

Mesterséges Intelligencia

Mi az a mesterséges intelligencia?

FONTOS

- Az alábbi anyag munkavázlat, hibákat tartalmazhat. Amennyiben hibát találnak, kérem, a portálon keresztül üzenetben jelezzék, hogy melyik heti előadás, vagy jegyzet melyik részében, milyen hibát véltek felfedezni!
- Az anyagok kizárólag a Széchenyi István Egyetem 2021-2022 tavaszi félévében Mesterséges Intelligencia kurzust felvett hallgatói számára készültek, kizárólag az adott félév kurzusaihoz használható fel!
- Az alábbi hivatkozásokon megnyitott minden fájl automatikusan begyűjti a hallgató különböző egyedi azonosítóit, mely alapján beazonosítható lehet. Ennek megfelelően a hivatkozásokat ne osszák meg egymással (különösen a kurzust nem hallgatókkal), mert abból az egyedi azonosítók visszakereshetők és a személyazonosság meghatározható!
- Az alábbi anyagra vonatkozóan minden jog fenntartva!
- Az anyagok bármely részének vagy egészének nyomtatása, másolása, megosztása, sokszorosítása, terjesztése, értékesítése módosítással vagy módosítás nélkül egyaránt szigorúan tilos!

Óra célkitűzése

- Mi az intelligencia?
- Mi kell a mesterséges intelligenciához?
- Mi az a mesterséges intelligencia?
- Milyen főbb mérföldkövei vannak az MI történetének?

A lecke főbb témakörei

- Az intelligencia fogalma(i)
- A mesterséges intelligenciához kapcsolódó területek
- Gépi (mesterséges) intelligencia
- MI rövid története

Mi az intelligencia?

Természeti Intelligencia

A természetes intelligencia

- Joanna J. Bryson
- Artificial Models of Natural Intelligence
- Intelligent Systems | Computer Science | Bath
- Center for Information Technology Policy | Princeton
- <http://www.cs.bath.ac.uk/~jjb/web/uni.html>

A természetes intelligencia

- Natural intelligence (NI) is the opposite of artificial intelligence: it is all the **systems of control that are not artefacts, but rather are present in biology**. Normally when we think of NI we think about how animal or human brains function, but **there is more to natural intelligence than neuroscience**. Nature also demonstrates **non-neural control in plants and protozoa, as well as distributed intelligence in colony species like ants, hyenas and humans**. Our behaviour co-evolves with the rest of our bodies, and in response to our changing environment. **Understanding natural intelligence requires understanding all of these influences on behaviour, and their interactions.**

*„...Olyan irányítási rendszerek,
amelyek tárgyak helyett a
biológiában valósulnak meg”*

A természetes intelligencia

- Natural intelligence (NI) is the opposite of artificial intelligence: it is all the **systems of control that are not artefacts, but rather are present in biology**. Normally when we think of NI we think about how animal or human brains function, but **there is more to natural intelligence than neuroscience**. Nature also demonstrates **non-neural control in plants and protozoa, as well as distributed intelligence in colony species like ants, hyenas and humans**. Our behaviour co-evolves with the rest of our bodies, and in response to our changing environment. **Understanding natural intelligence requires understanding all of these influences on behaviour, and their interactions.**

„több tartozik a természeti intelligenciába, mint az idegtudomány”

A természetes intelligencia

- Natural intelligence (NI) is the opposite of artificial intelligence: it is all the **systems of control that are not artefacts, but rather are present in biology**. Normally when we think of NI we think about how animal or human brains function, but **there is more to natural intelligence than neuroscience**. Nature also demonstrates **non-neural control in plants and protozoa, as well as distributed intelligence in colony species like ants, hyenas and humans**. Our behaviour co-evolves with the rest of our bodies, and in response to our changing environment. **Understanding natural intelligence requires understanding all of these influences on behaviour, and their interactions.**

„...nem neurális irányítás növényekben és egysejtűekben, vagy az elosztott intelligencia a kolóniákban élő fajoknál, mint a hangyák, hiénák és az emberek”

A természetes intelligencia

- Natural intelligence (NI) is the opposite of artificial intelligence: it is all the **systems of control that are not artefacts, but rather are present in biology**. Normally when we think of NI we think about how animal or human brains function, but **there is more to natural intelligence than neuroscience**. Nature also demonstrates **non-neural control in plants and protozoa, as well as distributed intelligence in colony species like ants, hyenas and humans**. Our behaviour co-evolves with the rest of our bodies, and in response to our changing environment. **Understanding natural intelligence requires understanding all of these influences on behaviour, and their interactions.**

„a természetes intelligencia megértéséhez értenünk kell ezek összes hatását a viselkedésre és azok kölcsönhatásait”

A természetes intelligencia

- **egyszerűbb élőlények is képesek intelligens viselkedést mutatni**
 - pl. egyes eukarióták
 - képesek egysejtűként, önállóan élni
 - de akár többsejtű struktúrát is alkothatnak
 - Laborkísérletek bizonyították, hogy képesek egyszerű útvesztőkben a kijáratnál elhelyezett tápanyagforráshoz vezető optimális utat megtalálni

A természetes intelligencia

- **A növények intelligenciája** külön foglalkoztatja a tudósokat
 - Néhányan nagyon nem értenek egyet a „main stream” tudósokkal
 - https://index.hu/tudomany/til/2020/02/12/a_novenyek_nem_emlekeznek_nem_gondolkodnak_vagy_megis/
 - „A növények nem emlékeznek, nem gondolkodnak. Vagy mégis?”

A természetes intelligencia

- **baktériumok és gombafélék**
 - kvórum érzékelést (quorum sensing, vagy lokális denzitásérzékelés)
 - bizonyítja, hogy a szerény életformák is **képesek a kommunikációra, valamint az együttműködésre**
- egy gombacsalád jelentős szerepet játszik a növények tápanyag-feldolgozásában
 - kommunikációs lehetőséget is biztosít
 - a világháló (World Wide Web) után „Wood Wide Web”-ként emlegetik
 - A hálózat segítségével
 - A növények figyelmeztethetik egymást a kártevők jelenlétére
 - tápanyaggal láthatják el egymást
 - a beteg, életképtelen növényektől pedig elvonják a tápanyagot.

A természetes intelligencia

<https://www.youtube.com/watch?v=5UfMU9TsoEM>

Slime mold solving maze

Természetes intelligencia

Állati intelligencia

Az állati intelligencia

- Az állatok (intelligens) viselkedését vizsgálják
- Jellemzően különböző (kognitív) pszichológiai kísérletek révén
- (szinte) **minden állatnál megfigyelhető az intelligencia valamilyen formája(/része)**

Az állati intelligencia

- A természetes intelligencia legszembeötlőbb megnyilvánulása
- Sokan vitatják, hogy egy állat lehetne intelligens
 - számos tudományos kísérlet bizonyította ennek ellenkezőjét
 - Az utóbbi évtizedben olyan ismeretekre tettünk szert az állatok megfigyelése révén, ami megkérdőjelezi az olyan kizárólag emberinek tulajdonított dolgokat
 - mint a **rituális viselkedés, a közösség, a jövő megtervezése, a fejlett eszközhasználat, a kooperáció, az énkép vagy az öntudat**

Állati intelligencia

Polipok

Állati Intelligencia

Polipok

Az állati intelligencia

- A **polipok rendkívül nagy aggyal rendelkeznek**
 - valóban **képesek bonyolult problémák megoldására**
 - például palackok, üvegek kinyitása
 - útvesztő jellegű feladatok megoldása
 - összetett mozdulatokat igénylő feladatok elvégzése
 - egyes polipok még gondozóik felismerésére is képesek
 - Képesek mások által végzett tevékenységek megfigyeléséből tanulni
- Szabályozzák a polipokon végzett sebészeti beavatkozásokat
 - Kanada, az Egyesült Királyság és az Európai Unió
 - kizárólag anesztézia mellett lehet végezni
 - a döntést a polipok összetett kognitív képességeivel és viselkedési formáival indokolták

Állati Intelligencia

Madarak

Az állati intelligencia

- **A madarak, azon belül a papagájok és varjak különösen nagy intelligencia jeleit mutatják**
 - Mindkettő „könnyen” tanítható beszédre
 - **Problémákat tudnak megoldani**

Az állati intelligencia

- Avian Learning EXperiment, Madár Tanulási Kísérlet
 - közel 30 éven át tartó állatpszichológiai kísérlet
 - **Jákópapagáj**
 - **Képes volt egyszerű, különböző anyagból készült színes alakzatokról megállapításokat tenni, mint például**
 - a szögei száma, az anyaga, vagy olyan összetett kérdésekre is válaszolt, hogy melyik színű objektum a nagyobb
- https://index.hu/techtud/2020/01/10/a_papagajok_onzetlenul_segitik_egymast/
 - **„Az afrikai szürke papagájok úgy is kísérik társukat egy feladatban, amelyben csak a másik szerezhette volna az ételt, hogy ebből nekik semmilyen azonnali hasznuk nem származik.** Ez a látszólag önzetlen viselkedést tudtunkkal eddig csak az emberszabásúakra volt jellemző.”
 - valóban patkányoknál is megfigyelték az efféle viselkedést!

Az állati intelligencia

- **A varjak nagyon intelligensek**

- különösen az új-kaledóniai varjak
 - <https://www.origo.hu/tudomany/20171116-aesopus-mesejet-is-tokeletesen-megismeteltek-az-intelligens-madarak.html>
 - „A varjak intelligenciaszintje az 5-7 éves gyerekével vetekszik. [...]”
- <https://www.sciencealert.com/these-crows-can-plan-three-steps-ahead-to-solve-problems-and-get-food>
 - „These Crows Are So Smart, They Plan 3 Steps Ahead When Using Tools [...]”
- <https://www.youtube.com/watch?v=QmJ3xuJrUcM>
 - „Experiment to show crows using tools”
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZerUbHmuY04>
 - „Causal understanding of water displacement by a crow”
- <https://phys.org/news/2020-12-cognitive-four-months-old-ravens-parallel-adult.html>
 - „Cognitive performance of four-months-old ravens may parallel adult apes”
- <https://www.sciencealert.com/new-research-finds-crows-can-ponder-their-own-knowledge>
 - „Crows Are Capable of Conscious Thought, Scientists Demonstrate For The First Time”

Az állati intelligencia

- Legutóbb a **lundáknál figyeltek meg eszközhasználatot**
 - **Nem biztos, hogy ez szándékos volt**, tovább kell vizsgálni a lehetőséget
 - https://index.hu/techtud/2020/01/03/tengeri_madar_gally_eszkozhasznalat_tudosok_vakaras/
 - „Ilyen még nem volt: gallyakkal vakarták magukat az északi lundák”
 - https://index.hu/techtud/2020/01/09/eszkozt_hasznalnak_a_lundak/
 - „Eszközt használnak a lundák?”

Állati intelligencia

Emberszabásúak

Az állati intelligencia

- <https://www.newscientist.com/article/dn12993-chimps-outperform-humans-at-memory-task/>
- **„Three adult female chimps, their three 5-year-old offspring, and university student volunteers were tested on their ability [...]”**
- **„[...] the three adolescent chimps outperformed the humans [...]”**
 - Vagyis okosabbak, mint az egyetemisták?
 - A feladatot képesek jobban megoldani, ami valószínűleg amiatt van, hogy az evolúciós fejlődés során „feláldoztunk” néhány képességet más képességek megszerzéséért

Az állati intelligencia

- Csimpánzoknál megfigyeltek bizonyos rituális (vallásos) viselkedést
 - Egy adott fát kövekkel dobáltak mindenféle ok nélkül

Az állati intelligencia

- „Az orangutánok beszélnek a múltból”
 - https://index.hu/techtud/2018/11/15/az_orangutanok_beszelnék_a_multrol/

Állati intelligencia

További példák

Az állati intelligencia

- A kutyákat sokan intelligensnek tartják
 - amit a kísérletek különböző módokon is igazoltak
- ELTE TTK Etológia Tanszékén és az MTA-ELTE Összehasonlító Etológiai Kutatócsoport
 - a kutyák és a farkasok viselkedésével kapcsolatos nemzetközi színvonalú kutatások
 - A **kutyák** a közhiedelemmel ellentétben nem (csak) azt **értik** meg, hogy hogyan szólunk hozzájuk, hanem azt is, **hogyan mit mondunk**
 - <https://www.youtube.com/watch?v=N9QQxa6eLPc>
- Kutyák esetén megfigyelték az **igazságérzet** meglétét
<https://www.youtube.com/watch?v=6qTiGlCxrIA>

Az állati intelligencia

- több mint ezer tárgy nevét ismerő border collie
https://www.youtube.com/watch?v=lp_uVTWfXyl
 - nem csak név alapján volt képes megkülönböztetni
 - amikor ismeretlen nevű tárgyat kértek tőle, képes volt megkülönböztetni az új, számára idegen játékot
- Képes spontán (tanítás/utasítás nélkül) kategóriákba rendezni tárgyakat
https://youtu.be/BO_VpjKptFE
- https://index.hu/techtud/2020/10/27/tenyleg_beszelni_fognak_a_kutyak/
 - **„Tényleg beszélni fognak a kutyák?”**
- https://index.hu/techtud/2020/08/03/a_kutya_agya_az_emberehez_hasonloan_dolgozza_fel_a_beszedet/
 - **„A kutya agya az emberéhez hasonlóan dolgozza fel a beszédet”**

Az állati intelligencia

- **Az elefántok esetében számos kísérlet során figyeltek meg intelligens viselkedést**
 - például **eszközhasználat** <https://www.youtube.com/watch?v=u5sFxcxoy3Q>
 - tanítás nélkül **problémák megoldása**
<https://www.youtube.com/watch?v=CXcRw6Piaj8>
 - Esetenként más elefántokkal való **kooperációt** igényelt
 - képesek felismerni, hogy egy szőnyegszerű tárgyat nem tudnak elhúzni, amíg rajta állnak <https://www.youtube.com/watch?v=akjDRRgeUol>
 - képesek felismerni, hogy önmagukat látják a tükörben
 - https://index.hu/tudomany/til/2020/07/10/elefant_memoria_csorda_emlekezet/
 - „Az elefánt tényleg nem felejt?”

Az állati intelligencia

- https://index.hu/techtud/2019/12/04/az_oriasteknosok_kozel_tiz_ev_mul_va_is_emlekeznek_arra_amit_egyszer_megtanultak/
 - „Az óriásteknősöknek lenyűgöző a hosszú távú memóriája”
- https://index.hu/techtud/2020/01/07/szem_nelkul_is_latnak_a_kigyokaru_csillagok/
 - „Szem nélkül is látnak a kígyókarú csillagok”
- <https://telex.hu/szorakozas/2021/02/11/diszno-videojatek-joystick>
 - „A disznók képesek irányítani a játéktermi játékokat”
- <https://www.scientificamerican.com/article/animals-use-social-distancing-to-avoid-disease1/>
 - „Animals Use Social Distancing to Avoid Disease: Lobsters, birds and some primates use quarantine to ward off infections”

Az állati intelligencia

- Természetesen ezeken a teszteken túlmenően is vizsgálják az állatok intelligenciáját, annak különböző területeit
 - Felfogják-e, hogy nézzük őket?
 - Hogyan oldanak meg problémákat?
 - Hogyan használnak eszközöket?
 - Hogyan viszonyulnak a tükörhöz?
 - Hogyan működik a rövid/hosszútávú memóriájuk?
 - Van-e igazságérzetük?
 - Van-e lelkiismeretük?
 - Hogyan viszonyulnak a többi állathoz?
- A kutatók próbálják megérteni, hogy mit értenek meg az állatok és így visszafejteni, hogyan fejlődött a mai szintre az emberi intelligencia

Az állati intelligencia

- **Az intelligencia és az agy kapcsolata**

- **nem pusztán az agyméret** határozza meg az intelligens viselkedésformát
- nagyban függ az adott **méretbe „zsúfolt” neuronok számától** is
 - melyet az agy barázdáltsága szokott jellemezni
- Valójában nem sokat értünk az agy működéséből, a mai napig vannak új felfedezések az alapvető működését tekintve
 - <https://www.quantamagazine.org/neural-dendrites-reveal-their-computational-power-20200114/>
 - <https://index.hu/techtud/egeszseg/2021/02/09/megtalalta-a-felelem-okat-nemzeti-agykutatasi-program/>

Az állati intelligencia

- **A neuronok/agy testtömeghez viszonyított aránya is számít**

Az állati intelligencia

- A tudósok számára egyáltalán nem kérdéses, hogy **az állatok intelligensek**
- Egyes állatoknál **megfigyelték a tudatosság jelenlétét**
 - Vagyis, hogy hogyan fogják fel a Világot
 - Mára inkább az a kérdés, hogy mely állatoknak nincs öntudatuk!
 - <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2019/03/what-the-crow-knows/580726/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=H6u0VBqNBQ8>
 - „Az öntudat eredete - Hogyan vált a tudatlanból tudatos”
- <https://www.youtube.com/watch?v=ck4RGeoHFko>
 - „Mi az intelligencia? Hol kezdődik?”

Állati intelligencia

Az emberi intelligencia

Az emberi intelligencia

- Szintén állati intelligencia
- Lényegének megfogalmazása, eredetének magyarázata nagy kihívás a kutatók számára.
- Több szemléletmódból vizsgálják a kérdéskört
 - egyesek inkább filozófiai jellegűek (hagyományos pszichológiai megközelítés)
 - mások kísérletekkel alátámasztott megfigyeléseken alapuló modellekkel próbálják magyarázni (Kognitív – menő – pszichológiai megközelítés)

Az emberi intelligencia

A hagyományos pszichológia szerint

Az intelligencia

- Dr. Estefánné dr. Varga Magdolna, et al.: Pszichológia elméleti alapok
 - Az intelligencia fogalma
 - *Nagyon nehéz egyetlen mondatban visszaadni az intelligencia lényegét, talán ez az oka annak, hogy a szakirodalmakban több definícióval is találkozhatunk.*
- **Fontos megkülönböztetni az általánosságban vett intelligencia fogalmát a (hagyományos) emberi pszichológiai intelligencia fogalmától**
 - (utóbbi hülyeség!)
- **Többről van szó, mint az agy/neuronok alkotta képességről/dologról**
- Fontos megkülönböztetni az **intelligencia fajtáit/szintjeit**
- Valójában fogalmunk sincs, mi az intelligencia, hogyan jön létre
 - Azonban napról napra mélyebbek az ismereteink (hála a kognitív pszichológiának)

Az emberi intelligencia

- *Az egyik legegyszerűbb és legszellemesebb meghatározás szerint az intelligencia az, **amit az intelligenciatesztek mérnek**. Ez a meghatározás azonban nem sokat árul el arról az intellektuális képességről, amit intelligenciának nevezünk.*

Az emberi intelligencia

- *Az intelligenciával foglalkozó szakemberek két csoportra oszlanak az intelligencia fogalmi megközelítését tekintve: a „szingularisták” és a pluralisták” csoportjára.*
- *A szingularisták a vizsgálataik során kapott adatok elemzéseiből arra a következtetésre jutottak, hogy létezik egy általános intelligencia (G-faktor), amely a részképességekből felépülő hierarchia csúcsán helyezkedik el. **A szingularisták szerint tehát az intelligencia egy egységes képesség, amely a többi intellektuális képességünket is meghatározza.** Ha valaki tehát kiváló intelligenciával rendelkezik, ez általában más képességeiben is megmutatkozik.*

Az emberi intelligencia

- *A pluralista felfogás szerint **többféle, egymástól független intellektuális képességünk van. Ezt az elvet vallja Gardner, aki hétféle értelmet különböztet meg: szóbeli, logikai, térbeli, zenei, kinetikus (mozgásos), interperszonális (személyközi) és intraperszonális (személyen belüli) képességeket. Feltételezése szerint ezekben a képességekben **mindenki elér egy bizonyos szintet, csak a szintek mértékét és mintázatát tekintve különbözünk egymástól.*****

Az emberi intelligencia

- Gál Zita: Gyógypedagógiai pszichodiagnosztika
- Elsőként Sir Francis Galton fogalmazta meg, miszerint az intelligencia **kivételes, öröklődő érzékelési és észlelési képesség, azaz minél érzékenyebb az észlelési rendszerünk, annál intelligensebbek vagyunk.** Alfred Binet szerint azonban az **intelligenciát nem az érzékelés és az észlelés oldaláról szükséges megközelíteni, hanem inkább a gondolkodási és problémamegoldási képességek összességéként kell tekintenünk** (Atkinson,Hilgard). David Wechsler szerint az intelligencia az egyén olyan **összetett, globális képessége, ami lehetővé teszi, hogy célszerűen cselekedjen, racionálisan gondolkodjon és eredményesen bánjon a környezetével** (Réthy). Egy nagyon részletes, operacionalizált fogalma a következő: „Az intelligencia egy **általános mentális képesség, amely magába foglalja a következtetést, a tervezést, a problémamegoldást, absztrakt gondolkodást, komplex gondolatok megértését, a gyors tanulást és a tapasztalatokból tanulás képességét.**” (Schalock, et al).

Az emberi intelligencia

A (kognitív) pszichológia szerint

Az emberi intelligencia

- Összegezve az intelligencia legfontosabb jellegzetességei az alábbiakban mutatkozik meg:
 - Az **értelmi képességek rendszere**, amely **lehetővé teszi a sikeres megoldásokat és ezáltal a környezetünkhöz való sikeresebb alkalmazkodást.**
 - A **megismerési folyamatok** által meghatározza a **képességek rendszerének belső struktúráját.**
 - Segítségével leküzdhetők a nehézségek, **megoldhatók a problémák és feladatok.**
 - Meghatározza az általános és speciális képességek függvényében megjelenő teljesítményt.
 - **Nem azonos tények, ismeretek birtoklásával, a lexikális tudással, de mutatja, hogy milyen mértékben vagyunk képesek alkalmazni tudásunkat.**
 - A **tevékenység gyakorlatiasságában** mutatkozik meg.
 - **Fejleszthető.**

Az emberi intelligencia

- A kognitív pszichológia
 - területe azzal foglalkozik, hogy milyen folyamatok révén,
 - hogyan történik a világ megismerése
 - különös tekintettel az embereken
 - Ide tartoznak
 - különböző érzékelési folyamatok, a mentális modellek alkotása, vagyis a reprezentáció, a tanulás, a tudat stb.
 - az MI kutatások során gyakran figyelik az eredményeit

Az emberi intelligencia

- Az MI számítógépes modelljeit és a pszichológia kísérleti technikáit a kognitív tudomány (cognitive science) interdiszciplináris területe kapcsolja össze azáltal, hogy kísérletet tesz precíz és verifikálható elméletek megfogalmazására az emberi elme működéséről.

Az emberi intelligencia

- A megfigyelések azt mutatják, hogy **a kor különösen meghatározó a különböző képességeknél**
 - <8 hónap, 18 hónap, ...
 - ... **az emberi agy 25 éves korig nem fejlődik ki teljesen!**
 - Itt különösen fontos a frontális lebeny (frontal lobe) megemlítése, ami a döntéshozatalban játszik szerepet
 - Tükör teszt: <https://www.youtube.com/watch?v=M2I0kwSua44>
 - Rouge teszt, vagy önfelismerési teszt
 - Az elefántokkal is elvégzett
 - Felismerték, hogy saját magukat látják
 - Élvezettel vizsgálták azon testrészeiket, melyeket nem láttak
 - gyermekeknél
 - egy bizonyos (1,5 éves) kor alatt nem képesek felismerni, hogy önmaguk tükörképét látják ellentétben

Az emberi intelligencia

- A rövidtávú memóriánk nagyon rossz 5, maximum 7 dolgot tudunk megjegyezni rövid távon, de a gyakorlatban (valós körülmények között) közelebb áll a 3-hoz
- Ez kihatással van sok dologra
 - Még az informatikában is: menük, tartalmak tervezése

Mi kell az MI-hez?

Mi kell az MI-hez?

- Biológia/pszichológia
 - Az intelligencia „modelljei”

Mi kell az MI-hez?

- Filozófia

- Mi az intelligencia?
- Hogyan jön létre az intelligencia (egyszerű sejtek interakciójából)?
- Létrehozhatja ember is?
- Hogyan tesztelhetjük?
- Mi lenne, ha...?
- Problémák definiálása
- ...

Paradoxonok

Szóritész paradoxon

Szóritész paradoxon

- Számos változat
 - Kupac paradoxon
- Henri Poincaré formalizálta

Homokkupac paradoxon

- Adott egy homokkupac
- A homokkupac homokszemekből áll
- Ha a homokkupacból elveszünk egy homokszemet homokkupac marad

Paradoxonok

Villamosprobléma

Villamosprobléma

- Számos változat
- Jelentősége egyre nagyobb az önvezető autók megjelenésével
- Szituáció:
 - Egy elágazó sín váltójánál állunk, amit vezérelhetünk
 - Az egyik elágazáson egyetlen ember, a másikon több ember van
 - A villamos (vagy más változatokban trolis) közelít az elágazáshoz
 - Merre engedjük tovább a villamost?

Villamosprobléma

- „In general, we agreed across the world that sparing the lives of **humans over animals** should take priority; **many people should be saved rather than few**, and the **young should be preserved over the elderly.**”
- <https://www.nature.com/articles/s41586-018-0637-6>
- <https://www.zdnet.com/article/mit-reveals-who-self-driving-cars-should-kill-the-cat-the-elderly-or-the-baby/>

Mi kell az MI-hez?

- Jog
 - GDPR
 - https://index.hu/techtud/2020/10/21/az_eu_szabalyozna_a_mesterseges_intelligenciat/
 - „Az EU szabályozná a mesterséges intelligenciát”
 - https://index.hu/techtud/2020/12/14/europai_unio_mesterseges_intelligencia_emberi_jogok/
 - „Emberi jogi kockázatai lehetnek a mesterséges intelligenciának”
 - <https://www.engadget.com/huawei-facial-recognition-uyghurs-172304197.html>
 - „Huawei tested facial recognition that targeted Uyghurs in China”

Mi kell az MI-hez?

- Elektrotechnika
 - Feldolgozóegységek
 - Érzékelők
 - Beavatkozók

Mi kell az MI-hez?

- Gépészet
 - Mechanikai megoldások

Mi kell az MI-hez?

- Anyagtechnológia
 - Nanotechnológia
 - <https://www.origo.hu/gazdasag/20210203-elkeszult-a-robbanoanyag-emailen-figyelmezteto-spenot.html>
 - „Elkészült a robbanóanyagra e-mailen figyelmeztető spenót”

Mi kell az MI-hez?

- Teológia
 - <https://www.theverge.com/2020/11/11/21560076/pope-francis-ai-for-good-pray-serve-mankind>
 - „Pope Francis urges followers to pray that AI and robots ‘always serve mankind’”

Mi kell az MI-hez?

- Számítástechnika/informatika
 - Hardverek
 - Szoftverek
 - Módszertanok

Mi kell az MI-hez?

- Matematika
 - Univerzális nyelv, leíró/kezelő eszköz
 - Kódolás
 - Logikák, halmazok
 - Formális definíció
 - Ellenőrzés, következtetés
 - Optimalizáció, keresés
 - Modellezés
 - Analízis
 - Lineáris algebra
 - Diszkrét matematika
 - Valószínűségszámítás
 - Statisztika
 - Numerikus módszerek
 - Megoldhatóság, teljesség
 - ...

Mi kell az MI-hez?

- Biológia/pszichológia
- Filozófia
- Jog
- Elektrotechnika
- Gépészet
- Anyagtechnológia
- Teológia
- Számítástechnika/informatika
- Matematika
- ...

→ Interdiszciplináris terület, ami (szinte) minden területtel kapcsolatban áll és kölcsönös hatással vannak egymásra

A gépi (mesterséges) intelligencia

Általánosságban

A gépi/mesterséges intelligencia

- **A korábbiakban tárgyalt jellemzők/képességek** (vagy részének, mint érzékelés, tanulás, probléma megoldás stb.) **mesterséges** (ember alkotta, gépi) **megvalósítása**
- **Számos megközelítése/”iskolája” van**
- **Rengeteg területtel kapcsolatban áll**
- Szinte minden („modern”) összetett rendszerben van valamilyen szerepe

A gépi/mesterséges intelligencia

- Az MI meghatározása nagyon nehéz
 - **mesterséges intelligencia** (AI, artificial intelligence)
 - olyan megoldások tartoznak, melyeknél az intelligenciát tág értelemben értjük
 - ~ olyan bonyolult probléma megoldása, melyek esetén a determinisztikus matematikai modellekkel való leírás nem hatékony
 - **mesterséges általános intelligencia** (AGI, artificial general intelligence)
 - Emberszerű probléma felmérés/megoldás
 - **Mesterséges szuper intelligencia** (super AI)
 - Öntudattal is rendelkezik

A gépi (mesterséges) intelligencia

Turing-teszt

A Turing-teszt teljesítése

- A számítógépnek a következő képességekkel kellene rendelkeznie:
 - **természetes nyelvfeldolgozás** (natural language processing) a sikeres angol (illetve
 - más emberi) nyelvű párbeszédhez;
 - **tudásreprezentáció** (knowledge representation) az ismert vagy hallott információ tárolására;
 - automatizált **következtetés** (automated reasoning), hogy a tárolt információt kérdések megválaszolására és új következtetések levonására használjuk;
 - **gépi tanulás** (machine learning) az új körülményekhez való adaptálódáshoz, a mintázatok detektálására és általánosítására.

A teljes Turing-teszt teljesítése

- https://index.hu/tech/2018/07/06/magukat_embernek_tetteto_robotoknak_tetteto_emberek_dolgoznak_az_ai-cegeknel/
 - „Magukat embernek tettető robotoknak tettető emberek dolgoznak az AI-cégeknel”

A teljes Turing-teszt teljesítése

- A számítógépnek a következő képességekkel kellene rendelkeznie:
 - **természetes nyelvfeldolgozás** (natural language processing) a sikeres angol (illetve más emberi) nyelvű párbeszédhez;
 - **tudásreprezentáció** (knowledge representation) az ismert vagy hallott információ tárolására;
 - automatizált **következtetés** (automated reasoning), hogy a tárolt információt kérdések megválaszolására és új következtetések levonására használjuk;
 - **gépi tanulás** (machine learning) az új körülményekhez való adaptálódáshoz, a mintázatok detektálására és általánosítására.
 - **gépi látásra** (computer vision), az objektumok érzékeléséhez és
 - **robotikára** (robotics) az objektumok mozgatásához.

A gépi (mesterséges) intelligencia

Ágai

A mesterséges intelligencia ágai

- Nincs egységes csoportosítás, leírás
- Rendszeresen változik
 - Átszerveződések, szemléletváltások, bővítések

A mesterséges intelligencia ágai

- Főbb ágak
 - Látás
 - Gépi látás
 - Képfelismerés
 - Beszéd
 - Beszédszintetizálók
 - Beszédfelismerők
 - Természetesnyelvfeldolgozás
 - Fordítás
 - Információ kinyerés
 - Osztályozás/klaszterezés
 - Gépitanulás
 - Mélytanulás
 - Prediktív analitika
 - Szakértő rendszerek
 - Tervezés/ütemezés/optimalizálás
 - Robotika

A gépi (mesterséges) intelligencia

A módszerek szemszögéből

Módszerek szemszögéből

- **Statisztikai módszerek**

- Nagy revolúció
 - ...persze nem történt semmi komoly...
- Statisztikai modellek
 - Matematikai közelítések, numerikus szimulációk stb.

Módszerek szemszögéből

- **Szimbolikus MI módszerek**

- Tradicionális megoldások (1950-80)
 - Például logikák, keresés, tudásalapú rendszerek
 - A legjobb példa („siker”) a szakértői rendszerek

Módszerek szemszögéből

- **Számítási intelligencia módszerek**

- Szub-szimbolikus módszerek

- Mesterséges neurális hálózatok, fuzzy rendszerek, evolúciós algoritmikai módszerek
 - Manapság ezeket használják inkább (de a többihez vissza-vissza nyúlnak)

A gépi (mesterséges) intelligencia

Tipikus problémák szemszögéből

Tipikus problémák szemszögéből

- **Diagnózis**

- Egy objektum működési hibájának feltárása viselkedése alapján, és megoldások javaslása.

Tipikus problémák szemszögéből

- Diagnózis
- **Kiválasztás**
 - **A legjobb választás kijelölése egy lehetséges alternatívákat tartalmazó listából.**

Tipikus problémák szemszögéből

- Diagnózis
- Kiválasztás
- **Jóslás**
 - **Egy objektum jövőbeni viselkedésének megjóslása a múltbeli viselkedése alapján.**

Tipikus problémák szemszögéből

- Diagnózis
- Kiválasztás
- Jóslás
- **Osztályozás**
 - Egy objektum hozzárendelése az előre definiált osztályok valamelyikéhez.

Tipikus problémák szemszögéből

- Diagnózis
- Kiválasztás
- Jóslás
- Osztályozás
- **Csoportosítás**
 - **Objektumok heterogén csoportjának felosztása homogén alcsoportokra.**

Tipikus problémák szemszögéből

- Diagnózis
- Kiválasztás
- Jóslás
- Osztályozás
- Csoportosítás
- **Optimalizálás**
 - **Megoldások minőségének javítása, amíg egy optimális nem áll elő.**

Tipikus problémák szemszögéből

- Diagnózis
- Kiválasztás
- Jóslás
- Osztályozás
- Csoportosítás
- Optimalizálás
- **Szabályozás**
 - Egy objektum viselkedésének irányítása azzal a céllal, hogy valós időben teljesítse az előírt követelményeket.

A modern(ebb) mesterséges intelligencia története

Főbb mérföldkövek

<http://www.aaai.org/Timeline/timeline.php>

MI mérföldkövek - 1943

- McCulloch és Pitts
 - Mesterséges neuron modell
 - TLU
 - Logikai hálózatok megvalósíthatóak (ÉS, VAGY stb kapuk)

MI mérföldkövek - 1949

- Donald Hebb
 - Hebb-i tanulás

MI mérföldkövek - 1950

- Claude Shannon
 - A sakk, mint keresési feladat

MI mérföldkövek - 1950

- Claude Shannon
 - A sakk, mint keresési feladat
- Alan Turing
 - „Computing Machinery and Intelligence”
 - Turing-teszt

MI mérföldkövek - 1956

- John McCarthy
 - Dartmouth Conference
 - artificial intelligence
- Newell, Shaw és Simon
 - Logic Theorist
 - Az első működő mesterséges intelligencia
 - Elementáris szimbolikus logikát alkalmazott
 - Principia Mathematica 52 tételéből 38-at bizonyítani tudott
 - Az első heurisztikus program

MI mérföldkövek - 1957

- Newell, Shaw és Simon
 - General Problem Solver
 - Univerzális probléma megoldó
 - Predikátum logika, euklideszi geometria
 - A tudás külön reprezentált a megoldó egységtől

MI mérföldkövek - 1958

- Margaret Masterman és kollégái
 - Szemantika
- Marvin Minsky
 - Some Methods of Heuristic Programming and Artificial Intelligence
- John McCarthy
 - LISP
 - Information Processing Language
 - Az első „MI nyelv”
 - Közel áll a funkcionális programozáshoz

MI mérföldkövek - 1962

- Unimation
 - Az első ipari robotokkal foglalkozó cég
- Arthur Samuel
 - Az első (dáma)játék MI
 - Képes volt a tanulásra is

MI mérföldkövek - 1964

- Bertram Raphael
 - A tudás logikai reprezentációjának ereje
 - Kérdés-válasz rendszer
- Daniel Bobrow
 - STUDENT
 - Algebrai megoldó LISP-ben
 - Korai természetes nyelvfeldolgozásnak tekinthető

MI mérföldkövek - 1965

- Joseph Weizenbaum
 - ELIZA
 - Interaktív csevegő program

MI mérföldkövek - 1966

- „MI tél”
 - A gyenge eredmények miatt elfordulnak az NLP-től

MI mérföldkövek - 1967

- Richard Greenblatt
 - MacHack
 - Tudás alapú sakkozó program

MI mérföldkövek - 1967

- Richard Greenblatt
 - MacHack
 - Tudás alapú sakkozó program
- Joel Moses
 - Macsyma
 - Szimbolikus problémamegoldás
 - Első sikeres matematikai AI

MI mérföldkövek - 1967

- Richard Greenblatt
 - MacHack
 - Tudás alapú sakkozó program
- Joel Moses
 - Macsyma
 - Szimbolikus problémamegoldás
 - Első sikeres matematikai AI
- Edward Feigenbaum, Joshua Lederberg, Bruce Buchanan, Georgia Sutherland
 - Dendral
 - Tudományos problémamegoldás
 - Teljesen tudás-alapú (szerves kémiai szakértői) rendszer
 - Ismeretlen molekulák azonosítása tömegspektrométer adatokból

MI mérföldkövek - 1979

- Drew McDermott
 - Non-monotonic logic
- Hans Moravec
 - Stanford Cart
 - Az első számítógép vezérelte „autó”
- Jack Myers és Harry Pople
 - INTERNIST-I
 - Tudás (szabály)alapú orvosi diagnosztizáló MI (szakértői rendszer)

MI mérföldkövek - 1980

- Az első kereskedelmi szakértő(i) rendszerek (shellek) megjelenése

MI mérföldkövek - 1997

- Az első Robo-Cup

MI mérföldkövek – 1999-2000

- Az első robot állatkák
- Cynthia Breazeal
 - Szociális robotok
 - KISMET
 - Érzelmeket kifejező arccal rendelkező robot

MI mérföldkövek - 2004

- Spirit és Opportunity

- Viking (1975)

MI mérföldkövek - 2005

- DARPA Grand Challenge
 - Mojave Desert
 - Autonóm autók versenye
 - 132 mérföldes út átlagosan 19mph sebességgel

MI mérföldkövek - 2007

- DARPA Urban Challenge
 - Autonóm autók városi közlekedésben
 - Boss (Carnegie Mellon - Tartan Racing) sikerrel teljesíti

MI mérföldkövek - 2009



- Google Self-Driving Car Project (később waymo)

MI mérföldkövek - 2010

- Large Scale Visual Recognition Challenge 2010 (ILSVRC2010)

The goal of this competition is to estimate the content of photographs for the purpose of retrieval and automatic annotation using a subset of the large hand-labeled ImageNet dataset (10,000,000 labeled images depicting 10,000+ object categories) as training. Test images will be presented with no initial annotation -- no segmentation or labels -- and algorithms will have to produce labelings specifying what objects are present in the images. In this initial version of the competition, the goal is only to identify the main objects present in images, not to specify the location of objects.

MI mérföldkövek – 2010

- Microsoft kinect

MI mérföldkövek - 2011

- IBM Watson jeopardy

MI mérföldkövek - 2011

- Apple Siri
- (2012: google now, 2014 cortana)

MI mérföldkövek – 2011-2013

- Konvolúciós neurális hálózatok jelentősebb eredményei, kezdeti térhódítása

MI mérföldkövek - 2013

- DARPA Robotics Challenge
 - [HRP-2](#)
 - SCHAFT Inc. (Google)

MI mérföldkövek - 2015

- Tiltakozás az MI fegyverként való alkalmazása ellen
- AlphaGo vs. Lee Sedol
 - Google DeepMind

Egyéb

- <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.13831>
 - „Eagle fatalities are reduced by automated curtailment of wind turbines”
- <https://www.vice.com/en/article/xgzkek/machines-are-inventing-new-math-weve-never-seen>
 - „Machines Are Inventing New Math We've Never Seen”
- <https://techxplore.com/news/2021-01-ai-dogs.html>
 - „An AI system for training dogs”
- <https://index.hu/techtud/2021/02/11/sosem-letezett-emberek-genomjat-generalja-a-mesterseges-intelligencia/>
 - „Sosem létezett emberek genomját generálja a mesterséges intelligencia”
- <https://index.hu/techtud/2021/02/06/keszul-mar-a-szoftver-ami-helyettesitheti-a-szinkronszineszeket/>
 - „Búcsú a magyar szinkrontól”
- <https://www.technologynetworks.com/neuroscience/news/ai-predicts-schizophrenia-symptoms-in-at-risk-population-344937>
 - „AI Predicts Schizophrenia Symptoms in At-Risk Population”
- <https://www.technologyreview.com/2018/10/18/139457/digital-version-after-death/>
 - „Digital immortality: How your life's data means a version of you could live forever”
- <https://telex.hu/tech/2021/01/23/mesterseges-intelligencia-imitator-microsoft>
 - „Elhunytakat imitáló chatrobot kifejlesztésére nyújtott be szabadalmat a Microsoft ”

Néhány hasznos videó az általános képhez

- Age of A.I.
 - YouTube Originals sorozat
 - <https://www.youtube.com/watch?v=UwsrzCVZAb8>
- Two Minutes Papers
 - Hazugság!
 - Valójában inkább öt percesek a videók
 - <https://www.youtube.com/channel/UCbfYPyITQ-7l4upoX8nvctg>