemei ne legyenek idegenek, tudat alatt elfogadhatatlanok (pl. extrém nagy méret), és ne hasonlítsanak általunk ismert mesterséges formára és anyagra sem – épp ellenkezőleg. Ezért, bár vannak kivételek a természetben, a **forma** (formakarakter, részforma, befoglaló forma) esetében a szabályosság, a mértani pontosság kerülendő. Célszerű egy viszonylag **kisméretű** dolgot tervezni, mert ez nem riasztó, hanem a megfigyelőből inkább kíváncsiságot válthat ki. A felület **textúrájának** egyenletességét különböző véletlenszerű módosulásokkal lehet és kell befolyásolni, határozott váltások, meghatározható ismétlődések nélkül.

4. A **mozgás** elvileg helyben és helyváltoztatással is egyaránt történhet. A helyváltoztatás a mértékétől függően mindenképpen nagyobb hatást gyakorolhat a megfigyelőre. Mégis, a helyben történő mozgás is elégséges lehet ahhoz, hogy élőszerű hatást keltsen. A gyakorlati megvalósítást szem előtt tartva ezért emellett döntöttem. A leghatékonyabban megvalósítható fajtája a helyben történő mozgásnak a lassú, kismértékű alakváltozás vagy az enyhe remegés – ennél figyelni kell a gépiesség elkerülésére.

5. Egy megfigyelt dolog **hangja** (vagy csak egy hallott hang, a látvány nélkül) természetesen befolyásolhatja az élőszerűséget. A megfigyelt dolog kis méretéhez illően annak hangja inkább középmagas vagy magasabb frekvenciájú tartományba eshet, de túl mély semmiképp sem lehet. A hangszín többféleképpen is elképzelhető, én inkább puhább, „kedvesebb” (vagyis szimpátiát inkább kiváltó) hangot képzelnék, de nem zárom ki azt sem, hogy adott esetben az élesebb, magasabb hang is megfelelő, mert annak evolúciósan vészjelző szerepe van, így például konkrétan élőszerű hatást kelthet. A hang dinamikája az előzők (hangmagasság és hangszín) függvényében alakulhat: például egy mélyebb és puhább hang szólhat halkan, folyamatosan, egyenletesen (dorombolás), míg egy magasabb és élesebb hang lehet hangosabb, rövid és ismétlődő (csipogás) – mindkettő élőszerű. Végül szükséges, hogy a

fenti hangi paraméterekben, elsősorban a hangszínben olyan időbeli változások is legyenek, melyek minden élőlényhang sajátjai, nélkülük a hang gépiesen, természetellenesen szólna.

Ezért a **hang** esetében is úgy gondolom, hogy az élőszerűséget elsősorban azon a **reakción** lehet „lemérni" (pontosabban, tudatosan vagy tudat alatt megítélni), melyet egy külső hatás vált ki a vizsgált dologból.

Az élőszerűséget erősíti, ha a hang:

• számunkra **ismert** élőlényhangra emlékeztet (vagyis, ez alapvetően a megfigyelőtől függ).

• más kritériummal **együtt** lép fel (pl. önálló mozgás közben), és még inkább, ha azzal szinkronban történik.

• valamely **interakció** keretében tapasztaljuk: vagy látjuk, ahogy valaki más váltja ki a megfigyelt dologból, vagy még inkább, ha mi magunk kerülünk vele – kölcsönös egymásra hatáson alapuló – kapcsolatba.

6. A megjelenést, a mozgást és a hangot szándékosan úgy kell létrehozni, hogy egymással összefüggésbe hozhatók legyenek a megfigyelő számára, és ezek közösen a megfigyelt dolog **viselkedésének** az illúzióját keltsék.

Ha például a mesterségesen keltett élőlényhang mozgáshoz is kötődik, annak **gesztusjellege** kell, hogy irányadó legyen az akusztikai paraméterek meghatározásában. A mozgás indulása, iránya, nagysága, fennmaradása, repetíciója, leállása stb. mind közvetlenül köthetők bizonyos hangi jellemzőkhöz, ezáltal megvalósítható a legélethűbb szinkron a látvány és a hang között.

Amennyiben mi kerülünk interaktív kapcsolatba a megfigyelt dologgal, a mi ráhatásunk gesztusjellege visszahathat annak fent leírt viselkedésére, és tulajdonképpen szabályozhatja azt. A szinkronizált mozgás és hang általunk befolyásolt, látszólag(!) önálló akaraton alapuló megnyilvánulása az érzékeinkre *együttesen* gyakorol hatást, mely emiatt az élőszerűség illúzióját sokszorosára erősítheti.

Az ismeretlennel való találkozáskor a kíváncsiság mellett a félelem is jogosan feltételezhető. Ha a dolog viselkedése alapján azonban úgy ítéljük meg, hogy abban („benne") nagyobb a félelem, sőt, ha még gyámoltalannak is látszik, akkor a mi biztonságérzetünk és empátiánk bennünk már nem félelmet, hanem együttérzést és segítőkészséget indukálhat. Megsajnáljuk a kis élőlényt, vigasztalnánk, biztosítani akarnánk arról, hogy nem kell félnie, segítenénk rajta.

7. A fenti komplex érzelmi manipulációt a dolog szinkronizált **reakcióival** tudjuk legjobban megvalósítani, amikor a megjelenésével összhangban egyszerre mozog és hangot ad, és ezt konkrétan az általunk kiváltott hatás hozza létre, például megijed tőlünk. A megfigyelő

természetesen nem tudja, hogy mesterséges entitással áll szemben, így annak reagálása rá is vissza fog hatni, esetleg ő is megijed vagy legalább is meglepődik, és módosít a saját hatásán. Így egy interaktív folyamat alakul ki a megfigyelő és a dolog között, amely – ha a manipuláció sikeres – akár a pillanat tört része alatt **„lénnyé" válik a tudatában.**

És ez az a pillanat, amikor a kérdésünkre megkaptuk a választ.

Irodalomjegyzék

BibleGateway. OJB. https://www.biblegateway.com/verse/en/Psalm%20139%3A16 (2020.04.19.)

A Voder a Voice Operating Demonstrator rövidítése. Julius O. Smith III: Physical Audi Signal Processing. https://ccrma.stanford.edu/~jos/pasp/Dudley_s_Vocoder.html (2020.04.26.)

Ádám György: Érzékelés, tudat, emlékezés ... biológus szemmel. Budapest, Gondolat Kiadó, 1976.

Adobe Research: Spotting Image Manipulation with AI https://www.youtube.com/watch?v=7e5Q0TgPR54 (2020.02.21.)

Anthropomorphic Form in Product Design - Design Defined | Bresslergroup. 2019. https://www.youtube.com/watch?v=ebOGMJqNShQ (2020.04.02.)

Audiotechnológia jegyzet. Kobak Bt. http://www.kobakbt.hu/jegyzet/AudioTechnologia/AudioTechnologia.htm (2020.01.20.)

Az elmélet jelentősége. Chemoton. http://www.chemoton.com/hu/chemoton/az-elmelet-jelentosege (2020.04.20.)

Bagyinszki P- Á.; Mészáros L.: Biogenezis: Az élő és élettelen közötti határsáv problémája. In: Acta Pintériana. 2016. 2.sz. 39-53. p. https://acta-pinteriana.hu/archivum/acta_pinteriana_2.pdf (2019.11.17.)

Ball, Philip: Turing Patterns. 2012. Chemistry World. https://www.chemistryworld.com/features/turing-patterns/4991.article (2020.02.24.)

Bárczi Géza, Országh László (1959–1962, szerk.): A magyar nyelv értelmező szótára. (Első kiadás). Budapest, Akadémia Kiadó. https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-magyar-nyelv-ertelmezo-szotara-1BE8B/ (2019.10.01.)

Bernáth László, Révész György: A pszichológia alapjai. Budapest, Tertia Kiadó, 2002.

Biblia (Károli-fordítás): 1Móz 2,7

Brandeis University: Turing's theory of chemical morphogenesis validated 60 years after his death. In: ScienceDaily, 2014. https://www.sciencedaily.com/releases/2014/03/140310152158.htm (2020.04.25.)

Cambridge Advances Learner's Dictionary & Thesaurus. https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/lifelike (2019.10.01.)

Cepelewicz, Jordana: Artificial Intelligence Has a Strange New Muse: Our Sense of Smell. Wired. Science. 2018. https://www.wired.com/story/artificial-intelligence-has-a-strange-new-muse-our-sense-of-smell/ (2020.04.02.)

Crypton: Who is Hatsuke Miku? https://ec.crypton.co.jp/pages/prod/vocaloid/cv01_us (2020.04.26.)

Deutsch Tibor: A Gólem Legenda. In. szombat. 2015. https://www.szombat.org/hagyomany-tortenelem/a-golem-legenda (2020.04.19.)

Eschner, Kat: Meet Pedro the "Voder," the First Electronic Machine to Talk. 2017. Smithsonian Magazine. https://www.smithsonianmag.com/smart-news/meet-pedro-voder-first-electronic-machine-talk-180963516/ (2020.04.26.)

Finley, Klint: Tech Time Warp of the Week: Return to 1974, When a Computer Ordered a Pizza for the First Time. 2015. Wired. https://www.wired.com/2015/01/tech-time-warp-pizza/ (2020.04.26.)

Fukuda T., Dario P., Yang G.: Humanoid robotics – History, current state of the art, and challenges. In: Science

Robotics, 2017. 2. https://robotics.sciencemag.org/content/2/13/eaar4043.full (2020.04.29.)

Gallo, Carmine: Mac 1984: Steve Jobs Revolutionizes The Art Of Corporate Storytelling. 2014. Forbes. https://www.forbes.com/sites/carminegallo/2014/01/24/mac-1984-steve-jobs-revolutionizes-the-art-of-corporate-storytelling/#2a98bb53ecc5 (2020.04.26.)

Gánti Tibor: Az élet általános elmélete. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 2000. https://mek.oszk.hu/03200/03287/ (2019.10.24.)
Gánti Tibor: Chemoton elmélet, 1. kötet, A fluid automaták elméleti alapjai. Budapest, OMIKK, 1984.

Gánti Tibor: Chemoton elmélet, 1I. kötet, Az élő rendszerek elmélete. Budapest, OMIKK, 1989.

Gibbs, Adrienne: 'Westworld' Season 3, Episode 5 Recap: How To Build A God. Forbes. 2020. https://www.forbes.com/sites/adriennegibbs/2020/04/13/westworld-season-3-episode-5-recap-how-to-build-a-god/#3449d90d7457 (2020.04.14.)

Gibson, Eleanor J.: Perceptuális tanulás és képzelet. Budapest, Tankönyvkiadó, 1989.

Gibson, James J.: The senses considered as perceptual systems. Boston, Houghton Mifflin, 1966. https://en.wikipedia.org/wiki/Haptic_perception (2020.01.28.)

Harlow's Classic Studies Revealed the Importance of Maternal Contact. Association fpr Psychological Science. 2018. https://www.psychologicalscience.org/publications/observer/obsonline/harlows-classic-studies-revealed-the-importance-of-maternal-contact.html (2020.03.08.)

Hassett, Kate: New study reveals why it is we feel empathy for inanimate objects. MindFood. 2016. https://www.mindfood.com/article/new-study-reveals-why-it-is-we-feel-empathy-for-inanimate-objects/ (2020.02.26.)

Hebb, Donald O.: A pszichológia alapkérdései. Budapest, Gondolat Kiadó, 1978.

Hésziodosz: Istenek születése; Munkák és napok. http://mek.niif.hu/06200/06221/06221.htm (2020.04.21.)

Hiebert, Paul: A History of Humans Loving Inanimate Objects. Pacific Standard. 2017.https://psmag.com/social-justice/history-humans-loving-inanimate-objects-75192 (2020.03.08.)

Jankowiak-Siuda K., Rymarczyk K., Grabowska K.: How we empathize with others: A neurobiological perspective. In: Medical Science Monitor. 2011. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3524680/ (2020.04.11.)

Jeuken, Marius.: The biological and philosophical definitions of life. In: Acta Biotheoretica. 1975. 24. sz.: 14–21. p. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/811024 (2020.01.29.)

John Balázs: „De csak játékból...” – hogyan hat és miben segít a mintha-helyzet?. Humánia Pszichológia Blog. 2014. https://pszichoblog.blog.hu/2014/11/30/_de_csak_jatekbol_hogyan_hat_es_miben_segit_a_mintha-helyzet (2020.03.29.)

Kempelen - Ember a gépben, Műcsarnok. 2007. http://www.kempelen.hu/beszelogep.html (2020.04.26.)

Klatzky, R.L., Lederman, S.J. & Metzger, V.A. Identifying objects by touch: An "expert system". In: Perception & Psychophysics, 1985. 37. p. 299–302. https://link.springer.com/article/10.3758/BF03211351 (2020.02.03.)

Latha R. S., Lakshmi P. K.: Electronic tounge: An analytical gustatory tool. In: Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research, 2012. 3(1): 3–8. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3312724/ (2020.04.27.)

Lewis, Tanya: Humans Show Empathy for Robots. LiveScience. 2013. https://www.livescience.com/28947-humans-show-empathy-for-robots.html (2020.02.25.)

McCracken, Harry: Exclusive: Watch Steve Jobs First Demonstration of the Mac for the Public, Unseen Since 1984. 2014. Time. https://time.com/1847/steve-jobs-mac/ (2020.04.26.)

Müller Viktor: Bevezetés a biológiába, 1. előadás: Mi az Élet? https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjTkebJ1oHpAhULxYsKHYg4DIEQFjADegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Framet.elte.hu%2F~ramet%2Foktatas%2FIntegrativBiol%2FMi_az_elet.pdf&usg=AOvVaw2FOLF8C97t5lzNRc6Ens3p (2020.01.28.)

Naselaris T., Stansbury D. E., Gallant J. L.: Cortical representation of animate and inanimate objects in complex natural scenes. In: Journal of Physiology, Párizs, 2012. 5–6. p. 239–249. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3407302/ (2020.04.28.)

National Geographic: A bohócvirág rejti a zebracsíkok, párducfoltok titkát. 2019. https://ng.hu/tudomany/2019/09/02/ (2020.04.25.)

Neisser, Ulric: Megismerés és valóság. Budapest, Gondolat Kiadó, 1984.

Nikléczy Péter, Olaszy Gábor: Kempelen Farkas beszélőgépének rekonstrukciója http://fonetika.nytud.hu/wp-content/uploads/2016/04/Nikleczy-Olaszy_KempelenBeszelogepe.pdf (2020.04.26.)

Norman, Jeremy: The IBM 7094 is The First Computer to Sing. 2015. Jeremy Norman's History of Infomration. https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=4445 (2020.04.26.)

Pesthy Gábor: Egy tudós újrafölfedezése - Gánti Tibor. In: Origo. https://www.origo.hu/tudomany/20091106-megemlekezes-a-chemotonelmelet-kidolgozojarol.html (2020.04.20.)

Peters, Ted: Playing God with Frankenstein. In: Theology and Science. 2018. 16:2, 145-150. p. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14746700.2018.1455264 (2020.02.10.)

Publius Ovidius Naso: Átváltozások. Budapest, Európa Kiadó, 1982. Tizedik Könyv. https://mek.oszk.hu/03600/03690/03690.htm#74 (2020.03.08)

Publius Ovidius Naso: Átváltozások. Budapest, Európa Kiadó, 1982. Tizedik Könyv. https://mek.oszk.hu/03600/03690/03690.htm#74 (2020.03.08)

Raspopovic S., Capogrosso M., Petrini FM., Bonizzato M., Rigosa J., Di Pino G., Carpaneto J., Controzzi M., Boretius T., Fernandez E., Granata G., Oddo CM., Citi L., Ciancio AL., Cipriani C., Carrozza MC., Jensen W., Guglielmelli E., Stieglitz T., Rossini PM., Micera S.: Restoring Natural Sensory Feedback in Real-Time Bidirectional Hand Prostheses. In: Science Transitional Medicine, 2014. https://stm.sciencemag.org/content/6/222/222ra19 (2020.03.26.)

Rosenthal-von der Pütten, A.M., Krämer, N.C., Hoffmann, L.: An Experimental Study on Emotional Reactions Towards a Robot. In: International Journal of Social Robotics. 2013. 5. p. 17–34. https://link.springer.com/article/10.1007/s12369-012-0173-8#citeas (2020.02.25.)

Sacks, Jonathan: The Moral Animal. The New York Times. 2012. https://www.nytimes.com/2012/12/24/opinion/the-moral-animal.html?_r=1 (2020.05.02.)

Schrödinger, Erwin: Mi az Élet? (1944), In: Válogatott tanulmányok. Typotex Kiadó, Budapest, 2014.

Schwartz, Allan: The Transitional Objects and Self Comfort. MentalHelp. https://www.mentalhelp.net/blogs/the-transitional-objects-and-self-comfort/ (2020.03.29.)

Shelley, Mary: Frankenstein vagy a modern Prométheusz. Szeged, Szukits Kiadó, 1995. https://mek.oszk.hu/02700/02735/ (2019.09.17)

Spirina, Katrine: Deep Learning in Image Recognition Opens Up New Business Avenues. 2019. InData Labs. https://indatalabs.com/blog/ai-image-recognition (2020.04.25.)

Steckl C.: Bottom-Up or Top-Down? How We Generate Emotions. https://www.mentalhelp.net/blogs/bottom-up-or-top-down-how-we-generate-emotions/ (2020.04.11.)

Strebe, Diemut: The Prayer https://theprayer.diemutstrebe.com/ (2020.03.20.)

Suzuki Y., Galli L., Ikeda A., Itakura S., Kitazaki M.: Measuring empathy for human and robot hand pain using electroencephalography. Nature / Scientific Reports. 2015. https://www.nature.com/articles/srep15924 (2020.04.10.)

Szokolszky Ágnes, Kádár Endre: James J. Gibson ökológiai pszichológiája. In: Pszichológia, 1999. 2. sz. 245-285. https://www.academia.edu/10083203/ (2020.02.19.)

Talos. GreekMythology. 2020. https://www.greekmythology.com/Myths/Creatures/Talos/talos.html (2020.04.21.)

Teremtéstörténetek (Válogatás a világ teremtéséről) https://mek.oszk.hu/00100/00192/html/ (2019.09.16.)

Teyssier, Marc: Skin-On Interaces, Artificial Skin for Mobile Devices, 2019. https://marcteyssier.com/projects/skin-on/ (2020.03.20)

The Need to Create. ChangingMinds. http://changingminds.org/explanations/needs/create.htm (2020.02.10.)

Turing, Alan: The chemical basis of morphogenesis. In: Phil. Tnas. Roy. Soc., 1952. B237, 37–113.

Turvey, M. T. és Shaw, R. E: The primacy of perceiving: An ecological reformulation of perception for understanding memory. In: L.G. Nilsson: Percpectives on memory research. Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates, 1979. https://books.google.hu/books (2020.02.20)

van den Belt, Henk: Frankenstein lives on. In: Science. 2018. 359 (6372), 137. p. https://science.sciencemag.org/content/359/6372/137.full (2020.02.10.)

Vocaloid https://www.vocaloid.com/en/ (2020.04.26.)

Westworld: Genre. 2020. április 12., 3. évad, 5. rész. HBO. https://hbogo.hu/sorozatok/westworld/3-evad/3-resz (2020.04.13.)

What is Deep Learning? 3 things you need to know. MathWorks. https://www.mathworks.com/discovery/deep-learning.html (2020.04.25.)

YouTube: IEEE Spectrum: Do Humans Empathize With Robots?. 2013. – videó: https://www.youtube.com/watch?v=wAVtkh0mL20 (2020.02.25.)

Zucker, Robert: The creation of a golem. http://www.robert-zucker.com/qabalah/golem/index.html (2020.04.20.)