

BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM  
GAZDÁLKODÁSI KAR ZALAEGERSZEG

## **A mesterséges intelligencia szerepe a mindennapi életben**

**Konzulens: Dr. Gubán Miklós**

**Katonka Zsolt**  
**BSc/Nappali**  
**Gazdaságinformatikus**  
**Logisztikai informatikus**

**2017**

#### 4. sz. melléklet: könyvtári átvétel igazolása



BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM  
ALKALMAZOTT TUDOMÁNYOK EGYETEME

**BGE**

GAZDÁLKODÁSI KAR ZALAEGERSZEG

### NYILATKOZAT

a szakdolgozat digitális formátumának benyújtásáról

A hallgató neve: Katonka Zsolt

Szak/szakirány: Gazdaságinformatika logisztika szakirány

Neptun kód: ov5h3k \* A szakdolgozat megvédésének dátuma (év):

A szakdolgozat címe: A mesterséges intelligencia szerepe a mindennapi életben

Belső (operatív) konzulens neve: Dr. Gubán Miklós

Külső (szakmai) konzulens neve:

Legalább 5 kulcsszó a dolgozat tartalmára vonatkozóan:

Mesterséges intelligencia, lágy számítási modellek, neurális hálózatok,  
kifejtett hatás, humán munkaerő helyettesítősege

Benyújtott szakdolgozatom **nem titkosított / titkosított.**

*(Kérjük a megfelelőt aláhúzni! Titkosított dolgozat esetén a kérelem digitális másolatának a szakdolgozat digitális formátumában szerepelnie kell.)*

**Hozzájárulok / nem járulok hozzá,** hogy nem titkosított szakdolgozatomat az egyetem könyvtára az interneten a nyilvánosság számára közzétegye. *(Kérjük a megfelelőt aláhúzni!)* Hozzájárulásom - szerzői jogaim maradéktalan tiszteletben tartása mellett -nem kizárólagos és időtartamra nem korlátozott felhasználási engedély.

Felelősségem tudatában kijelentem, hogy szakdolgozatom digitális adatállománya mindenben eleget tesz a vonatkozó és hatályos intézményi előírásoknak, tartalma megegyezik nyomtatott formában benyújtott szakdolgozatommal.

Dátum: 2017.07.07

.....

hallgató aláírása

**A digitális szakdolgozat könyvtári benyújtását és átvételét igazolom.**

Dátum: 2017.07.07

.....  
**Budapesti Gazdasági Egyetem**  
Gazdálkodási Kar Zalaegerszeg  
Könyvtár  
8900 Zalaegerszeg  
Gasparich u. 18/a  
Adószám: 15329822-2-41

könyvtári munkatárs

## ÖSSZEFOGLALÁS

Szakedolgozatomban a mesterséges intelligencia tudományterülettel foglalkozom, illetve annak a mindennapi életre tett hatásaival.

A rövid bevezetőt követő fejezetben szakirodalmi feldolgozás keretein belül mutatom be a mesterséges intelligencia tudományterületét. A fejezet tartalmaz egy általános leírást, a mesterséges intelligencia definícióját, valamint egy történeti áttekintést, ezt azonban a téma nagyságára való tekintettel csak elnagyolva, egy rövid összesítést lehetséges felhasználási területeiről, és egy részletes áttekintést az alapfogalmaival és jellemzőivel kapcsolatosan, mely átfogó képet ad a jelenség megértéséhez.

A következő fejezetben az általam kiválasztott mesterséges intelligencia terület, a lágy számítási modelleken belül ismertetem részletesen a neurális hálózatokat. Bemutatásra kerülnek a hálózat elemei, a topológiái, annak számítási képessége és ezáltal felhasználási lehetőségei is.

Külön fejezetben foglalkozom a mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségeivel, ahol egy pár általános példa után külön alfejezetben bemutatom azokat a projekteket, melyek a mesterséges intelligenciát, mint adatbányászatot elősegítő módszert alkalmazzák. Ezen belül foglalkozom a pénzügyi szektorban napjainkban található legizgalmasabb projekttel, a Numerai-val, illetve FinTech jelenséggel.

Végezetül az összefoglalást megelőzően egy lezáró fejezetben foglalkozom a mesterséges intelligencia gazdaságra kifejtett hatásaival.

# TARTALOMJEGYZÉK

ÖSSZEFOGLALÁS.....	1
1. Előzmények.....	2
2. A mesterséges intelligencia.....	3
2.1. A mesterséges intelligencia definíciója.....	3
2.2. Történeti áttekintés.....	5
2.3. Felhasználási területek.....	11
2.4. Alapfogalmi és jellemzői.....	13
3. Lágyszámítási modellek.....	23
2.5. Neurális hálózatok általános jellemzői.....	25
2.6. A neurális hálózat elemei.....	28
2.7. A neurális hálózat topológiája.....	32
2.8. Az NN számítási képessége és felhasználása.....	34
2.9. Neuro-Fuzzy hálózatok.....	37
4. Az MI alkalmazásai.....	39
4.1. Az MI és az adatbányászat.....	39
4.2. Az MI és a pénzügyi szektor.....	42
4.3. FinTech.....	42
5. Az MI hatása a gazdaságra.....	44
6. Összegzés.....	48
7. Irodalomjegyzék.....	49
8. Ábrajegyzék.....	54

## 1. Előzmények

A mesterséges intelligencia napjaink divatos szópárosa, mely beférkőzi magát mindennapjainkba úgy is, mint tudományterület. A szópár eredetéig egészen 1956 nyaráig kell visszatekintenünk, amikor is John McCarthy szervezett egy kéthónapos munkatalálkozót, ahol neves kutatók vettek részt, olyan szakterületekkel, mint intelligencia kutatás, neurális hálózatok és automataelmélet. A dartmouthi munkatalálkozó összehívását szorgalmazó anyag rávilágít arra, hogy miért is volt fontos, hogy a mesterséges intelligencia, mint külön tudományterület megszülessen, és ne csak az irányításelmélet, az operációkutatás, a matematika vagy a döntésemélet tudományterületek valamelyikének részét képezze. Ennek egyik oka, hogy a mesterséges intelligencia tudományterület a kezdetek óta sajátjának tekintette az olyan emberi képességek duplikálását, mint az önfejlesztés, a kreativitás és a nyelv használata, mely területekkel más terület nem foglalkozott. Másik oka pedig a módszertan, mivel az említett területek közül tisztán csak a mesterséges intelligencia terület tekinthető a számítógépes tudományok egy ágának, és az egyetlen olyan terület ahol a cél bonyolult, változó környezetben autonóm módon működő gépek építése. S bár az akkori munkatalálkozónak ténylegesen csak annyi haszna volt, hogy a mesterséges intelligencia szópáros megszületett, mégis előszele volt a mesterséges intelligencia tudományterület teljes kialakulásának és kibontakozásának. [1]

Mivel a tudományterület nagyon szerteágazó, így ezen dolgozat nem hivatott annak átfogó bemutatására. Egy külön fejezet foglalkozik az mesterséges intelligencia tudományterület definiálásával, történeti áttekintésével és alapfogalmaival, mely jól szemlélteti, hogy valóban milyen nagy tudományterületről van szó. Az ezt követő fejezet foglalkozik az mesterséges intelligencia tudományterületen belül kiválasztott kutatási módszerrel a Soft Computinggel (lágyszámítási módszerek) foglalkozik, és ezen belül is a neurális hálózatok kerülnek részletesen bemutatásra, ezáltal könnyen belátható annak felhasználhatósága és szerepe mindennapjainkban. Ezt követően bemutatásra kerülnek az mesterséges intelligencia felhasználási területei egyszerű példák bemutatásával. Végezetül pedig a mesterséges intelligencia gazdaságra kifejtett hatásával foglalkozunk.

## 2. A mesterséges intelligencia

Az alábbi fejezet irodalmi összefoglalást tartalmaz a mesterséges intelligenciáról (MI). A fejezetben bemutatásra kerül az mesterséges intelligencia definíciója, melyen keresztül általános képet kapunk a témáról. A fejezet tartalmazza az MI történeti áttekintését, a téma nagyságára való tekintettel azonban csak elnagyolva. Ezen kívül az alfejezetek kitérnek az MI alapfogalmaira, általános jellemzőire, és általánosságban vett felhasználási területeit.

### 2.1. A mesterséges intelligencia definíciója

A mesterséges intelligencia tudományterület meglehetősen új, melynek kialakulása közvetlenül a második világháború vége után datálható. Mivel ez a terület az élet számos területén felhasználható joggal tekinthető univerzális tudománynak. Hogy mi is tulajdonképpen a mesterséges intelligencia (MI), mint tudományág? Számos meghatározó személyiség definiálta már, így például Aaron Sloman, aki a mesterséges intelligencia és a kognitív tudományok kutatója, filozófus. A dél-rodéziai (ma Zimbabwe) születésű tudós megfogalmazásában [1] [3]:

*"A számítógéptudomány egy alkalmazott részterülete. A mesterséges intelligencia egy nagyon általános kutatási irány, mely az intelligencia természetének kiismerésére és megértésére, valamint a megértéséhez és lemásolásához szükséges alapelvek és mechanizmusok feltárására irányul."* [2]

A Missouri Egyetem Tudomány és Technológia Karának professzora Cihan H. Dagli, akinek tudományos érdeklődése közé tartozik többek között a számítógépes intelligencia számos területe, így például a neurális hálózatok, vagy a fuzzy logika, az alábbiak szerint fogalmazott [1] [4]:

*"A gépi intelligencia emulálja, vagy lemásolja az emberi ingerfeldolgozást (érzéketfeldolgozást) és a döntéshozó képességet számítógépekkel. Az intelligens rendszereknek autonóm tanulási képességekkel kell bírniuk és alkalmazkodniuk kell tudni bizonytalan, vagy részlegesen ismert környezetekhez."* [2]

Ez csak két kiragadott példa, és a mesterséges intelligencia köztudatba kerülése óta sokan, sokféleképpen fogalmazták meg mi is az MI. A különböző definíciókat két szempont alapján érdemes vizsgálni, egyrészt a rendszer centrikusságát illetően, mely alapján lehet ember-centrikus, mely filozófiai megközelítés, vagy racionalitás-centrikus, mely mérnöki. Másrészt, hogy a rendszer hogyan jellemezzük gondolati folyamatok vagy viselkedés alapján. A két szempont kombinációja szerint csoportosíthatjuk a definíciókat, mely szerint négy félet különböztetünk meg, az alábbiak szerint:

- **Az emberien gondolkodó rendszer**

Ezen szemlélet esetén a hangsúly azon van, hogy a rendszer a végeredmény eléréséhez hasonlóan jusson el, mint az emberi gondolkodás. Ezzel egybevágó John Haugeland 1985-ös gondolata, mely szerint *„izgalmas, újszerű kísérlet, hogy a számítógépet gondolkodásra készítsük – tudatos gépek, e fogalom teljes és szó szerinti értelmében”*. Azon tudományt, mely összekapcsolja a mesterséges intelligencia kísérleti technikákat és számítógépes kognitív tudománynak nevezzük. Ez a tudomány hivatott arra, hogy megpróbálja leírni az emberi gondolkodás működését.

- **A racionálisan gondolkodó rendszer**

Ezen rendszer alapja a helyes következtetés. Vagyis a rendszer a teljes környezetének ismerete nélkül is képesnek kell lennie racionális döntéseket hoznia, a logika szabályaira támaszkodva. Ezt a szemléletet támasztja alá az 1985-ös gondolat, mely az Eugene Charniak és Drew McDermott párostól származik, mely szerint az MI *„a mentális képességek tanulmányozása számítási modellek segítségével”*.

- **Az emberien cselekvő rendszer**

Ezen típusú szemléletnél a cél az, hogy a rendszer cselekedete legyen emberi. Ennek a szemléletnek felel meg a Ray Kurzweil 1990-es leírása, mely szerint az MI *„az olyan funkciókat teljesítő gépi rendszerek létrehozásának a művészete, amelyhez intelligencia szükséges, ha azt emberek teszik”*.

- **A racionálisan cselekvő rendszer**

Az ilyen típusú rendszer cselekvéseit annak érdekében végzi, hogy a legjobb eredményt érje el. Ezzel harmonikusan, 1993-ban így fogalmazott George Luger: „*a számítástudomány azon ága, mely az intelligens viselkedés automatizálásával foglalkozik*”. [1] [2] [6]

Vagyis összességében és Stuart Russellel összhangban az MI-nek nevezzük egy program vagy gép által megnyilvánuló intelligenciát. Alapvető elvárás, hogy az emberi beavatkozás nélkül legyen képes reagálni a környezetére, lehetőleg a célnak megfelelően viselkedjen, és képes legyen a tanulásra. [1] [5]

## 2.2. Történeti áttekintés

Ez az alfejezet egy tömör történeti áttekintést tartalmaz, a teljesség igénye nélkül a téma nagyságára való tekintettel. Valamint, az 1. táblázat tartalmazza az MI történelmi kialakulásának fontosabb momentumait.

Számos olyan eredmény létezett a kezdetekben, melyeket tekinthetünk az MI kezdetének, mégis a legjelentősebb Alan Turing nevéhez fűződik, amikor is 1950-ben megjelent cikkében melynek címe Computing Machinery and Intelligence volt, bevezette a Turing-teszt fogalmát, illetve meghatározásra került a gépi és megerősítéses tanulás. Ezt követően 1956-ban Dartmouth-ban hívtak össze egy nyári, két hónapos munkatalálkozót. A rendezvényt John McCarthy szervezte, összesen tízen vettek rajta részt, olyan az intelligencia kutatásában, neurális hálózatokban és automataelméletben neves kutatók, mint az MIT-ből Oliver Selfridge és Ray Solomonoff, az IBM-től Arthur Samuel és a Princetontól Trenchard More. A találkozó ugyan nem vezetett semmilyen újdonsághoz, csak kapcsolatépítő jellegű mivoltán túl csak egyetlen valódi haszna volt, mégpedig hogy, elfogadták a boncolgatni kívánt tématerület új, John McCarthy által felvetett nevét, mely artificial intelligence lett (mesterséges intelligencia). [1] [5]



1. táblázat az MI történeti előzményei [2] [24] [25]

<b>Évszám</b>	<b>Fontosabb momentum</b>
1936	Turing vázolja az általános célú számítógép alapelvét
1945	Neumann kidolgozza a tárolt programú kialakítást a szekvenciális digitális számítógép számára
1946	ENIAC: az első általános célú számítógép
1950	Turing tesztje a mesterséges intelligencia számára
1955	Bernstein kifejleszti az első működő sakkprogramot
1956	McCarthy bevezeti a mesterséges intelligencia (artificial intelligence) elnevezést
1957	Chomsky bevezeti a transzformációs nyelvtant a természetes nyelv modellezésére
1958	McCarthy kifejleszti a LISP (LISt Processor) programozási nyelvet Newell, Shaw és Simon belekezd az ambiciózus General Problem Solver program kidolgozásába
1965	Feigenbaum kifejleszti a DENDRAL-t, az első szakértői rendszert
1966	Quillian kifejleszti a szemantikus hálót
1967	Greenblatt kifejleszti MacHack-et, az első versenyző sakkprogramot
1970	Winston úttörő gépi tanuló programja: "Learning Structural Descriptions from Examples"
1970	Colmerauer elkészíti a Prolog (PROgramming in LOGic) programozási nyelvet
1972	MYCIN: az első gyakorlati szakértőrendszer, amely produkciós szabályokat használt
1972	Winograd befejezi a természetes nyelvet feldolgozó SHRDLU programját
1974	Minsky publikálja a "Tudásfeldolgozás kerettel" című cikkét
1975	Elkészül az első LISP-hardveres számítógép

1982	Marr publikálja forradalmi, átfogó elméletét a látásról
1982	Elkezdődik az 5. generációs számítógép fejlesztése Japánban
1986	A Thinking Machines Corporation bemutatja a Connection Machine-t
1986	Berliner HiTech sakkprogramja elnyeri a nagymesteri címet
1997	A sakkszámítógép legyőzi Garri Kaszparov világbajnokot
1999	A Sony piacra dobja a szabadon programozható robotkutyáját az AIBO-t
2004	Megjelenik az OWL, a Web Ontology Language ajánlás, melyet elsősorban olyan alkalmazásoknak terveztek, melyek fel is dolgozzák az információkat, nem csak megjelenítik
2004	A NASA a Mars Exploration Rover mars-kutató program keretein belül, két nagyteljesítményű rovert küldtek a Marsra, és a múltbéli marsi víz létezésére kerestek bizonyítékot
2005	A DARPA versenyén a Stanford Egyetem diákjainak önjáró autója nyer, amely 211 kilométert tesz meg a sivatagban magától
2005	A Boston Dynamics kifejleszti nehéz terepre szánt 109 kg-os BigDog elnevezésű négy lábon járó robotját
2009	A Google megalkotja első önvezető autóját
2011	Az IBM Watson legyőzi a korábbi két bajnokot a Jeopardy! Nevű kvízzjátékban
2011	Az Apple bemutatja a virtuális segédjét, a Sirit (Intelligens személyi asszisztens és tudásnavigátor)
2012	A Google mesterséges „agya” magától felismeri a macskákat milliónyi feltöltött kép és Youtube videó közül
2013	A DARPA által rendezett robotolimpia selejtezőjén a Google tulajdonában lévő japán Schaft cég HRP-2 nevű humanoid, robotja a lehetséges 32 pontból 27-et szerzett meg
2015	Elon Musk létrehozta az OpenAI nevű kutatóintézetet

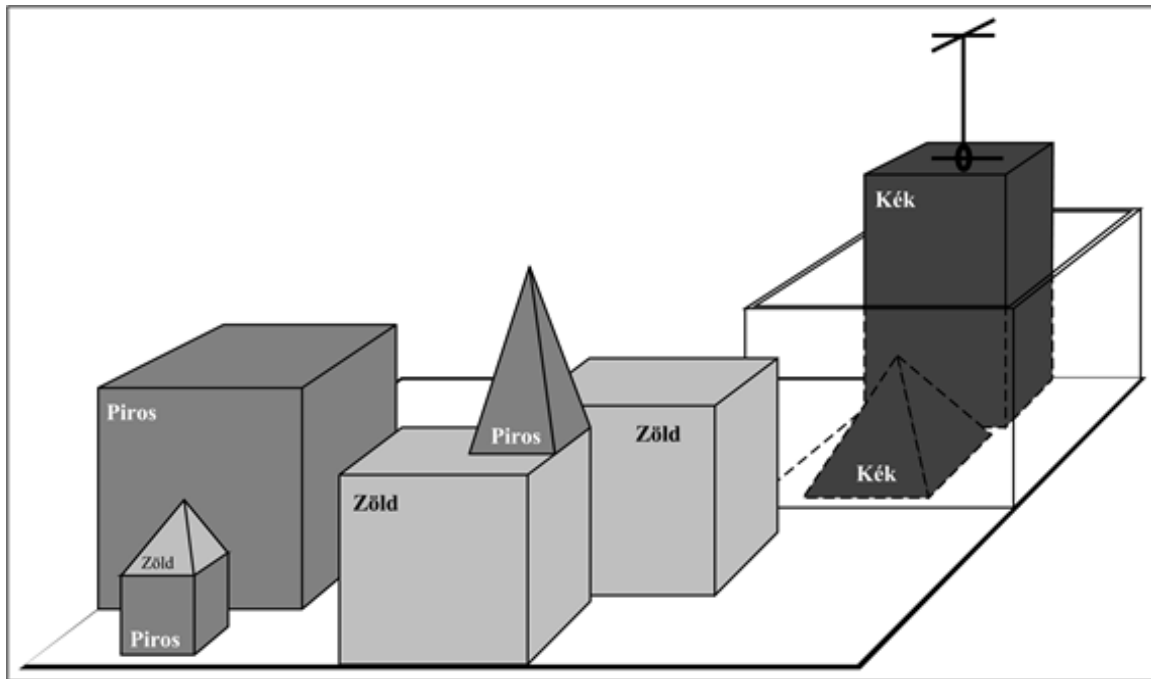
2016	Az AlphaGo legyőzi a világbajnok Lee Sedolt a gó nevű logikai játékban
2017	A Libratus nevű Carnegie Mellon Egetem két kutatója által készített MI 4 top pókerjátékost győzött le egy Pittsburgh-i kaszinóban

Kezdetben számos siker övezte az MI-t, főleg, amennyiben figyelembe vesszük, hogy akkoriban az informatika meglehetősen kezdetleges volt, mind hardveres-, mind szoftveres teljesítmény tekintetében. Ilyen kezdeti siker volt például Allen Newell és Herbert Simon a Carnegie Mellon Egyetem két kutatója által elkészített General Problem Solver, vagyis általános problémamegoldó program, amit úgy terveztek, hogy az az emberi problémamegoldás protokolljának megfelelően működjön. McCarthy az MIT-n kezdett tevékenykedni, ahol 1958-ban három kulcsfontosságú esemény is fűződik nevéhez. Először is megalkotta a LISP nyelvet, mely az elsődleges MI programozási nyelvvé vált. Másodszor, mivel a LISP futtatásához erőforrásra volt szükség, ez azonban nehezen elérhető volt, így társaival bevezette az időosztást. Végezetül „Programs with Common Sense” címmel publikál, ahol egy hipotetikus programot ír le, mely az első teljes értékű MI rendszernek tekinthető. 1958-tól Marvin Minsky is az MIT dolgozója lett, aki irányításával számos hallgató dolgozott, akik olyan korlátos problémákkal foglalkozta melyek megoldása intelligenciát igényelt. Az ilyen korlátos problématerületeket mikrovilágoknak nevezték el. A teljesség igénye nélkül, például az alábbi korlátos problémát megoldó programok láttak napvilágot:

- Az 1963-as James Slagle SAINT nevű programja, mely az elsőéveseknek szánt, integrálszámítási feladatainak bizonyos típusait tudta megoldani.
- Az 1968-as Tom Evans ANALOGY nevű programja, mely olyan geometriai analógiájú problémákat oldott meg, melyek IQ tesztekben fordulnak elő.
- Az 1967-as Daniel Bobrow STUDENT nevű programja, mely algebrai feladványokat oldott meg. [1] [2]

A mikrovilágok között a legkiemelkedőbb a kockavilág, mely egy általában szimulált felületre helyezett tömör geometriai testekből áll. A feladat a világban elhelyezett kockák

átrendezése egy robotkar segítségével, mely egyszerre csak egy testet tud megfogni. Ebben a világban számos projekt fejlesztéseit be tudták vonni, így például gépi látással, tanulási elmélettel, kényszerterjesztéssel, és tervekészítéssel foglalkozókat. Az 1. ábrán egy elrendezést láthatunk a kockavilágban, ahol a Winograd által készített SHRDLU robot teljesíti egy feladatot, ahol a cél egy az aktuálisan tartott testnél magasabb megkeresése és dobozba tétele. [1] [2]



1. ábra Kockavilág [1]

A kezdeti sikereket persze az indokolta leginkább, hogy az MI programokat egyszerű példaproblémákon tesztelték sikeresen, azonban amikor azoknak szélesebb körben is bizonyítaniuk kellett volna, alkalmatlannak bizonyultak. A mesterséges intelligenciával foglalkozó szakembereknek nehézséggel kellett megbirkózniuk, melynek három forrása volt az alábbiak szerint:

- A korai programok a kezelt problémákról szórványos, vagy zérus tudást nem tartalmaztak, az elért sikerek alapja pedig egyszerű szintaktikai manipulálás volt.
- Számos olyan probléma próbáltak az MI által megoldani, mely kezelhetetlen volt.

- Az intelligens viselkedés generálásához olyan alapvető struktúrákat használtak, melynek korlátai voltak. [1] [2]

A problémamegoldást eleinte általános célú kereső mechanizmussal próbálták orvosolni, ahol a megoldás megtalálásához sorozatban alkalmazták a következtetési lépéseket. Ezeket gyenge módszereknek nevezzük, mert bár általánosak, de nagy példányra, vagy bonyolult problémára nem skálázhatók. Az alternatíva a területspecifikus megoldás, ahol a szűkebb szakértői területen egyszerűbb megoldást találhatunk. E megközelítéssel dolgozva Buchanan és társai 1969-ben létrehozták a DENDRAL programot. Ez a program egy tömegspektrométer által szolgáltatott adatokat dolgozta fel. A program célja, hogy az adatokból molekuláris struktúrát nyerjenek ki. Bemenetként a molekula alapképletét és a tömegspektrumot használták, mely megadta a molekula bizonyos részeinek tömegét. Kezdetben a program a molekula képetéhez lehetséges össze struktúrát előállított, ez azonban nagyobb molekula esetén kezelhetetlen volt. Így az MI kutatók vegyészekhez fordultak, és segítségükkel kidolgoztak egy új eljárást, mely szerint csak egy részstruktúrára utaló csúcsmintát kerestek, amit szabályok felállításával tettek. Ezen rendszer segítségével nagyoban lecsökkent a struktúrajelöltek száma, ami hatékonyabbá tette a rendszert. Ez volt az első tudásintenzív rendszer, mely szakértelmét a nagyszámú speciális rendeltetésű szabály biztosította és mely a szakértőrendszerek új generációja volt. A valós alkalmazások elterjedése tudásreprezentációs sémák iránti keresletet növelte, melynek következtében több reprezentációs és következtető nyelvet fejlesztettek ki, ilyen például a PROLOG. Ugyanakkor sokan követték a Minsky által alkalmazott frames ötletét is.

A 1982-ben McDermott által kifejlesztett R1 szakértőrendszer üzletileg is sikeresnek bizonyult, melyet a Digital Equipment Corporation használt. Az MI a számítógépes rendszerek megrendeléseinek konfigurálásában segített, mely négy év alatt 40 millió dollár megtakarítást hozott a cégnek. 1988-ra a Digital Equipment Corporation már 40 szakértői rendszert alkalmazott, de volt olyan cég melynél ez a szám meghaladta a százat. A szakértői rendszereknek köszönhető megtakarítás elérte az évi tíz millió dollárt, így szinte minden nagyobb amerikai cég rendelkezett MI csoporttal. 1982-ben a japánok el kezdik fejleszteni ötödik generációs intelligens számítógépes rendszerüket. Válaszul az USA létrehoz egy kutatócsoportot, mely a nemzetközi versenyképességet tűzi ki céljául. Az MI, mint iparág

forgalma 1988-ra két milliárd dollárra nő, ami azért is jelentős, mivel 1980-ban csupán egy-két millió dollár volt. [1] [2]

Ezt követően az MI-kutatások mind tartalmilag, mind pedig módszertanilag változtak a kezdetlegeshez képest. Mostanra egyrészt a teljesen új elméletek kidolgozása helyett, inkább a már létezőre alapoznak, másrészt az állítások nem intuícóra épülnek, hanem szigorúan vett tényekre, illetve kísérleti bizonyítékokra alapozzák. További lényeges eltérés, hogy az eredményeket valós feladatokon validálják, és nem játékpéldákra. Vagyis elérkezett az az idő, mikor is a mesterséges intelligencia tudományterületén belül a tudományos megközelítés vált uralkodóvá. Ahogy arra 1995-ben Cohen is rámutatott, egy hipotézis elfogadásához, azt szigorú empirikus kísérleteknek kell alávetni, és az eredmények relevanciáját statisztikailag kell igazolni. Az MI részproblémáin elért sikerek arra sarkallták a kutatókat, hogy a „teljes ágens” problémakörre is megküzdjenek, melynek legismertebb esete a SOAR, ami Allen Newell, John Laird és Paul Rosenbloom munkája. A projekt célja az online adatokat fogadó ágens működésének megértése, mely a valós környezetben van, ahol valós környezetként az egyik legfontosabb az internet. [1] [2] [5]

A mesterséges intelligencia, mint tudományterület meglehetősen nagy terület, teljes történelmi áttekintése emiatt nagyon nehéz, és nem is célja a dolgozatnak, a leírtak azonban felölelik a kialakulásának fontosabb momentumait, vagy legalábbis azoknak egy jelentős részét.

### **2.3. Felhasználási területek**

A mesterséges intelligencia a kezdetek óta napjainkig sokat fejlődött, változott, és sokat is ért el. Számos helyen alkalmazzák, így nehéz tömören összefoglalni, hogy jelenleg az MI milyen területeken van jelen, azt hol hasznosítják. Az alábbi lista a teljesség igénye nélkül szemlélteti az MI felhasználásának sokszínűségét:

- logikai játékok (logical games)
- tételbizonyítás (theorem proving)
- automatikus programozás (automated programming)
- szimbolikus számítás (symbolic algebraic computation)

- látás, képfeldolgozás (vision)
- robotika (robotics)
- beszédfelismerés (voice recognition)
- természetes nyelvek feldolgozása (natural language processing)
- korlátozás kielégítés (constraint satisfaction)
- cselekvési tervek generálása (planning)
- szakértőrendszerek (expert systems)
- adatbányászat (data mining)
- irányítástechnika (control technology) [1] [2]

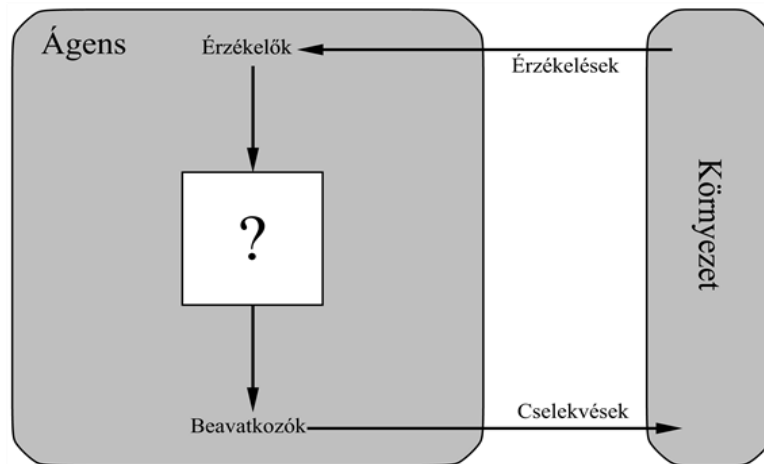
Az MI-t használó iparágak a teljesség igénye nélkül az alábbiak:

- számítástechnika (computer science)
- légitársasági ágazat (aviation industry)
- oktatás (education)
- pénzügy (finance)
- nehézipar (heavy industry)
- egészségügy (healthcare)
- közlekedésügy (transportation)
- értékesítés (marketing)
- szórakoztatóipar / zene (music)
- írás és kiadás (publishing and writing)
- online és telefonos ügyfélszolgálat (online and telephone customer service)
- távközlés/távközlési karbantartás (telecommunications / telecommunications maintenance)
- játékok (toys and games) [7]

Az mesterséges intelligenciát alkalmazó konkrét alkalmazásokkal a későbbiekben részletesen foglalkozunk.

## 2.4. Alapfogalmi és jellemzői

A mesterséges intelligencia egyik alapfogalma az **ágens**. Ágens tulajdonképpen bármi lehet, mely kielégíti azon feltételeket, hogy környezete van, és azt érzékeli érzékelői segítségével, és képes annak megváltoztatására beavatkozói segítségével. A 2. ábrán láthatjuk ezen definíció reprezentálását láthatjuk. Az ember, mint ágens rendelkezik szemekkel, fülekkel és egyéb érzékszervekkel képes érzéklni környezetét és a lába, keze, szája és egyéb testrészei segítségével képes a beavatkozásra. A robotágens érzékelői lehetnek kamerák, távolságérzékelők, hangérzékelők a beavatkozói pedig különböző aktorok. A szoftverágens érzékelői bemenetére hálózati adatsomagok, fájl tartalmak vagy billentyűleütések érkezhettek, beavatkozás pedig a fájlok írásával, egy képernyőre íratással vagy hálózati csomagok küldésével lehetséges. Továbbá általánosságban azt feltételezzük, hogy az ágens a saját akcióinak tudatában vagy, vagyis képes azt érzéklni, azonban nem feltétlenül tudja azok hatásait. [1] [5]



2. ábra Ágens [1]

Az **ágensfüggvény** határozza meg az ágens viselkedését, ami egy adott érzékelési sorozatot cselekvésre képez le, ahol az érzékelési sorozat az ágens érzékelő bemeneteinek leírásának teljessége, vagyis az összes érzékelése, míg az érzékelés fogalma csupán az egy tetszőleges pillanatban vett érzékelő jelét írja le. Vagyis az ágensfüggvény csupán egy matematikai leírás. Ezzel szemben az **ágensprogram** arra hivatott, hogy megvalósítsa az ágens belsejében az ágensfüggvényt, vagyis egy implementáció. [1] [5]



Az ágens egyik tulajdonsága a **teljesítményérték**, ami az ágens sikerességének mérőszáma. A teljesítményértékkel kapcsolatosan elfogadott szabály, hogy azt jellemzően annak függvénye, hogy mi az elérni kívánt cél a környezettel kapcsolatosan, mintsem annak, hogy az ágens viselkedése mennyire hasonul az elvárthoz. Az, hogy mikor racionális az ágensünk a teljesítményérték mellett további három paraméter függvénye egy adott pillanatra, az alábbiak szerint:

- a teljesítményérték, ami a siker mérőszáma
- az ágens környezetről szerzett teljes tudása
- az ágens által végrehajtható cselekvés
- adott pillanatban az ágens érzékelési sorozata [1] [5]

Ebből a négy pontból egyenesen következik a **racionális ágens** fogalma, mely a következő:

*„Az ideális racionális ágens minden egyes észlelési sorozathoz a benne található tények és a beépített tudása alapján minden elvárható dolgot megtesz a teljesítményérték maximalizálásáért.” [1] [5]*

Fontos megjegyezni, hogy a racionalitás nem azonos a **mindentudással**. Utóbbi ugyanis tudatában van saját cselekedeteinek kimenetével, és ennek megfelelően is cselekszik, ez azonban a valóságban elérhetetlen. [1] [5]

Az ágens további fontos tulajdonsága az **információgyűjtés** és a **tanulás**, ugyanis egy racionális ágens információt gyűjt a környezetéről, és a lehető legtöbbet tanul a környezetétől. Ezek alapján egy sikeres ágensek függvényének kiszámítását három periódusra bonthatjuk:

- az ágens tervezésénél, ekkor ugyanis egy tervező végzi a számítást
- az ágens következő cselekedetének megfontolásakor, ekkor ugyanis további számításokat végez
- az ágens tanul a tapasztalataiból, ekkor ugyanis további számítások kerülnek elvégzésre annak érdekében, hogy miként módosítsa viselkedését [1] [5]

Kimondhatjuk továbbá, hogy az ágens csak akkor válik **autonómmá** amikor már nem csupán a beépített tudatát használja, hanem a megfigyeléseiből tanul, és erre támaszkodik.

Ahhoz, hogy egy ágensst le tudjunk írni, vagy meg tudjuk tervezni szükséges specifikálni annak feladatkörnyezetét amely az alábbi négy egységből épül el:

- az ágens teljesítménye
- az ágens környezete
- az ágens beavatkozói
- az ágens érzékelői [1]

Ezt mozaikszóként gyakran emlegetik TKBÉ-ként. Példákat a TKBÉ-leírásokkal megadott ágens típusokra a 2. táblázatban láthatunk. A táblázatban olyan példák találhatók, melyek a 4.1-es fejezetben részletesebben is bemutatásra kerülnek.

2. táblázat TKBÉ példák

Név	Ágens típus	Teljesítménymérték	Környezet	Beavatkozók	Érzékelők
<i>Med-AI</i>	Betegségeket modellező és adattisztító egészségügyi rendszer	Költségek csökkentése; A kezelések hatékonyabbá tétele; Egészséges páciensek	Kórház, páciens, személyzet	Hibás adatok, számlák kijelzése; Gazdaságtalan, vagy helytelen eljárások kimutatása;	Kórházi adatbázis
<i>KEFIR</i>	Adatelemző egészségügyi rendszer	Költségek csökkentése; Hibák detektálása; Egészséges paciensek	Kórház, páciens, személyzet	Eltérések prediktív kimutatása; A hibásnak ítélt értékek helyére ajánlás	Kórházi adatbázis
<i>FAIS</i>	Pénzmosás kiszűrését elősegítő szakértő rendszer	Pénzügyi visszaélések felderítése, csökkentése, megszüntetése	Bank, ügyfelek, személyzet	Összefüggések megjelenítése; A feltárt relációk hatékony formában történő megjelenítése	Pénzügyi adatbázisok

<i>SKICAT</i>	Égi objektumokat osztályozó rendszer	Az égi objektumok átláthatóságának növelése	Univerzum, csillagászok, fizikusok	Új égitestek kimutatása; Égi objektumok kategorizált megjelenítése	Űrkutatási adatbázis
<i>Information Harvester</i>	Vásárlási szokásokat elemző rendszer	Célorientált marketing stratégia kidolgozása; Eladások növelése; Vásárlói elégedettség növelése	Vásárlók, áruház, eladók	Vásárlási trendek, szabályszerűségek kimutatása; Vásárlói profilok megállapítása	Vásárlási adatok
<i>Recon</i>	Gazdasági adatokkal foglalkozó rendszer	Az adatbázis konzisztenciájának növelése	Bank, ügyfelek, személyzet	Hibás bejegyzések, lejárt kötvények megjelenítése	Pénzügyi adatbázisok
<i>XpertRule Analyzer</i>	Gazdasági előrejelző rendszer	Problémás ügyfelek kiszűrése; Nyereség növelése	Bank, ügyfelek, személyzet	Teljesíthetetlen kintlévőség, hátralék előrejelzés kimutatása; hitelképtelenség előrejelzése	Pénzügyi adatbázisok

A mesterséges intelligencia tudományágában a feladatkörnyezet széles határok között mozoghat. Ugyanakkor a feladatkörnyezet jól kategorizálható, ha előre definiált dimenziók segítségével tesszük azt. Ezen dimenziók nagy segítséget nyújtanak a későbbi ágenstervezés és az ágens implementálása során is. Az alábbi dimenziók állnak rendelkezésre:

- **Teljesen vagy részlegesen megfigyelhető:**

Ezen dimenzió tulajdonképpen három lehetőséget rejt magában. Először is lehet teljes mértékben megfigyelhető a környezet, ha az ágens szenzorai által az minden pillanatban teljesen hozzáférhető. Aztán, lehet ténylegesen teljesen megfigyelhető a környezet, ekkor az ágens cselekvéséhez releváns értékeket dolgozza fel az érzékelő. A relevancia a teljesítményérték függvénye. Végezetül lehet részlegesen megfigyelhető a környezet, mely esetben bizonyos állapotok nem észlelhetők, melyek lehetnek zajos és/vagy pontatlan szenzorok miatt.

- **Determinisztikus vagy sztohasztikus:**  
Ha az ágens pillanatnyi állapota és cselekedetei teljes mértékben meghatározza a környezet következő állapotát, akkor determinisztikus környezetről beszélhetünk. Ellenkező esetben sztohasztikus a környezet.
- **Epizódszerű vagy sorozatszerű:**  
Akkor nevezhetjük ágensünk környezetét epizódszerűnek, ha annak tapasztalati szétbontható epizódokra, ahol egy epizód csak egy cselekvésből és az ahhoz tartozó észlelésekből áll. Fontos megjegyezni, hogy ilyen környezetben az cselekvés megválasztása mindig csak az aktuális epizódtól függ. Ezzel szemben sorozatszerű környezet esetén egy döntés befolyásolhatja az összes többi soron következő döntést is.
- **Statikus vagy dinamikus:**  
Abban az esetben beszélhetünk dinamikus környezetről, ha az képes a változásra azon idő alatt, míg az ágens gondolkodik. Amennyiben a környezet nem változhat ugyanezen feltételek mellett, akkor statikus környezetről beszélünk. Be kell látni, hogy a statikus környezet felépítése egyszerűbb, mivel nem szükséges a környezet állandó monitorozása, és az idő sem releváns. Az olyan speciális eseteket, ha az idő változásától függetlenül sem változik meg az ágens környezet, a teljesítményértéke azonban igen, szemidinamikus környezetnek nevezzük.
- **Diszkrét vagy folytonos:**  
A diszkrét, illetve folytonos nem egyszerűen az ágens környezete lehet, hanem a környezet állapotán kívül lehet az időkezelés módja, az ágens észlelése, valamint annak cselekvései is.
- **Egyágens vagy multiágens:**  
Az az ágens, mely a környezetében egyedül működik tekinthető egyágensnek, míg ha egy adott környezetben több ágens is működik multiágensről beszélünk. Multiágens esetén továbbá beszélhetünk versengő, együttműködő vagy részben együttműködő ágensekről is. [1]

A 3. táblázatban példákat találhatunk a feladatkörnyezetek dimenzióira.

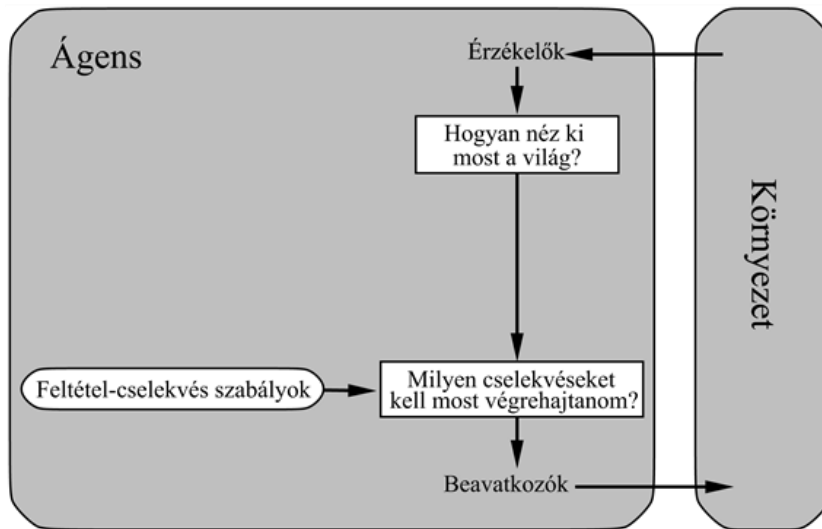
3. táblázat Feladatkörnyezetek [1]

Környezet	Megfigyelhető	Determinisztikus	Epizódszerű	Statikus	Diszkrét	Ágensek
Kereszt-rejtvény Sakkjátzsma időméréssel	Teljesen	Determinisztikus	Sorozat	Statikus	Diszkrét	Egy
	Teljesen	Stratégiai	Sorozat	Szemi-dinamikus	Diszkrét	Több
Póker Ostábla	Részben	Sztochasztikus	Sorozat	Statikus	Diszkrét	Több
	Teljesen	Sztochasztikus	Sorozat	Statikus	Diszkrét	Több
Taxivezetés Orvosi diagnosztika	Részben	Sztochasztikus	Sorozat	Dinamikus	Folytonos	Több
	Részben	Sztochasztikus	Sorozat	Dinamikus	Folytonos	Egy
Képfeldolgozó rendszer Alkatrész- felvevő robot	Teljesen	Determinisztikus	Epizód	Szemi-dinamikus	Folytonos	Egy
	Részben	Sztochasztikus	Epizód	Dinamikus	Folytonos	Egy
Olajfinomító- vezérlő Interaktív angol tanár	Részben	Sztochasztikus	Sorozat	Dinamikus	Folytonos	Egy
	Részben	Sztochasztikus	Sorozat	Dinamikus	Diszkrét	Több

Az ágenszt működtető **ágensprogram** hivatott arra, hogy az ágensfüggvény alapján megvalósítsa az érzékelők észlelése és az aktorok cselekvése közti lépést, vagy lépéseket. Az elkészült program valamilyen eszközön fut, mely rendelkezik érzékelőkkel és beavatkozókcal, amit architektúrának nevezünk, vagyis az ágenszt az architektúra és a program együttese alkotja. Az ágensprogramokat alapvetően négyféleképpen szokás csoportosítani, mely megkülönböztetések azok működési alapelveik alapján következnek be. A négy ágensprogramtípusa az alábbi:

- Egyszerű reflexszerű ágens
- Modellalapú reflexszerű ágens
- Célorientált ágens
- Hasznosságorientált ágens [1]

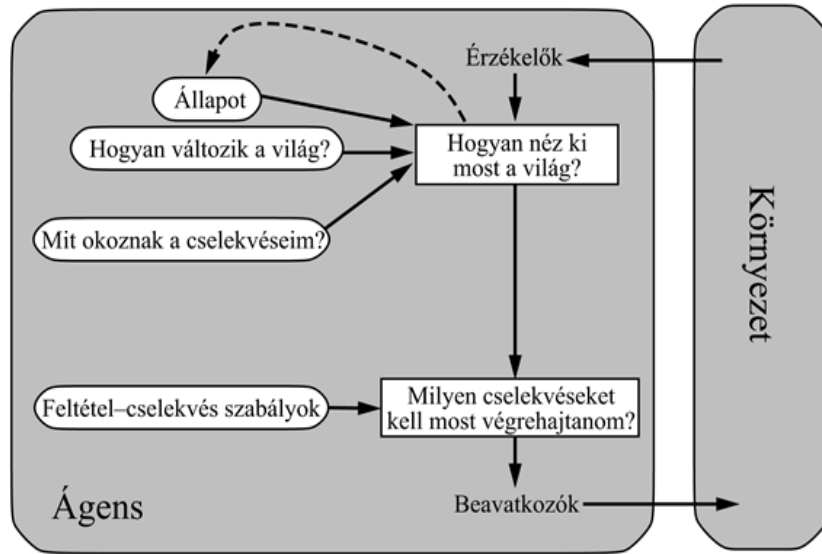
Az **egyszerű reflexszerű ágens** a nevének megfelelően a legegyszerűbb ágensfajta. Ezen típusú ágensek az érzékelők pillanatnyi értékeiknek megfelelően választják ki akciójukat. Az érzékelők korábbi értékeit teljesen figyelmen kívül hagyják. Az egyszerű reflexszerű ágens működésének vázlatát a 3. ábrán láthatjuk. [1] [5]



3. ábra Egyszerű reflexszerű ágens működése [1]

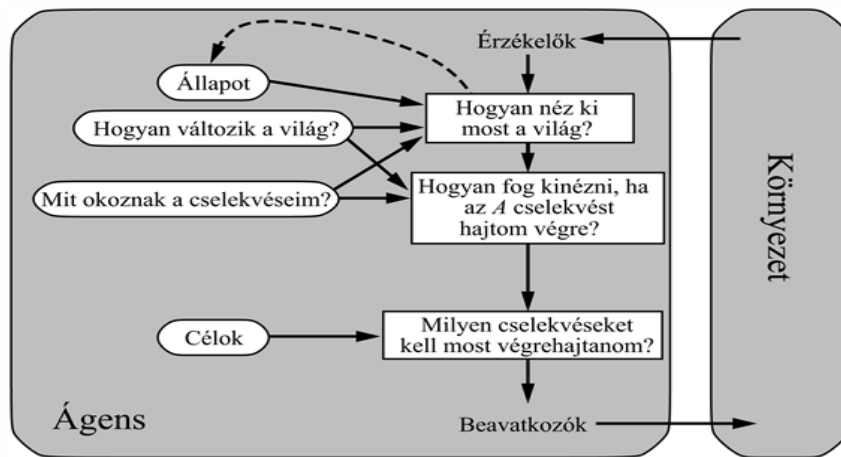
Az ábra alapján látható, hogy az ilyen típusú ágensek egyszerűségük mellett meglehetősen korlátozott intelligenciával rendelkeznek. Az ágens, akkor és csak akkor működőképes, ha döntése az érzékelőjének pillanatnyi értéke alapján meghozható, vagyis a környezet teljes mértékben megfigyelhető. [1] [5]

Az **modellalapú reflexszerű ágens** a nevének megfelelően az őt körülvevő világról leképzett modell alapján segíti döntéseit. Vagyis nyilvántart egyfajta belső állapotot, melyet az érzékelői észlelései alapján tesz meg. A 4. ábrán láthatjuk a modellalapú reflexszerű ágens működését. Az ábrán jól látható, hogy az előző egyszerű ágenshez képest, egy belső modellben nyomon követi az őt körülvevő világ állapotát, és ezen állapot és a jelenlegi észlelés segítségével hozza meg döntését az egyszerű reflexszerű ágenshez hasonlóan. [1] [5]



4. ábra Modellalapú reflexszerű ágens működése [1]

Az **célorientált ágens** a nevének megfelelően rendelkezik egy cél információval, mely leírja a megkívánt cselekedeteket a cél eléréséig. Az ilyen típusú ágens működését szemlélteti az 5. ábra. [1]

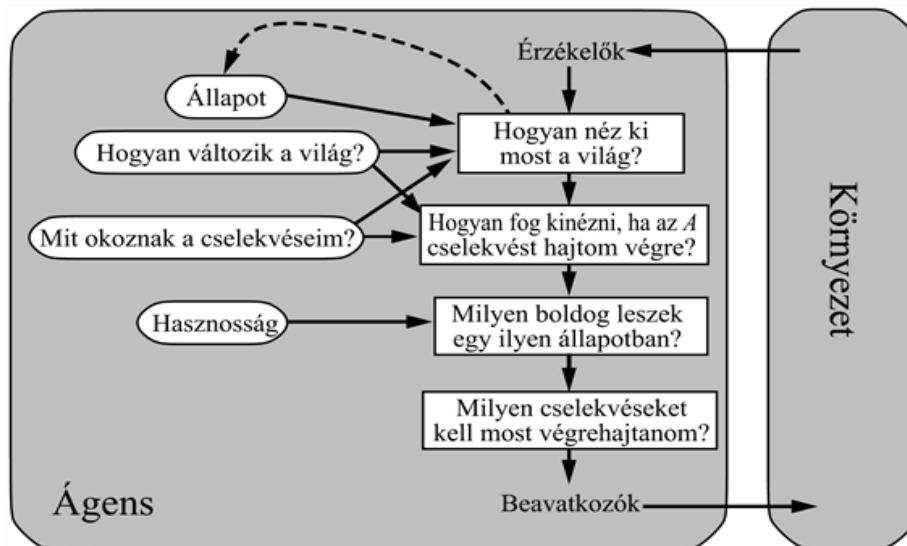


5. ábra Célorientált ágens működése [1]

Az ábrából jól kivehető, hogy az ilyen típusú ágens a világ állapotának nyomonkövetésével és az eléni kívánt célok birtokában, ki tudja választani azon akciót, mely végezetül a kitűzött cél eléréséhez vezet. A célorientált ágenseknél a választás egyszerűnek tekinthető, ha a cél egyetlen

cselekvéssel elérhető. Abban az esetben azonban, ahol az ágensnek a cél eléréséhez, akár többször vissza kell térnie egy előző ponthoz a helyzet közel sem tekinthető egyszerűnek. Ilyen esetekben az MI erre specializálódott területei alkalmazhatók, melyek például a keresés vagy a tervekészítés. [1]

Az **hasznosságorientált ágens** számára, a nevének megfelelően már nem csak a cél elérése fontos, hanem az is, hogy hogyan éri el azt. Vagyis a célon kívül különbséget tud a között, hogy az egyik állapot előnyösebb a másiktól, tehát felméri annak hasznosságát. Az ilyen típusú ágens működését szemlélteti a 6. ábra. Az ágens a világmodell mellett egy fűvényt is használ. Ez az alkalmazott hasznosságfüggvény az állapotot leképzi egy valós számra, melynek értékéhez hasznossági fok rendelhető hozzá. [1]

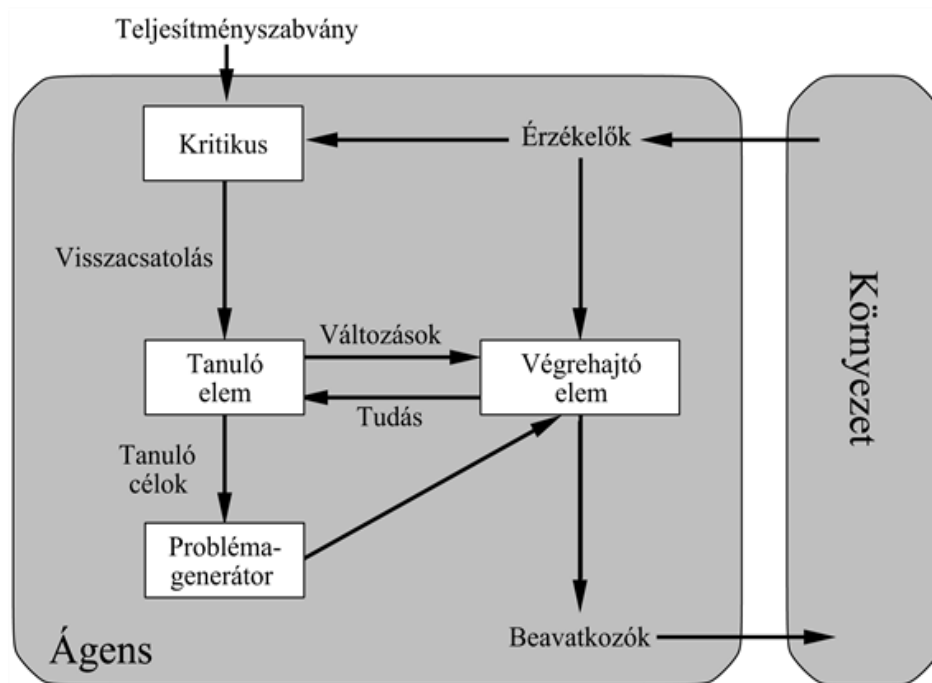


6. ábra Hasznosságorientált ágens működése [1]

Az ágensprogramok cselekvéskiválasztási mechanizmusán túl fontos annak létrejötte is. Turing már 1950-es cikkében is foglalkozik azzal a problémával, miszerint, ha az intelligens gépeket kézzel programoznánk fel, az túl hosszadalmas lenne, így már akkor előrevetítette, hogy az eredményesség érdekében célszerű lenne tanuló gépeket készíteni. A tanuló ágens általános modelljét a 7. ábra szemlélteti. Az ábrán jól látható, hogy a tanuló ágens négy komponensre bontható, az alábbiak szerint:



- A tanuló elem, mely a javításokért felelős.
- A végrehajtó elem, mely felelős az észlelésért és a cselekvés kiválasztásáért.
- A kritikus, mely biztosítja a tanuló elem számára az ágens működéséről a visszajelzést.
- A problémagenerátor, mely olyan akciókat javasol az ágens számára, mely informatív és új tapasztalatok megszerzéséhez vezet. [1]



7. ábra Tanuló ágens működése [1]

A rendszer működéséhez egy teljesítményszabvány is hozzájárul, mely informálja az ágenst, hogy döntései a teljesítményt hogyan befolyásolják. [1]

### 3. Lágy számítási modellek

A mesterséges intelligencia egyik kiemelkedő kutatási és megvalósítási módszere a Soft Computing, vagy magyarul a lágy számítási modell. Nevét onnan kapta, hogy jól használható modellt adnak a teljesen hamis és teljesen igaz úgynevezett hard, - vagy más néven kemény - logikai állítások között elhelyezkedő folytonos soft - vagy más néven lágy - átmenetek kezelésére is kiválóan alkalmas. Ez egy a természetes emberi megközelítéshez, feladatmegoldáshoz meglehetősen közelálló módszer, mely ugyanakkor mesterséges és automatizált. Ez a módszer a hagyományos számítási módszerekkel szemben meglehetősen jól kezeli a pontatlanságot, a bizonytalanságot, az információ hiányát illetve a közelítő következtetést. [8] [9]

Vagyis, míg komplex rendszerek esetén a problémák bizonyos része megoldható analitikus módon, numerikus módszerek alkalmazásával, vagy valamilyen algoritmus segítségével megoldható, még ha esetlegesen szükséges is egy PC alkalmazása például az algoritmus futtatásához. Viszont léteznek olyan problémák, melyek megoldási nehézsége magas szintű tapasztalatot, szakértelmet, intelligenciát igényel, ugyanakkor a várt eredmény a feladat nehézsége miatt várhatóan nem optimális, csak megfelelően jó, mivel esetlegesen nem létezik megoldó algoritmus, vagy annak számítási igénye túl magas. Hatékony algoritmus híján alkalmazhatjuk a hagyományostól eltérő lágy számítási módszereket, melyek a feladat nehézségét adó pontatlanságot, határozatlanságot, bizonytalanságot, részigazságot és közelítést alapvetően biológiai inspirációjú eljárások segítségével kezeli. Vagyis összehasonlítva a lágy és kemény számítási módszereket, az utóbbinak szigorú szabályai vannak, hiszen a feladat megoldásához adottak a bemenetek, a kimenetek és a szükséges eljárás. Ezek és a jól határolt szabályok adják az eredmény pontosságát, mely bizonytalanságmentes. A számítások többszöri ismétlése is azonos eredményt adnak a bementi paraméterek változatlansága esetén. Ezzel szemben a lágy számítási módszerek ugyanazon bemeneti paraméterek mellett, többszöri futtatás esetén többféle megoldást adnak. [9] [10]

A lágy számítási módszerek a fuzzy, vagyis az elmosódott halmazok elméletén alapszik, ami a többértékű logikai szemantikák egyike. A fuzzy elmélet Lotfi A. Zadeh nevéhez fűződik,

aki 1965-ben jelentette meg első ilyen témájú cikkét. Majd 1991-ben megjelentetett újabb cikkében, először nevezte lágy számítási modell gyűjtőnéven a fuzzy, a neurális hálózat és a generikus algoritmus elméleteket. S még ebben az időben, ez a tudományterületet csak a doktori iskolákban oktatták, addig napjainkra a gyakorlat részévé vált és része a műszaki felsőoktatási tananyagoknak. Zadeh 1994-ben az alábbiak szerint definiálta lágy számítási módszerét:

*„A soft computing nem elvek és technikák homogén egysége, hanem különböző – egymástól akár igen távoli – módszerek együttes használata a vezérelvnek megfelelően. A soft computing legfőbb célja kiaknázni a pontatlanság és bizonytalanság elviselését a kezelhetőség, robosztusság és alacsony megoldási költség biztosítása érdekében. A soft computing fő elemei a fuzzy logika, neurális számítások és valószínűségi érvelés, utóbbiba beleértve a genetikus algoritmusokat, a hihetőségi hálókat, kaotikus rendszereket és a tanuláselmélet bizonyos részeit. A fuzzy logika, neurális számítások és valószínűségi érvelés együttműködésében a fuzzy logika foglalkozik leginkább a pontatlansággal és közelítő érveléssel, a neurális számítások tanulással és görbeillesztéssel, a valószínűségi érvelés pedig a bizonytalansággal és a hihetőség terjesztésével.” [10]*

A fenti definíció leírása óta sokat bővült a lágy számítási módszerek csoportja, melyeket az alcsoportok megadásával az alábbiak:

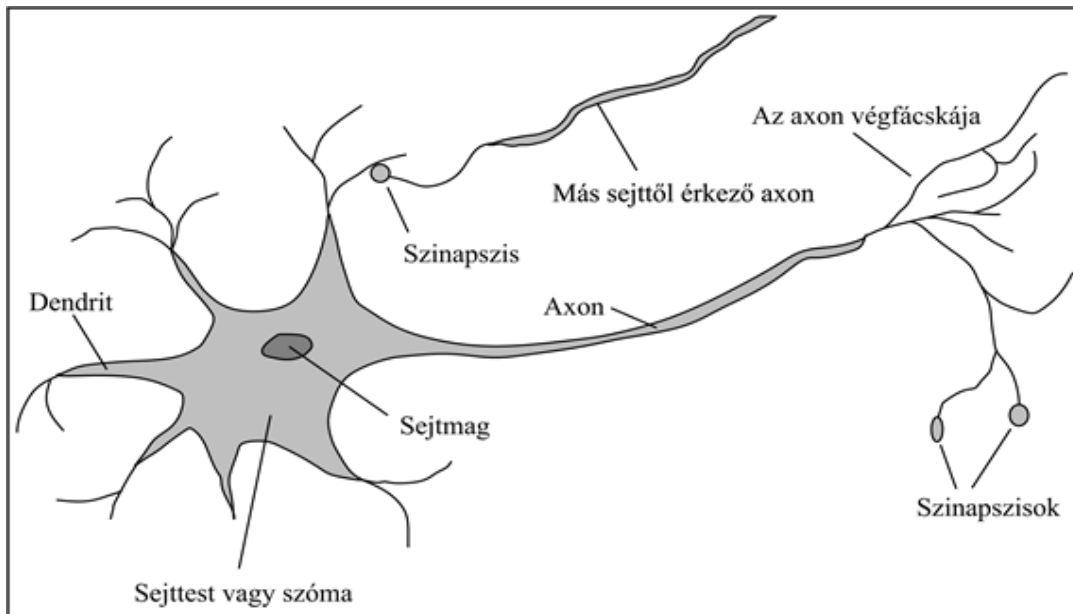
- Neurális hálózatok - Neural Networks (NN)
  - Perceptron
- Support Vector Machines (SVM)
- Fuzzy logika - Fuzzy Logic (FL)
- Evolúciós számítási módszerek – Evolutionary Computation
  - Evolúciós algoritmusok - Evolutionary Algorithms
  - Genetikus algoritmusok - Genetic Algorithms (GA)
  - Differenciális evolúció - Differential Evolution
- Metaheurisztikus és raj intelligencia - Metaheuristic and Swarm Intelligence
  - Hangyakolónia optimalizálás - Ant Colony Optimization
  - Részecske-raj alapú optimalizálás - Particle Swarm Optimization

- Tűzlégy algoritmus - Firefly Algorithm
- Valószínűség alapú ötletek - Ideas About Probability
  - Bayes-hálózat - Bayesian Network
- Káoszelmélet - Chaos theory [10]

A dolgozat korlátoltsága miatt a továbbiakban csak a neurális hálózatokkal foglalkozunk.

## 2.5. Neurális hálózatok általános jellemzői

A neurális tudományok egyrészt az idegrendszert, de leginkább az agyat tanulmányozzák. A mesterséges neurális hálózatokat pedig ez a biológiai működés inspirálta, tehát az emberi agy egymással összekapcsolt neuronjai adták az ötletet, hogy egyszerű számítási egységek neuronszerű összekapcsolásával próbáljanak megoldást találni egyáltalán nem vagy nehezen megoldható feladatok elvégzésére.



8. ábra A neuron részei [1]

A 8. ábrán láthatjuk a neuron részeit. Az ábra jól szemlélteti, hogy a sejtestből áll, mely tartalmaz egy sejtmagot. A sejtestből több elágazás indul meg, melyek néhány darab rövidebb

dendrit és egy darab hosszabb axon. Utóbbi meglehetősen messzire elér, mivel azok tipikusan 1 centiméter hosszúak, ami a sejttest-átmérő százszorosa (ezt az ábra nem reprezentálja megfelelően), de előfordul, hogy az 1 métert is eléri. Egyetlen neutron további 10–100 000 neutronnal tart fenn kapcsolatot a szinapszisok segítségével, melyek tulajdonképpen csatlakozások. A jelek egyik neutronról a másikra egy meglehetősen összetett elektrokémiai reakcióval jut el, melyek rövidtávon az agy aktivitásának szabályozásáért felelősség, hosszú távon pedig befolyásolják a neuronok helyzetét és a kapcsolódási rendszerüket, mely mechanizmusok tartják az agyi tanulás alapjának. Az információfeldolgozás az agy külső rétegében, vagyis az agykéregben történik. A feldolgozás szervezeti egy szövetoszlop, amely kb. 20 000 neuront tartalmaz. A 4. táblázatban egy 2003-as számítógép számítási erőforrásainak és az agy erőforrásainak összehasonlítását láthatjuk. [1] [10]

4. táblázat Feladatkörnyezetek [1]

	<b>Számítógép</b>	<b>Emberi agy</b>
Számítási egységek	1 CPU, $10^8$ kapu	$10^{11}$ neuron
Tárolóegységek	$10^{10}$ bit RAM $10^{11}$ bit diszk	$10^{11}$ neuron $10^{14}$ szinapszis
Ciklusidő	$10^{-9}$ mp	$10^{-3}$ mp
Sávszélesség	$10^{10}$ bit/mp	$10^{14}$ bit/mp
Memóriamódosítások száma másodpercenként	$10^9$	$10^{14}$

Az agy és a számítógépek feladata alapvetően különböző, és eltérő tulajdonságokkal is rendelkeznek. A táblázatban látható, hogy az emberi agy megközelítőleg 1000-szer több neuront tartalmaz, mint egy korszerű PC processzor kapuinak száma. A Moore –törvény alapján prognosztizálható, hogy számszaki egyenlőség 2020 körül lesz. Fontos ugyanakkor leszögezni, hogy a legnagyobb különbség nem a tárolókapacitásban rejlik, az sokkal inkább a kapcsolási sebességben és a párhuzamosságban mutatkozik. A PC egy utasítást nanomásodpercek alatt hajt végre, egy neutron ennél milliószor lassabban. Ugyanakkor az agy képest ezt az óriási hátrányt leküzdeni, hiszen minden neutron és azok szinapsziszai egyszerre aktívak, vagyis működése maximálisan párhuzamos, mely párhuzamosság a számítógép tekintetében kimerül néhány párhuzamos taszk futtatásában. Vagyis végeredményben az agy gyorsasága százezerszer nagyobb. [1] [10]

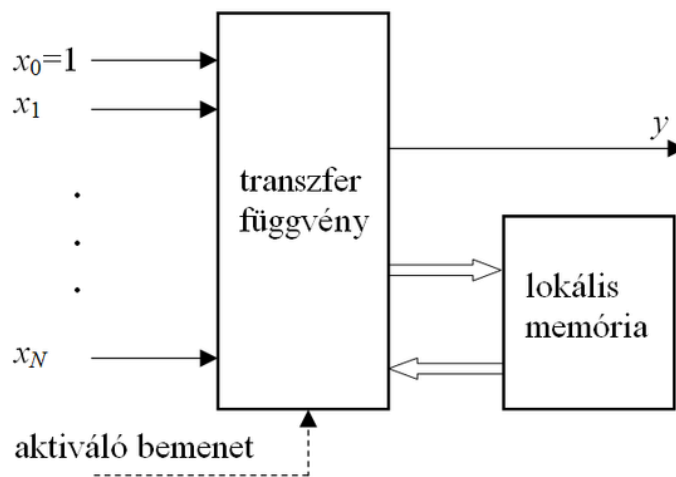
A neutrális hálózatokat próbálták hardverként is utánozni, de alapvetően gyakoribb a szoftveres kivitel. Egy szoftveres mesterséges neuronra jellemző, hogy több bemenetű, egy kimenetű számítási egység, amiből a neutrális hálózatok felépülnek. A felépülés történhet egy vagy több elemi egységből, és a hálózaton belül a továbbított jelek binárisak, vagy nulla és egy közti értéket vesznek fel. A neuronok között kapcsolatot numerikus súlytényezőkkel valósítják meg. A neuronok szerveződhetnek rétegekben, vagy alkothatnak laza, szervezethez nélküli hálózatot. Az elemi egységek kapcsolata szempontjából lehet egyirányú, vagy tartalmazhat visszacsatolásokat is. Időbeli viselkedésük alapján a hálózat működése lehet folytonos vagy diszkrét jellegű. Míg előbbi inkább irányítási rendszereknél alkalmazható, melyek igénylik a folyamatosan változó jeleket, addig az utóbbit függvény approximációra, illetve adatok csoportosítására használják. A tanítás tekintetében is a biológiai mechanizmust vették alapul, mely alapján a módszerek két nagy csoportba sorolhatók: az önálló és a felügyelt tanulás, ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy vannak, az egyik csoportba sem sorolható eljárások. Akkor beszélünk felügyelt tanulásról, ha a hálózatba vezetett bemenet vektorhoz kimenet vektor tartozik, vagyis egy adott bemenethez ismeretes a várt kimenet. Ebben az esetben a cél az elvárt kimenet és a hálózat által számított kimenet közti különbség, vagyis hiba csökkentése. Az önálló tanulás esetén nincs minden bemenet vektorhoz kimenetünk. Fontos megjegyezni, hogy ez a tanulási módszer sem visszacsatolás-mentes, vagyis nem teljesen önálló. Így szükséges az eredmények ellenőrzése, azonban nem minden számításnál, hanem csak bizonyos tanulási idő elteltével. [1] [10]

A definícióját tekintve, neurális hálózatnak nevezhetjük, azt a szoftver, vagy hardver megvalósítású párhuzamos, elosztott működésre képes információ feldolgozó eszközt, amely:

- hasonló típusú, vagy azonos lokális feldolgozást végző műveleti elem, neuron többnyire rendezett topológiájú, nagymértékben összekapcsolt rendszeréből áll,
- rendelkezik tanulási algoritmussal, mely általában minta alapján való tanulást jelent, és amely az információfeldolgozás módját határozza meg,
- rendelkezik a megtanult információ felhasználását lehetővé tevő információ előhívási algoritmussal. [12]

## 2.6. A neurális hálózat elemei

A neurális hálózatok eleme a **neuron** más néven műveleti vagy processzáló elem. Ahogy azt már korábban leírtuk a neuron több-bemenetű, egy-kimenetű eszköz, mely a bemenetek és a kimenet közt többnyire nemlineáris leképezést valósít meg. A neuron lokális memóriával rendelkezhet, mely képes bemeneti, vagy kimeneti értékeket vagy a működés előéletére vonatkozó állapotinformációt tárolni. Az aktuális kimeneti értéket a bemeneti- és a tárolt értékekből, vagy csak a bemeneti- értékekből hozza létre egy tipikusan nemlineáris függvény alkalmazásával. Ezt a nemlineáris függvényt aktiváló vagy aktivációs függvénynek szokás nevezni. Egy általános neuron elvi felépítését láthatjuk a 9. ábrán.



9. ábra A neuron elvi felépítése [12]

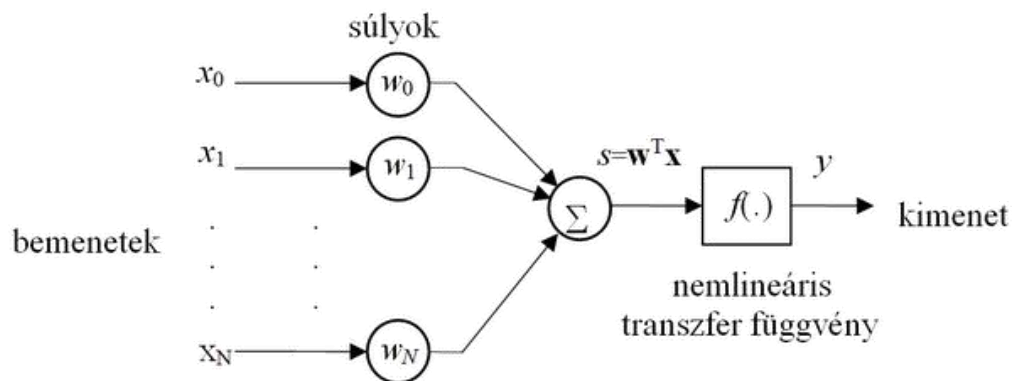
Ahogy azt az ábrán is megfigyelhetjük, az egyes neuronok rendelkeznek egyrésztől változó értékeket hordozó bemenetekkel, melyek lehetnek például a hálózat bemeneti jelei, vagy más neuronok kimeneti jelei, másrésztől konstans értéket hordozó bemenettel is rendelkezhetnek. Az aktiváló bemenet a hálózat ütemezését vezérli akkor, ha a működés diszkrét idejű, ellenkező esetben az elmarad. A neutron matematikai formája diszkrét idejű hálózat esetén az alábbi:

$$y(k) = f(\mathbf{x}(k), \mathbf{x}(k-1), \dots, \mathbf{x}(k-M), y(k-1), \dots, y(k-L))$$

ahol:

- $k$  az időlépés indexe
- $\mathbf{x}(k) = [x_0(k), x_1(k), \dots, x_N(k)]^T$

A 10. ábrán egy egyenrangú bemenetekkel rendelkező memóriával nem rendelkező neuron tipikus felépítését láthatjuk. Az ábrán látható neuron esetén az  $x_i$  skalár bemenetek  $w_i$  ( $i=0,1,\dots,N$ ) súlyozással kerülnek összegzésre, majd a súlyozott összeg egy  $f(\cdot)$  nemlineáris elemre kerül. Az ilyen neuronok esetén szokás a bemeneti jelek súlyozott összegét ingernek, míg a kimeneti jelet válasznak nevezni, melyek a biológiai analógiára utalnak. [12]



10. ábra Egyenrangú bemenetekkel rendelkező memória nélküli neuron felépítése [12]

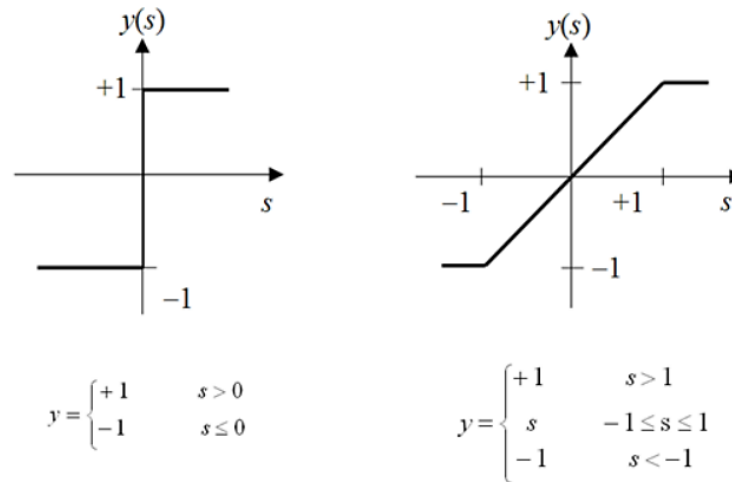
Ez az összegzővel sorba kapcsolt nemlinearitást használó egyszerű felépítésű neuront 1958-ban Frank Rosenblatt perceptron néven, illetve 1960-ban Bernard Widrow adaline néven javasolta. A két neuron-modell felépítése csupán az alkalmazott tanítási eljárásokban különbözik. Mindkét leképezést az alábbi összefüggés adja meg:

$$y = f(s) = f(\mathbf{w}^T \mathbf{x})$$

Vannak olyan neurális hálózatok, a nemlineáris transzfer függvény elmarad, vagyis lineáris neuronokról is beszélhetünk. Ezeket azonban ritkán használják, legtöbbször egy nagyobb

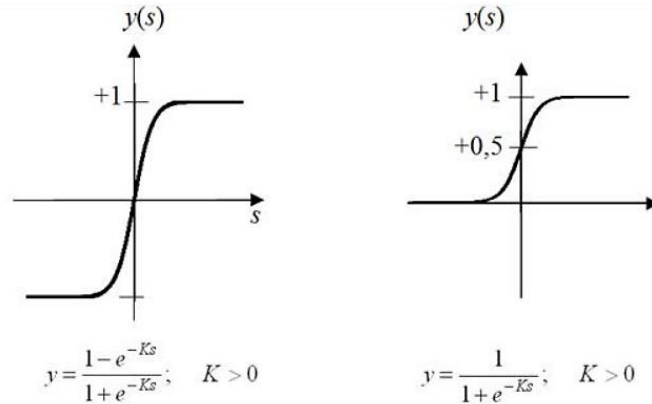


hálózat kimeneteinek előállítására szolgál. Ugyanakkor léteznek olyan, nem ellenőrzött tanítású hálózatok, melyek csak lineáris neuronokból épülnek fel. Ezen a hálózatoknál a specifikus tulajdonságot a súlyok kialakítása, a specifikus tanulási eljárás biztosítja.



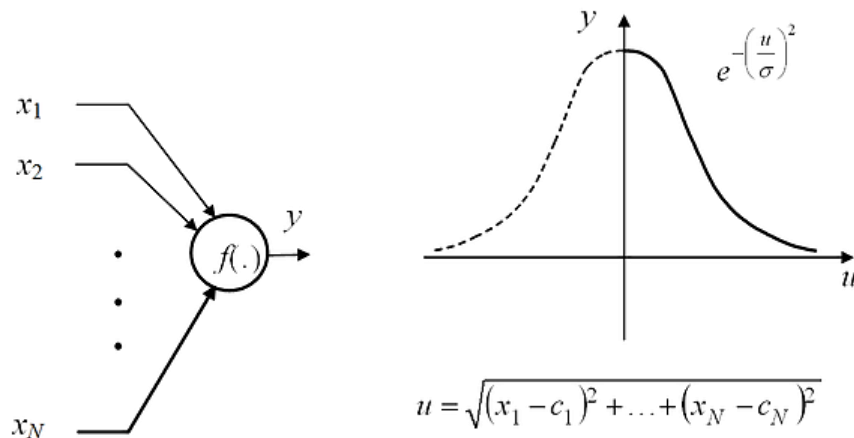
11. ábra Lépcsős és telítéses lineáris függvény [12]

A nemlineáris aktivációs függvény küszöbfüggvény jellegű leképezés, értelmezési tartománya általánosságban a valós számok halmaza, az értékkészlete pedig a valós számok egy korlátos részhalmaza. A négy legelterjedtebb változatát mutatja be a 11. és 12. ábra. A 11. ábrán láthatjuk a neutronokban használt tipikus aktivációs függvények két fajtáját, baloldalon a lépcsősfüggvényt és jobb oldalon a telítéses lineáris függvényt. A 12. ábrán láthatjuk a neutronokban használt tipikus aktivációs függvények másik két fajtáját, baloldalon a tangens hiperbolikus függvényt,  $K=2$  esetén és jobb oldalon a logisztikus függvényt. Ez a két utóbbi függvény folytonos, monoton növekvő, telítődő jellegű függvények, melyeket szigmoidnak nevezünk. [12]



12. ábra Tangens hiperbolikus és logisztikus függvény [12]

Bizonyos esetekben az alapján, hogy növeli, vagy csökkenti a bemeneti jel a neuron kimenetén a válasz jelet csoportokba oszthatjuk a neuron bemeneteit. Ezeket a jelcsoportokat a gerjesztő vagy gátló bemeneteknek nevezzük. A memória nélküli, gerjesztő és gátló bemenetekkel is rendelkező neuronokra példa a Fukushima által képfeldolgozásra javasolt típus. A 13 ábrán is egy memória nélküli neutront láthatunk. [12]



13. ábra Bemeneti összegzést nem használó neutron [12]

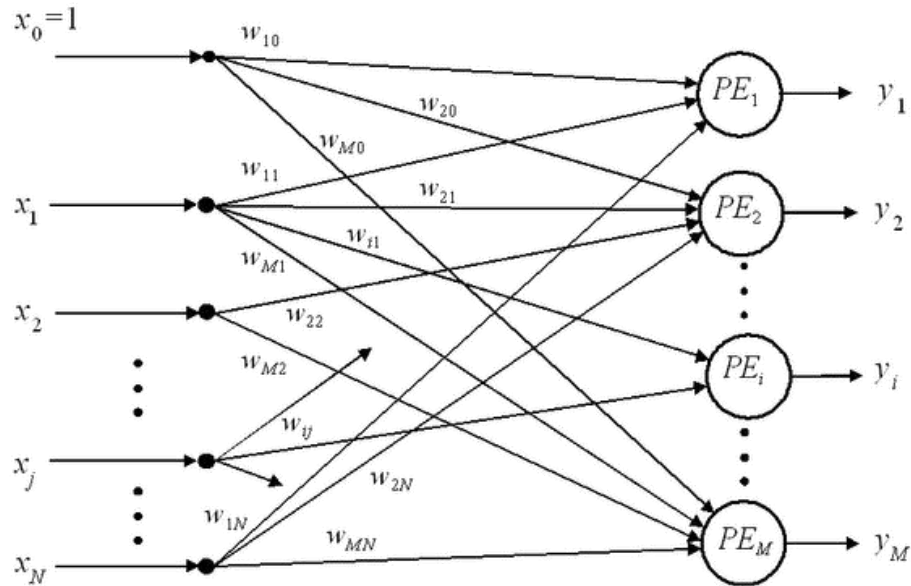
Az ábrán látható neutron minden bemenete közvetlenül a nemlineáris elemre csatlakozik, így a nemlineáris aktivációs függvény előtt nincs összegzés, ugyanakkor nem egybemenetű. [12]

A neurális hálózat bemenete vagy egy neuron kimenete felől egy neuron bemenete vagy a hálózat kimenete felé használt összeköttetések egyirányú jelterjedést biztosítanak. Egy kimenet több bemenettel köthető össze, ilyenkor minden bemenet ugyanazt a jelet kapja. Kimeneteket egymással semmilyen körülmények között sem köthetünk össze. Az összeköttetések késleltetés nélküliek. [12]

## 2.7. A neurális hálózat topológiája

A hálózat topológia nem más, mint a neuronok összeköttetési rendszerét, valamint a hálózat bemeneteinek, illetve kimeneteinek helye. A hálózati topológiát irányított gráffal szokás megjeleníteni. A gráf csomópontjai megfelelnek a neuronoknak, a kapcsolatokat a kimenetek, valamint a bemenetek közt a gráf élei reprezentálják. A csomópontokra jellemző, hogy azon jellemzően nem kapcsolódnak az összes többi csomóponthoz, hanem csak a csomópontok részhalmazához, ami lehetőséget ad arra, hogy részhalmazokra bontsuk a neuronokat, mely alapján háromféle neuront különböztetünk meg:

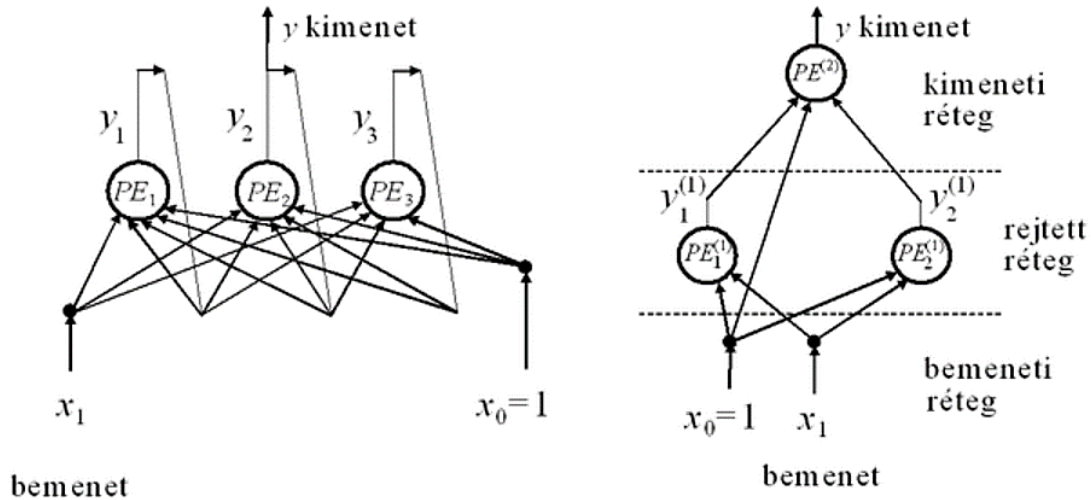
- Bementi neuron – egy bemenettel, és egy kimenettel rendelkező, buffer jellegű neuron, melyeknek jelfeldolgozó, processzáló feladata nincs. Bemenete, maga a hálózat bemenete, kimenete pedig más neuronra csatlakozik.
- Kimeneti neuron – kimenete a környezetnek továbbítja az információt, bemenete pedig egy másik neuronhoz csatlakozik.
- Rejtett neuron – bemenete és kimenete is másik neuronhoz csatlakozik.



14. ábra Egy egyrétegű hálózat [12]

Nem ritka megoldás, hogy a hasonló típusú neuronokat azonos rétegekbe szervezzük. Az egy rétegen belüli neuronok jellemzően hasonló tulajdonságokkal bírnak, vagyis azok mindegyike vagy bemeneti, vagy kimeneti, vagy pedig rejtett neuron. Ennek megfelelően létezik bemeneti réteg, kimeneti réteg, és természetesen rejtett réteg is. A bemeneti réteg csak információátadást végez, feldolgozást nem, vagyis feladata csupán annyi, hogy az információt a következő réteg bemeneteire eljuttassa. [12] [13]

Fontos, hogy a rétegekbe szervezett hálózat minimum egy bemeneti és egy kimeneti, vagyis két réteggel rendelkezik, illetve igény esetén e két réteg között tetszőleges számú rejtett réteg helyezhető el. A 14. ábrán láthatunk példát egy egyrétegű hálózat topológiájára. [12] [13]



15. ábra Hálózati topológiák [12]

A hálózatok annak függvényében, hogy elemei között milyen az összeköttetés beszélhetünk visszacsatolt és előrecsatolt hálózatról. Előbbiről akkor beszélünk, ha a gráf, mellyel a topológiát reprezentáljuk hurkot tartalmaz, ennek hiányában előrecsatolt hálózatról beszélünk. A 15. ábrán két hálózati topológiát láthatunk, a bal oldali egy teljesen összekötött, visszacsatolt, a jobb oldali pedig egy rétegekbe szervezett, előrecsatolt hálózat. [12] [13]

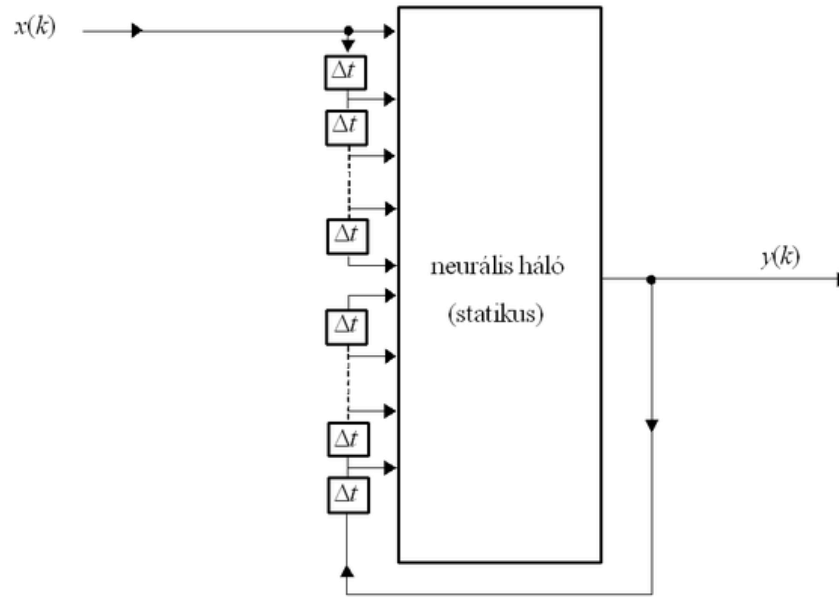
## 2.8. Az NN számítási képessége és felhasználása

A neurális hálózatok tulajdonságait, illetve képességeit elsősorban az határozza meg, hogy a hálózatban használt neuronoknak milyen tulajdonságai vannak, valamint, hogy milyen a hálózati topológia és a hálózat súlyértéke. Legfontosabb tulajdonságként kiemelendő, hogy tetszőleges be-kimeneti kapcsolatot, leképezést valósíthatunk meg, a megfelelő kialakítás esetén. Vagyis a neurális hálózatok univerzális approximátorok, melynek köszönhetően univerzális osztályozó és modellező eszközként tekinthetünk rájuk. A modellező, illetve osztályozó képességük meglehetősen széleskörű alkalmazási lehetőséget biztosít a neurális hálózatok számára. Fontos megjegyezni, hogy ezen hálók asszociatív memóriaként is viselkednek, illetve optimalizálási feladatoknál is használható. A továbbiakban a korábban említett működési lehetőséget fogjuk sorra venni.

**Az approximáló rendszerként működő neurális hálózat**

A statikus bemenet-kimenet leképezés gyakori a mérnöki alkalmazások számos területén, ilyen leképezésre lehet szükség például az alábbi feladatoknál: alakfelismerés, képfeldolgozás, osztályozási feladatok, szabályozástechnika, rendszer identifikáció, jelfeldolgozás. Ennek megfelelően a hálózatok számos típusa képes arra, hogy minták alapján a keresett leképezést előállítsa közelítő módon, melynek köszönhetően számos matematikai eredmény született segítségével. [12] [13]

Eleinte csak olyan feladatoknál alkalmazták a neurális hálókat, ahol a megoldandó probléma statikus volt, vagyis, ahol a pillanatnyi bemenetre adott válasz nem volt függvénye előző bementi és/vagy kimeneti értékek vagy az időnek. A valóságban azonban a feladatok jelentős része mutat valamilyen dinamikát, vagy a vizsgált folyamat, környezet változik az időben, esetlegesen a folyamat pillanatnyi értéke nem csak a bemeneti jeltől, hanem az előzményektől is függ. Vagy például ilyen az időben változó értéksorozat valahány elmúlt értékének ismeretében a következő értéket vagy értékeket kell előre jelezni, jósolni, melyeket idősor előrejelzési feladatoknak nevezünk. Könnyen belátható, hogy alkalmazása számos területen előnyös, így például gazdasági és pénzügyi folyamatok viselkedése, komplex ipari rendszerek működése, vagy természeti jelenségek lefolyása. Fontos kiemelni, hogy ilyen feladatoknál a modellező eljárásnak is a megfelelő időfüggést kell mutatnia. Ezt neurális hálózatoknál úgy érzük el, hogy a statikus feladatok megoldására kialakított neurális hálót kiegészítjük dinamikus komponensekkel. Erre mutat példát a 16. ábra, ahol a statikus neurális hálózatot be- és kimeneti késleltető sorokkal egészítjük ki, melynek köszönhetően az aktuális kimeneti érték az előző be- és kimeneti értékeknek is függvénye. [12] [13]



16. ábra Dinamikussá tett neurális hálózat [12]

### Az asszociatív memóriaként működő neurális hálózat

A statikus bemenet-kimenet leképezés gyakori a mérnöki alkalmazások számos területén. Ahogy azt korábban a neurális hálózatok definíciójánál is jeleztük, a hálózat memóriaként is felfogható, melybe tanulással információkat írhatunk, majd később előhívás segítségével visszaolvashatjuk azokat. Míg azonban a hagyományosan vett memória esetén az adatot egy kiválasztott címre írjuk be, addig a neurális hálót adattal címezhető memóriaként használjuk. Az adattal címezhető memória úgy működik, hogy a tanítási adathalmaz elemeit a hálózat bemenetére kapcsoljuk a tanulás során, a hálózatunk pedig felügyelt vagy önálló módon a hálózat kimenetéhez, tehát a címhez hozzárendeli az összetartozó adatokat. Vagyis ha asszociatív memóriaként használjuk a neurális hálózatot, akkor tulajdonképpen összetartozó adatpárokat használunk, a hálót pedig arra tanítjuk, hogy rendelje hozzá adott bemeneti adathoz a megfelelő kimeneti adatot. Előhívás során pedig természetesen az adatot szolgál bemenetként, és válaszként is egy adott adatot kapunk. [12] [13]

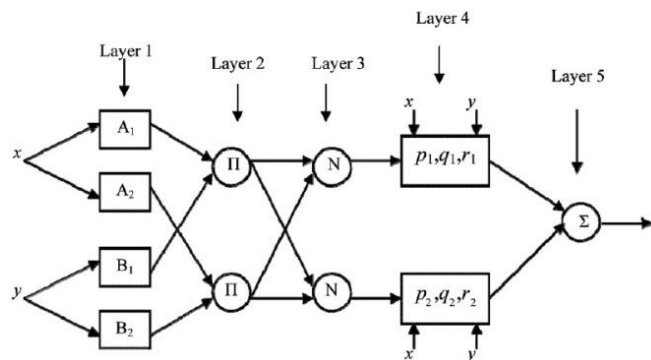
### Az optimalizáló rendszerként működő neurális hálózat

Számos mérnöki tevékenység egyik alapvető lépése az optimalizálás, mely során gyakran például költséget, számítási kapacitást, memóriai igényt csökkentünk, a rendszer struktúrájának,

valamint paramétereinek megfelelő megválasztásával. Tipikus példája a mérnöki optimalizálásnak, hogy a gyártási folyamat során egy gépcsoporttal elvégzendő feladatokat úgy optimalizáljuk, hogy azzal a műveletek összes ideje, illetve a várakozási idők minimalizálódjanak. Ilyen esetben neurális hálózatokat általában úgy alkalmaznak, hogy a minimalizálni kívánt paramétert kifejező skalár függvényt keresünk és egy olyan hálózat létrehozása a cél, melynek paramétereire egyértelműen hozzárendelhető függvényünk. Ezek a hálók többnyire visszacsatoltak, vagyis a háló valamely kiinduló állapotból egy tranziens során jut el egy végállapotba. Ha a hálót úgy tudtuk kialakítani, hogy bármely állapotból indítva, a lejátszódó tranziens során a függvényünk minden lépésben csökkenjen, akkor a végállapot valamilyen minimumot reprezentál. [12] [13]

## 2.9. Neuro-Fuzzy hálózatok

A gyakorlatban, és természetesen a gazdasági életben is gyakran ötvöznek rendszereket, annak érdekében, hogy az eredmény még jobb legyen. Így születtek meg a különböző hibrid rendszerek, melyek közül kiemelkedők a neuro-fuzzy rendszerek, melyben a fuzzy rendszert neurális architektúrával implementálják. Szokás adaptív neuro-fuzzy következtető rendszernek nevezni, vagy az angol rövidítésből ANFIS-nak (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System). Ez a hálózat egy ötrétegű és bármilyen lineáris vagy nemlineáris függvény közelítésére alkalmas.



17. ábra ANFIS struktúra [26]

A 17. ábrán egy ANFIS struktúrát láthatunk, mely két bemenettel, és egy kimenettel rendelkezik. Az ábrán a körök jelölik azon csomópontokat, melyek paraméter nélküliek



valamint két darab Takagi-Sugeno típusú szabályt, vagyis azon nem állíthatóak. A négyzetek jelölik azon csomópontokat, melyek állítható paraméterekkel rendelkeznek. Esetünkben a negyedik rétegben található csomópontok Takagi-Sugeno típusú szabályt tartalmaznak. Ezen rendszerek sajátossága, hogy a két szabályt, az alábbiak szerint adhatjuk meg: ha  $x_1 = A_1$  és  $x_2 = B_1$ , akkor  $z_1 = p_1x + q_1y + r_1$ ; illetve ha  $x_1 = A_2$  és  $x_2 = B_2$ , akkor  $z_2 = p_2x + q_2y + r_2$  [26] [27]

Az ábrán látható öt réget közül az első szolgál a fuzzyból ismeretes tagsági függvény megválasztására. Ez a tagsági függvény a vizsgált terület alaphalmazbeli értékei és a  $[0,1]$  intervallum közt valósít meg leképezést, feladata pedig, hogy leírja az alaphalmaz-elem mekkora mértékben tartozik a nyelvi értékekkel leírt csoportba. Láthatjuk, hogy a csupán egy bemenetről érkezik jel, minden neuronhoz. A második rétegben látható egy-egy neuronhoz egy fuzzy szabály tartozik, és a szabály feltételrészét képzik, kimenetük pedig a feltételrész eredő tagsági függvényértékét adják. A harmadik réteg feladata, hogy neuronjai kiszámítsák a szabályok illeszkedésének mértékét. A neuronok és a csomópontok száma azonos. A negyedik réteg a szabályok következményét határozza meg. A negyedik réteg minden neuronja pontosan egy harmadik rétegbeli csomópontoz kapcsolódik, valamint, a rendszer összes bementi értékével is rendelkezik. Az ötödik réteg csupán egyetlen neuront tartalmaz, mely a rendszer kimenetét állítja elő, egy egyszerű összeadás eredményeként. [26] [27] [28]

### **Felhasználási példa**

A neuro-fuzzy rendszerekre nagyon jó példa az idősor előrejelzés, mely bármely olyan területen fontos feladat, ahol elsősorban múltbéli adatokból próbálunk következtetni az idősor jövőbeli kinézetére. Vagyis, gyakran használt eljárás a gazdasági életben is, hiszen például a különböző árfolyamok alakulása mindig fontos szerepet kapott. Az első hibrid rendszer használata idősorokkal kapcsolatosan Castillo és Melin nevéhez fűződik, akik 2002-es cikkükben több módszert is összehasonlítottak egy konkrét előrejelzés kapcsán, azonban igazán hatásos az ANFIS bizonyult. Az idősor fraktál dimenzióját meghatározták a BOXCOUNT algoritmus segítségével. Ez az algoritmus az idősor görbáját egyre kisebb négyzetekkel fedi le, majd a négyzetek oldalhosszúságának függvényében regressziót illeszt. Az így meghatározott fraktál dimenzió, már egy olyan jellemző, mely az ANFIS által befogadható, és a rendszer taníthatóvá válik. [29]

## 4. Az MI alkalmazásai

Az mesterséges intelligencia tudományterület ma már az élet számos helyén teret kap. Az alábbiakban röviden bemutatásra kerül pár példa a teljesség igénye nélkül az élet bármely területéről. Már 1991-ben alkalmaztak MI-t az amerikai Védelmi Kutatási Ügynökség által, akik az Öböl-válság idején egy **DART - Dynamic Analysis and Replanning Tool** elnevezésű rendszer segítségével oldották meg az automatikus logisztikai tervekészítést és a szállítás ütemezést az amerikai haderő számára. A rendszer működése egyidejűleg 50 ezer járműre terjedt ki, mely többek között figyelembe vette a kiindulási és célállomásokat, útvonalakat és az összes paraméter közötti konfliktusfeloldást is. Az MI-nek köszönhetően a tervek órák alatt készen voltak, melyre korábban heteket kellett várni. Öt év múlva DiGioia kollégáival megalkotta a **HipNav rendszert**, mellyel robotszabályozással irányítja a csípőprotézis behelyezését valósították meg miután számítógépes látási technikák segítségével a páciens belső anatómiájának háromdimenziós modelljét létrehozták. Két évre rá, 1997-ben készítette Goodman és Keene azt a számítógépes sakkprogramot, az **IBM Deep Blue** elnevezésűt, mely legyőzte a világbajnok Garri Kaszparov-ot. Kaszparov később azt nyilatkozta, hogy egy „újfajta intelligenciát” érzett a sakktábla mögött. Az IBM részvényei a programnak köszönhetően 18 milliárd dollárral emelkedtek. Három év múlva, 2000-ben készítette Jonsson kollégával azt az autonóm tervekészítéssel és ütemezéssel foglalkozó programot, mely NASA **Remote Agent**-ra hallgat. A program a NASA által Földről küldött és definiált célok alapján generált a terveket, illetve azok végrehajtása közben monitorozta a rendszert, és helyzetben működés esetén detektálta és elhárította a hibát. [1]

### 4.1. Az MI és az adatbányászat

A mesterséges intelligencia megoldásait gyakran alkalmazzák olyankor, amikor nagy mennyiségű adat közül kell az információt megszerezni, vagyis adatbányászat során. Ilyen például az olyan egészségügyi alkalmazások, mint a Med-AI, vagy a KEFIR. A **MED-AI** célja, hogy nagy kórházi adatbázisokból olyan információkat nyerjen ki, melyek javítani tudják az ellátás hatékonyságát. Az adatok feldolgozáshoz neurális hálózatot és induktív technikák alkalmaztak. Használata során sikerült feltárni hibás számlákat, helytelen, valamint

gazdaságtalan klinikai eljárásokat, de például az operációk után fellépő megbetegedések számát is sikerült csökkenteni az alkalmazás segítségével. A **KEFIR** - Key Findings Reporter for Analysis of Healthcare Information, kevésbé volt specifikus. Ezt az alkalmazást azért fejlesztették, hogy megtalálja kirívó eltéréseket egy nagy, időben gyorsan változó kórházi adatbázisban, ill. annak jelentősebb attribútumaiban, a várt és múltbeli értékek alapján. Az egészségügy mellett alkalmaztak még ilyen rendszereket például a bűnügyi és tudományos területen is. A rendfenntartásnál is alkalmazták, ilyen volt például a **FAIS** (FinCen AI System) alkalmazás, melyet a pénzmosás kiszűrésére alkalmaztak, vagyis célja az volt, hogy kiszűrje a gyanús pénzügyi tranzakciókat, a lehetséges pénzmosásokat. Ez a rendszer nem csak hagyományos szakértő rendszer, hanem adatbányászó technikákat és MI-t alkalmazva a legkülönbözőbb perspektívákból összefüggéseket találjon és hatékony formában jelenítse meg a feltárt relációkat, megkönnyítve a hatalmas adattömegben való tájékozódását. Tudományos területen használták például a JarTool és a SKICAT alkalmazásokat. A **JarTool** a Vénusz krátereinek felderítésében segített a JPL adaptív felismerő eszköztárát alkalmazásával. a **SKICAT** pedig döntési fák alapján osztályozta égi objektumok millióit, mely segítségével 10 új kvazárt fedeztek fel az univerzumban. [14]

Természetesen ezeket az MI-vel megvalósított adatfeltárást a gazdasági területen is alkalmazták, így például marketing és pénzügyi területeken. Marketing alkalmazás például vásárlási trendek feltérképezése vagy a piackutatás. Előbbivel a Dickinson Direct foglalkozott és az **Information Harvester** nevű adatbányászó szoftvert alkalmazták, mely induktív szabálygenerálást és fuzzy technikát használt. A szoftver a rendelkezésére álló történeti vásárlási adatok alapján kimutatta az ügyfeleinek főbb vásárlási trendjeit, és szabályszerűségeket mutatott ki a korábbi marketing tevékenység alapján. Sikerült többek között tipikus vásárlói profilt állapítottak meg, mely alapján célorientált marketing stratégiát tudnak kidolgozni. Utóbbival a Reader's Digest Canada foglalkozott, akik a **Knowledge Seeker** szoftvert használták, mely döntési fa és induktív szabálygenerálás alapján működött. Segítségével meghatározták a főbb piaci szegmenseket, profitábilis részeket és a változó kapcsolatokat, melyek segítségével erős piaci pozíciót tudtak szerezni. Gazdasági vonalon is több ilyen alkalmazás látott napvilágot, melyek közül hármat emelnénk ki. Ilyen volt a gazdasági adatok tisztítására alkalmas **Recon** nevű alkalmazás, mely deduktív adatbázis és

induktív szabálygenerálás segítségével hozta meg döntéseit. Az alkalmazás célja az volt, hogy a pénzügyi történeti adatállományokat megtisztítsák. Az adatbázis meglehetősen nagy volt, mivel az több mint 2200 mexikói, brit és Euro kötvényről tartalmazott adatot. Elemzők különböző adatbázisokból a Recon segítségével kinyerhettek információkat a kötvényekkel kapcsolatban, melyeket beleépítve a Reconba, megtalálhatták a kirívó eseteket. Az eljárás segítségével sikeresen növelték az adatbázis állagát, kiszűrve a hibás bejegyzéseket, illetve a lejárt kötvényeket. A másik ilyen szoftver a **Clementine** volt, mely neurális hálózatokat, valamint induktív fa- és szabálygenerálást alkalmazott, és a tőzsdei adatok ellenőrzésére használták. A program külföldi tőzsde-adatokban keresett hibát, hogy árfolyam alakulás alapján durva előre jelzéssel szolgáljon. A program legnagyobb előnye az volt, hogy a rendelkezésére bocsátott adatokból autonóm módon működött változó árfolyam-alakulás feltételei mellett. Végül az utolsó bemutatott ilyen gazdaságban alkalmazott szoftver az **XpertRule Analyzer**, mely induktív szabálygenerálást alkalmazott. A cég célja az szoftverrel az volt, hogy feltárja, milyen hátralék problémák lehetnek az általa kezelt 500.000 szervezet jelzalog számláján. Számos adatprofil-meghatározó szabályt dolgoztak ki, hogy megtalálják mely számlák normálisak, vagy melyek mutatnak hátralékot, hol keletkezhetnek teljesíthetetlen hátralékok. Továbbá a cég hitelképesség kiértékelésére, illetve célorientált marketing-terv elkészítésére is használt ilyen technológiát. [14]

Mindenképpen érdemes megemlíteni az IBM által létrehozott mesterséges intelligenciát a **Watson**-t, melyre 2011-ben figyelt fel először a média, ugyanis Jeopardy! vetélkedőben a két korábbi csúcstartót utasította maga mögé. Az IBM szerint a Watson *„egy összetett elemzésre tervezett kognitív számítástechnikai rendszer, amelyet a nagy mértékben párhuzamosított POWER® processzorok és a DeepQA technológia integrációja tett lehetővé”*. S mivel a Watsont elemzésre tervezték, mi sem volt kézenfekvőbb, hogy összeházasítsák a Big Datával, azért, hogy minél több hasznos információt szedhessenek ki belőle. Big Datának azt az adathalmazt nevezzük, melyek méretük és vagy komplexitásuk miatt a hagyományos adatfeldolgozási eljárásokkal nem dolgozhatók fel. Így tehát a Watsont használják mind a pénzügyi, mind pedig az egészségügyi szektorban adatelemzésekre, előrejelzésekre, továbbá ügyfelek kiszolgálására. Érdekeség, hogy a Watson használata kereskedelmi forgalomban is elérhető, hogy megkönnyítse a cégek munkáját. [30]

## 4.2. Az MI és a pénzügyi szektor

Napjaink egyik legizgalmasabb pénzügyi projektje a 29 éves Dél-Afrikából származó Richard Craib nevéhez fűződik. A startup projekt neve a Numerai. A projektben egy a pénzügyi szektorban használt, folyamatosan tanuló mesterséges intelligencia. A projektben közel 7500 adattudós dolgozik, akik körülbelül 500 ezer különböző modellt dolgoztak ki, melyeket eljuttatnak Numeraihoz, mely így egyre okosabb. A projekt teljesen anonim, hiszen a feldolgozandó adatok kódolva küldik a tudósoknak, és a tudósok személye is teljesen ismeretlen marad Richard Craib előtt. Fontos megjegyezni, hogy azzal, hogy Craib az általuk birtokolt összes adatot titkosított formában a tudósoknak átadja, így az általa létrehozott algoritmusokat senki nem tudja más adathalmazon alkalmazni. Vagyis a rendszer teljesen más, viszont meglehetősen hatékony. Ezt a hatékonyságot mi sem bizonyítja jobban, hogy az egyik feltöltött modell ajánlotta a Salmar ASA nevű Norvég céget megvételre a májusi hónap elején, melyet a Numerai meg is vásárolt. A cég már május végére erős növekedést mutatott, ahogy azt a 18. ábrán is láthatjuk. [15]



18. ábra A cég növekedése [15]

## 4.3. FinTech

Napjaink másik érdekes jelensége a FinTech – Financial Technology, vagyis a pénzügyi-technológiai szektor. Ez a szektor olyan vállalatokat takar, melyek kihasználva a technológiai

lehetőségeket és innovációt pénzügyi szolgáltatásokat kínálnak a digitális felületeken keresztül, melyeket teszik vagy önállóan, vagy más hagyományos pénzügyi intézményeknek szolgáltatásként eladva. [16]

A számítástechnika hamar megjelent a bankok életében. A Bank of America már 1950-ben beszerezte első számítógépét, mellyel a csekkek feldolgozását végezték, ami már akkor képes volt karakterfelismerésre. Később megjelent a digitális banki rendszereken történő pénzküldés, a bankautomata és a nyomógombos telefonos bankolás. Napjainkban pedig mi sem természetesebb annál, hogy az interneten, vagy mobil applikáción keresztül fizetünk csekket, vagy indítunk átutalást. A FinTech cégek kezdetben azokat a réseket kezdték el betömni, melyeket a bankok úgy hagytak, hiszen semmi nem akadályozza meg a startupokat, hogy egy-egy banki funkciót kényelmesebben oldjanak meg. Így született például olyan cég, mely arra specializálódott, hogy a kis összegeket könnyen és egyszerűen tudjuk átutalni például az ismerőseinknek, akik meghívtak egy kávéra, mert a mi tárcánk a kocsiban maradt. Persze ez csak egy példa, ma már szinte minden banki területre találunk egy startup céget, legyen az biztosítás, valutakereskedelem, vagy hitel.

Ezen kívül egyre gyakoribbak az olyan neobanknak nevezett új típusú cégek, melyek kevés, vagy egyáltalán nem rendelkeznek fiókkal és csak mobilos vagy netbanki felületet kínálnak, és mindent arra tesznek fel, hogy a kényelem miatt özönleni fognak hozzájuk az ügyfelek. Így például Németországban, Szlovákiában és Ausztriában elérhető a Number26 bank, melynek oldalán csupán nyolc perc egy számlanyitás, és a bank többi folyamat is hasonlóan egyszerű. Az eddig felsoroltak persze meglehetősen hasonlítanak a hagyományos banki rendszerekhez. Az új rendszerek azonban attól lesznek forradalmian újak, hogy az emberi munkaerőt felváltja az algoritmusok, az MI. Ezzel egyrészt a bank minden szolgáltatása éjjel nappal elérhetővé válik, otthonról is lehet tőle tanácsot kérni, nem kell a bankig elmenni és ráadásul sokkal olcsóbb is, így a banki szolgáltatások ára is csökken. Ráadásul az mesterséges intelligencia tanuló képességének köszönhetően megismer minket, és ha megtanulta mire költünk, milyenek a szokásaink könnyen tud segíteni a spórolásban, vagy a pénzügyi ütemezésben, kimutatások és ábrák segítségével. [16] [17] [18] [19]

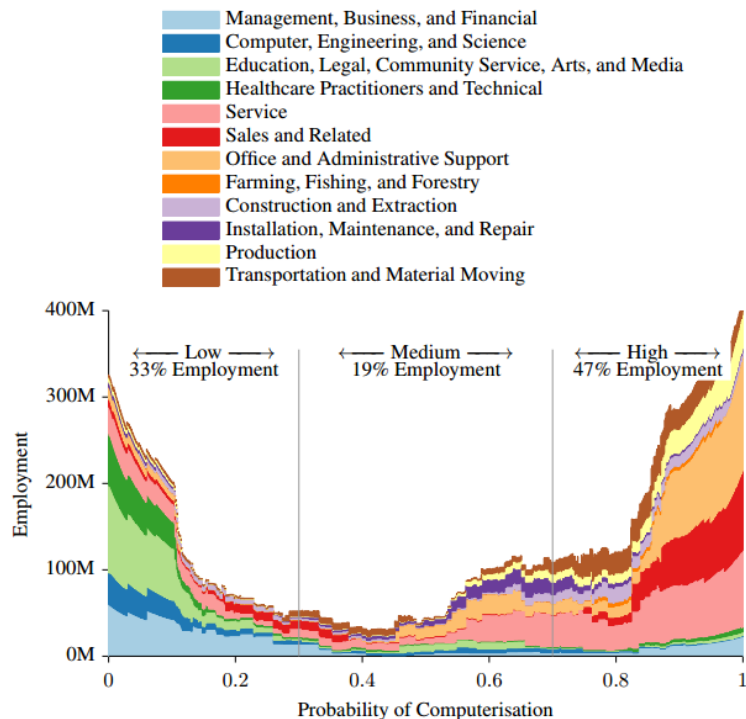
## 5. Az MI hatása a gazdaságra

Bár a közgazdaságtan és az operációkutatás nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a racionális ágens felfogásunk megszülethessen, mégis a mesterséges intelligencia kutatás évekig egészen más pályán haladt. Ennek egyik oka a racionális döntéshozatal látszólag nagy komplexitása volt. 1978-ban Herbert Simon az mesterséges intelligencia kutatás egyik úttörője a közgazdasági Nobel-díjat, hogy kimutatta, a kielégítő döntéshozatalon alapuló modellek, sokkal jobban leírják az emberi viselkedést, mint az optimális döntést keresik. Jól látható, hogy a mesterséges intelligencia már hosszú évek óta jelen van a gazdaságban. Számos elemzés prognosztizálja azt, hogy az elkövetkező évtizedekben a mesterséges intelligencia alkalmazásai óriási változást fognak hozni. [1] [21]

A korábbi évtizedekben megkezdődött és a mai napig tartó folyamatos automatizálásnak köszönhetően az összeszereléseket, és az egyéb monoton munkákat kiváltják. Erre egyrészt azért volt szükség, mert gyakran költséghatékonyabb, főleg ami a nyugati kultúrákat illeti, másrészt pedig a gépi munka sokkal precízebb, mint a kézi, így például, ha az autóparrá gondolunk, ahol a minőségi beszabályozás nagyon magas, nem csoda, hogy a gépesítés nagyban elterjedt. Fontos megjegyezni, hogy a gépiesítés azért is válik egyre fontosabbá, hiszen a civilizált nyugati társadalmak természetes szaporulata már túljutott a prognosztizált csúcson, a nyugati társadalmak népessége csökken, így a termelés jelenlegi szinten tartása ebből a szempontból is gépiesítést igényel. A fajta fizikai gépiesítés mellett megjelent a szoftveres automatizálás, mely további munkahelyeket is felszabadít.

Számos kutatás szól arról, hogy több százmillió vagy akár milliárd munkahely fog átalakulni, és válik feleslegessé az emberi munka a következő évtizedekben ennek a jelenségnek köszönhetően. Fontos megjegyezni, hogy a munkahelyek nem fognak megszűnni, csupán arról van szó, hogy az emberi munkát felváltja a gépi, legyen az hardveres vagy szoftveres. Az emberi jelenlét főleg azokon a területek fog megmaradni, ahol nagyobb szakértelmet, szaktudást, kreativitást, tapasztalatot kell felmutatni. A 19. ábrán láthatjuk az Amerikai Egyesült Államokban egy 2010-es kutatás eredményét, amiből az derül ki, hogy az egyes foglalkozási körökben mekkora az esélye a munkakör megszűnésének annak automatizációja miatt a

közeljövőben. Az ábráról leolvasható, hogy a menedzsment, oktatási, tudományos, művészeti, pénzügyi, üzleti, mérnöki, egészségügyi és médiát érintő területeken a munkakörök 33%-ában alacsony a kockázata annak, hogy a mesterséges intelligenciát alkalmazó szoftverek helyettesíteni fogják a humán munkaerőt. Ugyanakkor az eladási, a termelési, a szolgáltatások, az irodai és egyéb adminisztrációs állások 47%-ában komoly kockázata van annak, hogy mesterséges intelligenciát alkalmazó szoftverek fogják helyettesíteni a munkát. [21] [22] [23]

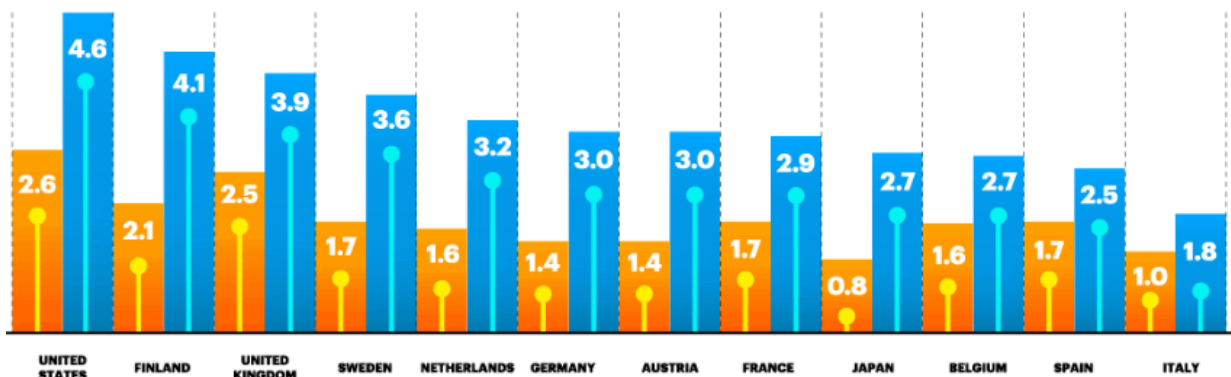


19. ábra Munkakörök automatizációjának valószínűsége [20]

Ugyanakkor az éremnek ebben az esetben is két oldala van. Egyes tanulmányok szerint a mesterséges intelligenciától fog függeni a gazdasági növekedésünk jövője, és a z MI-t a „növekedés üzemanyaga”-ként emlegeti [31]. Már most tapasztalható a növekedés visszaesése a termelésbe, ha ott csak a hagyományos eszközöket vetjük be legyen szó munkaerőről, vagy tőkebefektetőkről. Hiszen egyre kevesebb az a munkaerő aki szakmailag kompetens, a betanítási idő magas, ráadásul a termelésben gyakori fluktuáció miatt újra és újra szükséges megismételni, az újonnan érkezőknél, ami nem költséghatékony. Ráadásul a hagyományos emberi munka nagyobb minőségi kockázatot is rejt magában, hiszen közel sem olyan hatékony és pontos, mint

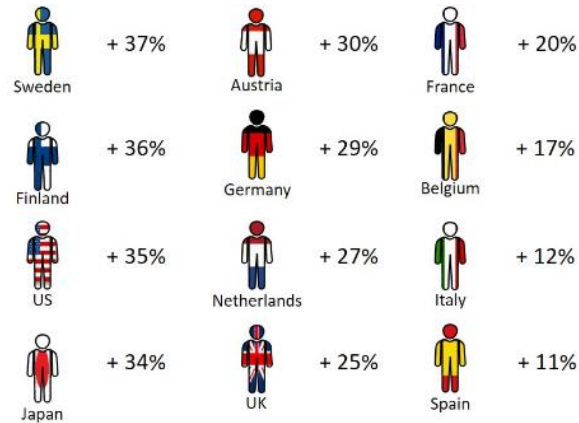


egy mesterséges munkaerő. És természetesen a tőkebefektetők is szívesebben viszik olyan helyre a pénzüket, mely a hatékony és pontos munkának köszönhetően profitábilisabb, valamint ha a megtérülés gyorsabb. Az Accenture Intézet és Frontier Economics közös kutatásában 12 fejlett ország gazdaságát vizsgálták, illetve prognosztizáltak várható jövőképet. A kutatás egyik eredményét a 20 ábrán láthatjuk, ahol a 2035-ben várható éves növekedés ütemét láthatjuk a nemzeti bruttó hozzáadott értékével prezentálva. Az ábrán narancssárgával jelölték az alapesetet, vagyis, ha nem használunk MI-t a gazdaságban, illetve kékkel azt az esetet, ha az MI adta lehetőségeket kiaknázzuk.



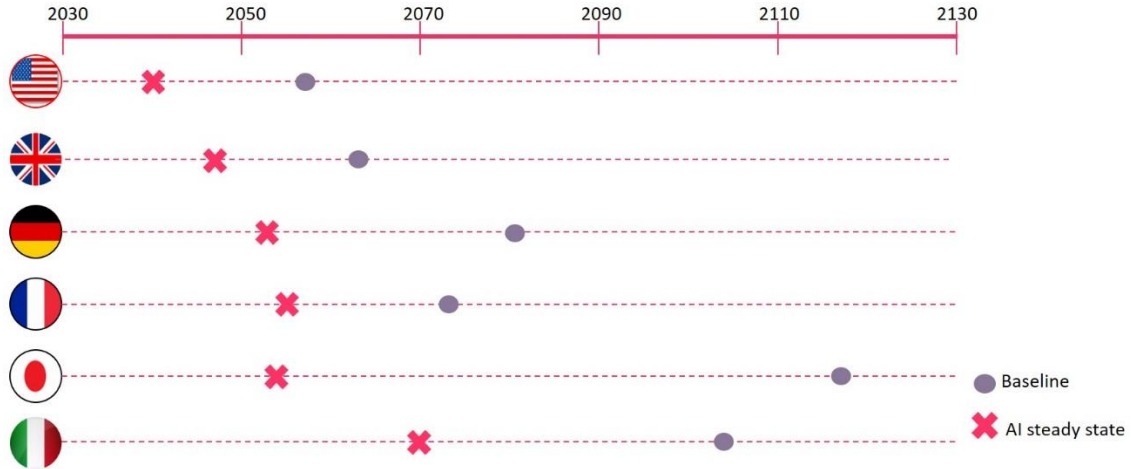
20. ábra Éves növekedés üteme 2035-ben [31]

Az eredmény meglepítő, hiszen Japán háromszoros növekedést produkálna (0,8 ->2,7), de az USA, Finnország, Svédország, Hollandia, Németország és Ausztria is duplájára növelné a bruttó hozzáadott értékét. Fontos azt is megjegyezni, hogy a többi ország, nevezetesen Anglia, Franciaország, Belgium, Spanyolország és Olaszország is jelentősen gyarapodna. Ugyanezen tanulmány részét képezte a munkaerő termelékenység vizsgálatát is. Az eredményt a 21 ábrán láthatjuk. A munkaerő termelékenység MI alkalmazásával, 2035-re mind a 12 országban eltérő mértékben ugyan, de határozottan növekedett. Köszönhető ez annak, hogy az MI-vel vezérelt technológiák lehetővé teszik az emberek számára, hogy több idejük legyen, illetve, hogy a monoton munkák helyett, a kreatívabb, izgalmasabb feladatokra koncentráljanak. Vagyis az emberekben szunnyadó potenciál is jobban kiaknázzható az MI-nek köszönhetően, ami komoly indikátora lenne a gazdasági fejlődésnek.



21. ábra Munkaerő termelékenység 2035-ben [31]

A fokozódó munkaerő termelékenység gyorsítaná a gazdaság megkétvezését. A kutatás ezen eredményét a 22. ábra összesíti. Szürke körrel jelölve a megkétvezés várható évét MI alkalmazása nélkül, és rózsaszín X-el jelölve azt az esetet, ha MI-t is használunk. Az ábráról leolvasható, hogy az MI gyakran a felére csökkenti a megkétveződési időt.



22. ábra a gazdaság megkétvezésének ideje [31]

A mesterséges intelligencia tehát óriási potenciált jelent, mind a gazdaság, mind pedig az ember számára. Az egyes országok felismerve és kihasználva a lehetőséget hatalmas előnyre tehetnek fel a többi MI-t nem használó országokkal szemben.

## 6. Összegzés

Ahogy azt a fentiek alapján láthattuk, a kiemelt lágy számítási módszereken belüli neurális hálózatok, mind pedig összességében a mesterséges intelligencia tudományterület alkalmas arra, hogy azt a pénzügyi szektorban alkalmazzák, ezt számos példán keresztül demonstráltam. Láttuk azt is, hogy az innovatív tudományterület nemcsak a pénzügyi szektorban alkalmazható, hanem szinte bármelyikben, így a jelensége a gazdaság egészét érinti. A mesterséges intelligencia egyre inkább jelen van mindennapjainkban, hiszen nincs olyan hónap, hogy ne cikkezzenek a témával kapcsolatban, és szinte nincs olyan terület ma a világon, amit ne igyekeznénk, vagy ne tudnánk hatékonyabbá tenni ennek segítségével.

Számos olyan terület létezik, ahol komplett munkahelyek szűnhetnek meg az MI miatt. Ez többnyire olyan munkák esetében mondható el, melyek kevesebb szakértelmet, szaktudást, kreativitást, és tapasztalatot igényelnek és ezáltal a mesterséges intelligencia eszközei képes nélkülözhetővé tenni az emberek munkáját. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy azok a területek, melyeken ugyan a munkahelyet nem szünteti meg, ott is jelentős minőségbeli javulást hozhat az MI azáltal, hogy például egy döntéstámogató rendszerrel segíti a dolgozók munkáját, növeli annak hatékonyságát, gyorsaságát. Vagyis, a mai napig nincs konszenzus arra vonatkozóan, hogy egyértelműen negatív vagy egyértelműen pozitív hatásai vannak a munkaerőpiac vonatkozásában.

Összegezve tehát, a mesterséges intelligencia megkérdőjelezhetetlenül jelen van mindennapjainkban, komoly hatással van a különböző szektorokra és ez a hatás napról-napra növekszik. Egyrészt számos munkahely fog megszűnni az MI térhódítása miatt, erre azonban még nem találtak megoldást. Ugyanakkor a szolgáltatások minősége és gyorsasága az MI-nek köszönhetően várhatóan javulni fog, illetve számos olyan problémát is meg tudunk majd általa oldani, melyek a korábbi rendelkezésre álló eszközök segítségével megoldhatatlannak bizonyultak.

## 7. Irodalomjegyzék

- [1] Stuart Russell, Peter Norvig: Mesterséges intelligencia, Modern megközelítésben, Második, átdolgozott, bővített kiadás, Budapest, Panem Kiadó, 2005, ISBN 963-545-411-2  
Közvetlen link: [http://project.mit.bme.hu/mi\\_almanach/books/aima/index](http://project.mit.bme.hu/mi_almanach/books/aima/index)
- [2] Dr. Dudás László: Mesterséges intelligencia, Jegyzet-1, ME AII (Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszék honlapja - <http://ait.iit.uni-miskolc.hu/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 02.)  
Közvetlen link: <http://ait.iit.uni-miskolc.hu/~dudas/MIEAok/MIea1.PDF>
- [3] Aaron Sloman - School of Computer Science (Aaron Sloman honlapja - <http://www.cs.bham.ac.uk/~axs/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 02.)  
Közvetlen link: <http://www.cs.bham.ac.uk/~axs/#whoiam>
- [4] Missouri Egyetem: Cihan H Dagli (Missouri Egyetem honlapja - <http://www.mst.edu/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 02.)  
Közvetlen link: <http://web.mst.edu/~dagli/>
- [5] Gubán Miklós: Mesterséges intelligencia, Budapesti Gazdasági Főiskola, 2014 (Digitális Tankönyvtár - <http://www.tankonyvtar.hu/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 02.)  
Közvetlen link: [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0003\\_02\\_mesterseges\\_intelligencia/borito\\_924cCPFJwUTNr7KR.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0003_02_mesterseges_intelligencia/borito_924cCPFJwUTNr7KR.html)
- [6] infotérBLOG: Mi is a mesterséges intelligencia? - Mesterséges intelligencia II. (Informatika a Társadalomért Egyesület hivatalos blogja - <http://infoter.blog.hu/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 02.)  
Közvetlen link:  
[http://infoter.blog.hu/2012/03/07/mi\\_is\\_az\\_a\\_mesterseges\\_intelligencia\\_mesterseges\\_intelligencia\\_ii](http://infoter.blog.hu/2012/03/07/mi_is_az_a_mesterseges_intelligencia_mesterseges_intelligencia_ii)
- [7] Jacques Ludik: Artificial Intelligence in Finance, Education, Healthcare, Manufacturing, Agriculture, and Government (Linkedin honlapja - [https:// www.linkedin.com /](https://www.linkedin.com/) - utolsó letöltés: 2017. 05. 05.)

Közvetlen link: <https://www.linkedin.com/pulse/artificial-intelligence-finance-education-healthcare-government>

- [8] Takács Márta: A lágy számítási módszerek első öt évtizede, *Létünk – Társadalom, Tudomány, Kultúra*, XLII. évfolyam, 2012/2. Fórum Könyvkiadó, Újvidék p9-23.

Közvetlen link: <http://letunk.rs/wp-content/uploads/2015/01/Letunk-2012-2.pdf>

- [9] Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar: Tudáskezelés hagyományos és fuzzy logikával, lágy számítási módszerek kapcsolatai, *Intelligens Rendszerek Elmélete*, 2. előadás (Óbudai Egyetem honlapja - <http://uni-obuda.hu/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 10.)

Közvetlen link: <http://uni-obuda.hu/users/kutor/IRE%202016/IRE%202%20%C3%B3rav%C3%A1zlat.pdf>

- [10] Dr. Aradi, Petra, Gräff, József, Dr. Lipovszki, György: Számítógépes szimuláció, *BME MOGI*, 2015, ISBN 978-963-313-205-0

Közvetlen link: [http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/szamitogepes\\_szimulacio/ch04.html](http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/szamitogepes_szimulacio/ch04.html)

- [11] Yaochu Jin: A Definition of Soft Computing - adapted from L.A. Zadeh (Department of Computing University of Surrey, Yaochu Jin honlapja - <https://www.soft-computing.de/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 10.)

Közvetlen link: <http://www.soft-computing.de/def.html>

- [12] Altrichter Márta, Horváth Gábor, Pataki Béla, Strausz György, Takács Gábor, Valyon József: *Neurális hálózatok*, Panem Könyvkiadó Kft., Budapest, 2006

Közvetlen link: [http://project.mit.bme.hu/mi\\_almanach/books/neuralis/index](http://project.mit.bme.hu/mi_almanach/books/neuralis/index)

- [13] Fazekas István: *Neurális hálózatok*, Debreceni Egyetem Informatikai Kar, 2013

- [14] Halász Bálint, Makai Zsuzsa, Tringel Mihály, Zahorán Péter, Kondor Viktor, Sasvári Antal, Szűcs Attila, Terray Tamás, Torma Péter: *Adatbányászat, automatikus ismeretfeltárás*, Budapest, 2000 (Hallgatói Esszék, ELTE, MI-sáv, Tudásalapú technológia c. tárgy)

Közvetlen link: <http://doksi.hu/get.php?order=DisplayPreview&lid=5938>

- [15] *Wired Buisness: 7,500 Faceless Coders Paid in Bitcoin Built a Hedge Fund's Brain* (Wired Buisness honlapja - <https://www.wired.com> - utolsó letöltés: 2017. 05. 20.)

Közvetlen link: [https://www.wired.com/2016/12/7500-faceless-coders-paid-bitcoin-built-hedge-funds-brain/?mbid=social\\_fb](https://www.wired.com/2016/12/7500-faceless-coders-paid-bitcoin-built-hedge-funds-brain/?mbid=social_fb)

- [16] Ion Micu, Alexandra Micu: Financial technology and its Implementation on the Pomanian Non-Banking Capital Market, Case Study, SEA – Practical Application of Science, Volume IV, Issue 2 (11)/2016, p379-384

Közvetlen link: [http://seaopenresearch.eu/Journals/articles/SEA\\_11\\_30.pdf](http://seaopenresearch.eu/Journals/articles/SEA_11_30.pdf)

- [17] Világ gazdaság, Herman Bernadett: Robban a FinTech (Világ gazdaság honlapja - <https://www.vg.org/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 20.)

Közvetlen link: <https://www.vg.hu/vallalatok/infokommunikacio/robban-a-fintech-479180/>

- [18] Piac & Profit: A pénzügyi vállalatok tartanak az innovátoroktól (Piac & Profit honlapja - <http://www.piacprofit.hu/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 20.)

Közvetlen link: [http://www.piacprofit.hu/kkv\\_cegblog/a-penzugyi-vallalatok-tartanak-az-innovatoroktol/](http://www.piacprofit.hu/kkv_cegblog/a-penzugyi-vallalatok-tartanak-az-innovatoroktol/)

- [19] FinTechRadar: Mi a FinTech? (FinTechRadar - <http://fintechradar.hu/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 20.)

Közvetlen link: <http://fintechradar.hu/penz/0608/mi-a-fintech/>

- [20] Frey, B., Osborne, M., Oxford University, The Future of Employment, 2013

Közvetlen link:

[http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)

- [21] Princz Mária: Hogyan alakítja át a mesterséges intelligencia a gazdaságot a következő évtizedekben?, Debreceni Műszaki Közlemények, 2015/2

Közvetlen link: <http://old.eng.unideb.hu/dmk/docs/20152/princz>

- [22] Stewart, H., Robot revolution: rise of 'thinking' machines could exacerbate inequality (The Guardian - <https://www.theguardian.com/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 20.)

Közvetlen link: <https://www.theguardian.com/technology/2015/nov/05/robot-revolution-rise-machines-could-displace-third-of-uk-jobs>

- [23] Bowles, J. The computerisation of European jobs (Bruegel - <http://bruegel.org/> - utolsó letöltés: 2017. 05. 20.)  
Közvetlen link: <http://bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-jobs/>
- [24] BBC: AI: 15 key moments in the story of artificial intelligence (BBC honlapja - <http://www.bbc.co.uk/> - utolsó letöltés: 2017. 06. 01.)  
Közvetlen link: <http://www.bbc.co.uk/timelines/zq376fr>
- [25] Timeline of Computer History (Computer History - <http://www.computerhistory.org/> - utolsó letöltés: 2017. 06. 01.)  
Közvetlen link: <http://www.computerhistory.org/timeline/ai-robotics/>
- [26] Kovács Kornél, Zubán Ernesztina: Termékek közti kereső optimalizálása, mint marketing eszköz; TDK Dolgozat, 2011, Újvidék, Szabadkai Műszaki Szakfőiskola (Vajdasági Magyar Tudományos Diákköri Konferencia honlapja - <http://vmtdk.edu.rs/> - utolsó letöltés: 2017. 06. 01.)  
Közvetlen link: [vmtdk.edu.rs/fex.file:kovacs\\_dol/Kovacs\\_DOL.doc](http://vmtdk.edu.rs/fex.file:kovacs_dol/Kovacs_DOL.doc)
- [27] Kóczy T. László, Tikk Domonkos: Fuzzy rendszerek, 2001, ISBN 963 9132 55 1 (Digitális Tankönyvtár - <http://www.tankonyvtar.hu/> - utolsó letöltés: 2017. 06. 01.)  
Közvetlen link: <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/fuzzy-rendszerek-fuzzy/ch07s08.html>
- [28] Johanyák Zsolt Csaba, Dr. Kovács Szilveszter: A fuzzy tagsági függvény megválasztásáról, A GAMF Közleményei, Kecskemét, XIX. Évfolyam (2004), ISSN 0230-6182, pp. 73-84.  
Közvetlen link: [http://johanyak.hu/files/u1/publi/J\\_K\\_A\\_Fuzzy\\_Tagsagi\\_Fuggveny\\_GAMFK\\_2004.pdf](http://johanyak.hu/files/u1/publi/J_K_A_Fuzzy_Tagsagi_Fuggveny_GAMFK_2004.pdf)
- [29] Kardos László: Az idősor-előrejelzés matematikai módszereinek elemzése, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Irányítástechnika és Informatika Tanszék, Budapest, 2009  
Közvetlen link:  
[http://sirkan.iit.bme.hu/dokeos/courses/BMEVIIIIM801/work/4b2ac61828af2Kardos\\_Laszlo\\_Onallo\\_laboratorium.pdf](http://sirkan.iit.bme.hu/dokeos/courses/BMEVIIIIM801/work/4b2ac61828af2Kardos_Laszlo_Onallo_laboratorium.pdf)

[30] IBM: Watson munkába állítása 1 (IBM honlapja - <http://www.ibm.com/> - utolsó letöltés: 2017. 06. 01.)

Közvetlen link: <https://www-03.ibm.com/systems/hu/power/solutions/watson/>

[31] Accenture: Artificial Intelligence is the Future of Growth (Accenture honlapja - <https://www.accenture.com/> - utolsó letöltés: 2017. 06. 01.)

Közvetlen link: <https://www.accenture.com/us-en/insight-artificial-intelligence-future-growth>



## 8. Ábrajegyzék

1. ábra Kockavilág [1].....	9
2. ábra Ágens [1].....	13
3. ábra Egyszerű reflexszerű ágens működése [1] .....	19
4. ábra Modellalapú reflexszerű ágens működése [1] .....	20
5. ábra Célorientált ágens működése [1] .....	20
6. ábra Hasznosságorientált ágens működése [1].....	21
7. ábra Tanuló ágens működése [1].....	22
8. ábra A neuron részei [1].....	25
9. ábra A neuron elvi felépítése [12].....	28
10. ábra Egyenrangú bemenetekkel rendelkező memória nélküli neuron felépítése [12].....	29
11. ábra Lépcsős és telítéssel lineáris függvény [12] .....	30
12. ábra Tangens hiperbolikus és logisztikus függvény [12] .....	31
13. ábra Bemeneti összegzést nem használó neuron [12] .....	31
14. ábra Egy egyrétegű hálózat [12].....	33
15. ábra Hálózati topológiák [12].....	34
16. ábra Dinamikussá tett neurális hálózat [12] .....	36
17. ábra ANFIS struktúra [26].....	37
18. ábra A cég növekedése [15] .....	42
19. ábra Munkakörök automatizációjának valószínűsége [20] .....	45
20. ábra Éves növekedés üteme 2035-ben [31].....	46
21. ábra Munkaerő termelékenység 2035-ben [31].....	47
22. ábra a gazdaság megkétszerezésének ideje [31].....	47



BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM  
ALKALMAZOTT TUDOMÁNYOK EGYETEME

**BGE**

GAZDÁLKODÁSI KAR ZALAEGRSZEG

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

(benyújtandó két példányban)

# **A mesterséges intelligencia szerepe a mindennapi életben**

szakdolgozat címe

Katonka Zsolt Gazdaságinformatika logisztika szakirány

Hallgató neve

tagozat/csoport/szak/szakirány

A szakdolgozatomban a mesterséges intelligencia tudományterületével foglalkozom, bővebben annak a mindennapi életre kifejtett hatásaival.

Először fogalmi keretbe helyezem a mesterséges intelligencia definícióját és egy általános értelmezési keretet nyújtok, illetve a téma fejlődésének bemutatásához elengedhetetlen történelmi áttekintést, a fontosabb lényegi történeseket kiemelve.

Még ezen a ponton egy rövid összesítést is bemutatok a lehetséges felhasználási területekről.

Ezt követően az általam kiválasztott területen, a lágy számítási modelleken belül ismertetem részletesen a neurális hálózatokat. Bemutatásra kerülnek a hálózat elemei, a topológiák, azoknak számítási képességei és felhasználási lehetőségei is.

Külön fejezetben foglalkozom a mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségeivel, ahol egy pár általános példa után külön alfejezetben bemutatom azokat a projekteket, melyek a mesterséges intelligenciát, mint adatbányászatot elősegítő módszert alkalmazzák. Ezen belül foglalkozom a pénzügyi szektorban napjainkban található legizgalmasabb projekttel, a Numerai-val, illetve FinTech jelenséggel.

Végezetül az összefoglalást megelőzően egy lezáró fejezetben foglalkozom a mesterséges intelligencia gazdaságra kifejtett hatásaival.