



14. ábra. LiDAR alapú képalkotás [73]

Dr. Németh András* – Virágh Krisztián**

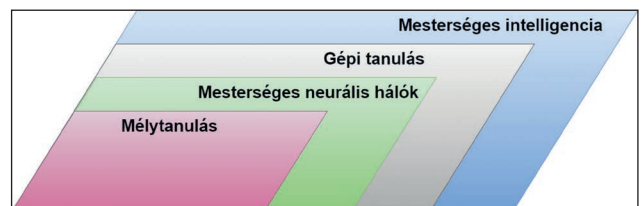
Mesterséges intelligencia és haderő – A mesterséges intelligencia területei

III. rész

A mesterséges intelligencia az elmúlt évek során került egyik kulcsfontosságú technológiájává vált. Meghatározó, szemléletformáló, életstílusalakító szerepét, valamint fejlődésének dinamikus ütemét jelzi, hogy azon MI-alapú eszközök és rendszerek, amelyek korábban legfeljebb csak a tudományos-fantasztikus irodalomban léteztek futurisztikus képet vetítve elénk, mára valósággá váltak. Ilyenek például az önvezető járművek, vagy akár az emberi kommunikációra alkalmas humanoid robotok. Tanulmányosorozatunk előző részeiben a mesterséges intelligencia fogalmi rendszerének vizsgálata mellett, a fejlődéstörténet szakaszainak elemzésével törekedtünk a mérföldkövek jelentőségének, és a technológiai környezet korlátozó hatásainak bemutatására. Azt követően, az ezredfordulós időszak vizsgálatán keresztül rávilágítottunk, hogyan vált a mesterséges intelligencia a technológiai fejlődés motorjává. Jelen tanulmányunkban a mesterséges intelligencia különböző területeit mutatjuk be.

A TERMINOLÓGIÁRÓL

A mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségeinek tárgyalásakor célszerű az MI-terminológiához kapcsolódó további fogalmak áttekintése, előtte azonban mindenképpen érdemes tisztázni a kifejezések egymáshoz való viszonyát, amelyet az 15. ábra szemléltet. [52] A mesterséges intelligencia egyik legismertebb ága maga a gépi tanulás.



15. ábra. A tárgyalt fogalmak közötti viszony
(A szerzők szerkesztése)

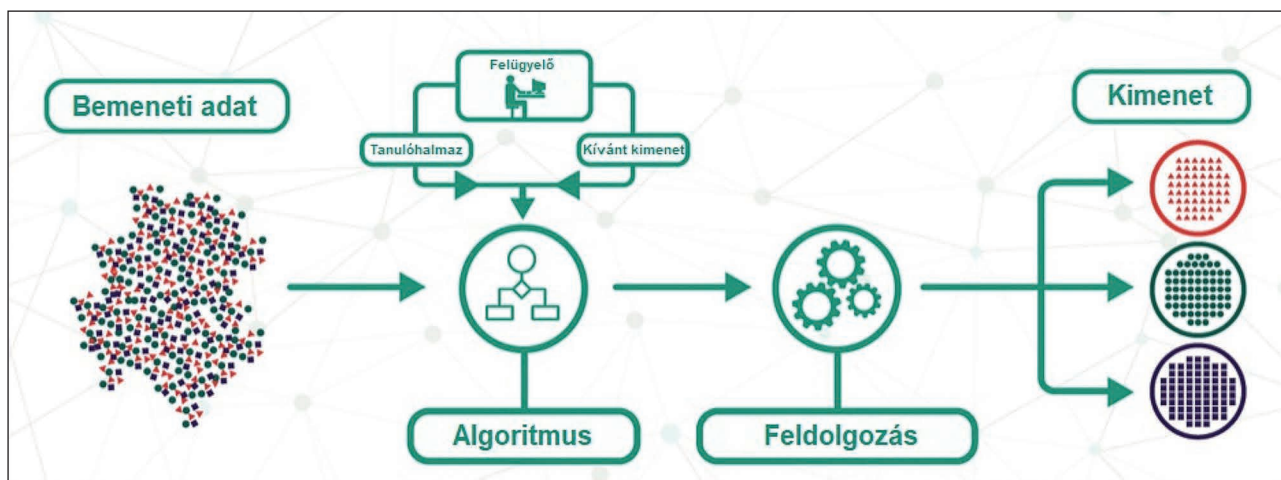
Fontos megjegyezni, hogy a gépi tanulás tehát nem azonos a mesterséges intelligenciával, hanem a mesterséges intelligencia megvalósításának csupán egy lehetséges, ugyanakkor jelenleg leggyakoribb eszköze. A gépi tanulásnak több módja is megvalósítható, amelyek közül célszerű kiemelni a neurális hálózatokat és a mélytanulást, amelyek az agyi működési funkciók modellezésén alapulnak. [53] A továbbiakban ezekről lesz részletesebben szó.

A GÉPI TANULÁS

A gépi tanulás az MI egyik területének tekinthető folyamat, amely számítógépes algoritmusokat, azaz különböző utasítások sorozatát használja fel adatelemzés és döntéshozatal céljából. Algoritmusokat az ember önmaga is képes programozni, azonban a gépi tanulás lényege, hogy a gép

* Alezredes, tanszékvezető, egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselői Kar, Elektronikai Hadviselés Tanszék, ORCID: 0000-0003-2397-189X

** Cybersecurity Architect, Thyssenkrupp Components Technology Hungary, Product Cybersecurity Department. ORCID: 0000-0003-4184-9492



16. ábra. A felügyelt tanulás folyamata [56]

ezt önmagától, emberi beavatkozás nélkül is képes megtenni. Erre a célra olyan tanuló algoritmusok alkalmazhatók, amelyek egy példahalmaz (tanulóhalmaz) alapján képesek összefüggések, szabályosságok megtanulására, majd felismerésére, tehát valójában önmagukat fejlesztik. Fontos kiemelni, hogy az eredményes működés és a hatékonyság növelése érdekében a példahalmazt nagy mennyiségű, és megfelelő minőségű adatokkal kell feltölteni. A tanuló algoritmusok sajátossága, hogy az általunk szolgáltatott példákon keresztül egy mintázatot hoznak létre, amelyet később adott feladatokban alkalmaznak ismeretlen adatok feldolgozására, és azokon alapuló következtetések levonására. [54] Másként megfogalmazva, a bemenet és kimenet közötti folyamatokat az algoritmus magától tanulja meg, és azokra alapozva hoz – remélhetően helyes – döntéseket. A gépi tanulásnak több fajtáját különböztethetjük meg, ezek a felügyelt tanulás, a nem felügyelt tanulás és a megerősítéssel tanulás.

FELÜGYELT TANULÁS

Ez esetben az algoritmus tanulóhalmaza példapárokból áll, azaz a bemeneti és a hozzájuk rendelt kimeneti változókból (címkékből). Az algoritmus ezeknek vizsgálatával alkotja meg azt az adatfeldolgozási módszert (funkciót), amelyet aztán a további folyamatokban alkalmaz. A tanulási folyamat addig tart, amíg a modell a kívánt pontosságot el nem éri. [55] Ez két lépésben ellenőrizhető. Az első lépésben azt vizsgálják, hogy a kifejlesztett funkció az adott bemeneti értékeken alkalmazva tényleg a helyes kimenetet adja-e. A második lépésben egy új tesztalmozatot vezetnek be a példahalmaz helyett, és azon is tesztelik a kifejlesztett funkciót. Ha az ellenőrzés is kedvező eredményekhez vezet, akkor az ellenőrzés sikeres, és az algoritmus a továbbiakban is biztonsággal alkalmazható.

A felügyelt tanulás segítségével jellemzően kétféle problémát lehet megoldani, az osztályozási, valamint a regressziós problémákat. Osztályozáskor diszkrét értékű kimeneteket, regresszióanalízis folyamatos értékű kimeneteket kapunk. Egy osztályozási probléma lehet például az ingatlanok különböző árkategóriába (pl. olcsó, drága) történő sorolása, míg regressziós problémának számít megjósolni az ingatlanok konkrét árát azok alapterülete, elhelyezkedése, felszereltsége, építési időpontja alapján. [57] [58] A felügyelt tanulás területén legelterjedtebben alkalmazott algoritmusok mögött komoly matematikai, statisztikai össze-

függések állnak, amelyek részletes elemzésétől jelen tanulmányunkban eltekintünk, a teljesség érdekében azonban mindenképpen érdemes azokat megemlíteni [59]:

- osztályozásnál: döntési fák, véletlen erdő, naív Bayes-osztályozó, tartó vektor gépek (SVM – Support Vector Machine), K-legközelebbi szomszéd;
- regresszióanalízis: lineáris regresszió, logisztikus regresszió, polinomiális regresszió, Poisson-regresszió.

NEM FELÜGYELT TANULÁS

Egy másik módja a gépi tanulásnak a nem felügyelt tanulás. Ez esetben az algoritmus tanulóhalmaza nem tartalmaz címkéket, csupán bemeneti változókat. Ezekben a bemeneti értékekben keres mintaszerűségeket, szabályosságot, hasonlóságot az algoritmus, és adott szempontok szerint besorolja azokat. [60]

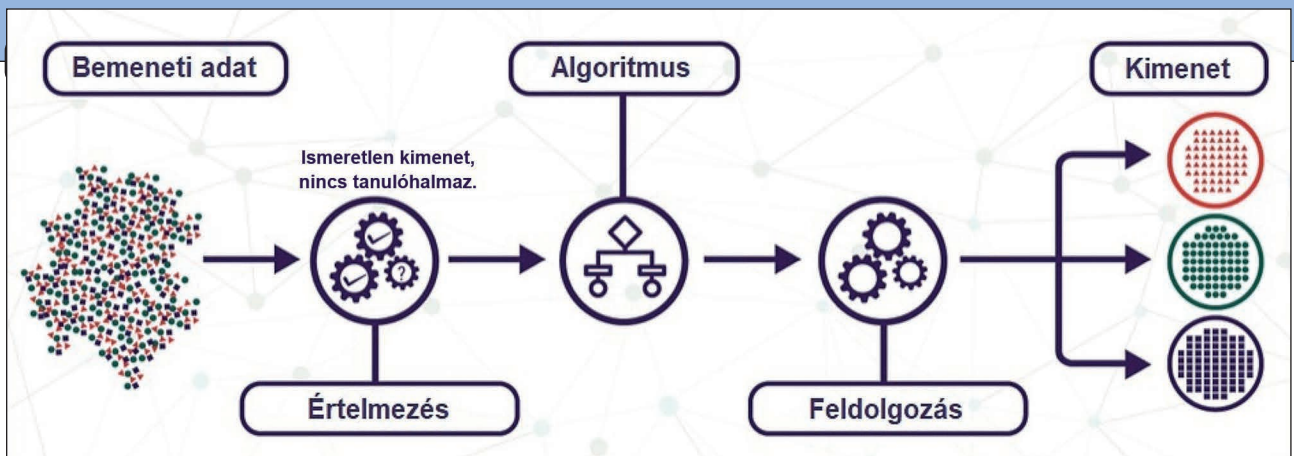
A nem felügyelt tanulást leggyakrabban asszociációra (társítás) és klaszterezésre³ alkalmazzák. A nem felügyelt tanulás területén szintén komoly matematikai, statisztikai apparátust szükséges alkalmazni, amely elemei közül itt csak a legnépszerűbb algoritmusokat említjük meg [60]:

- asszociáció: Apriori algoritmus, Eclat algoritmus, gyakori mintabővítés (FP-Growth – Frequent Pattern Growth) algoritmus;
- klaszterezés: K-középpontú klaszterezés, K-medoid klaszterezés, hierarchikus klaszterezés.

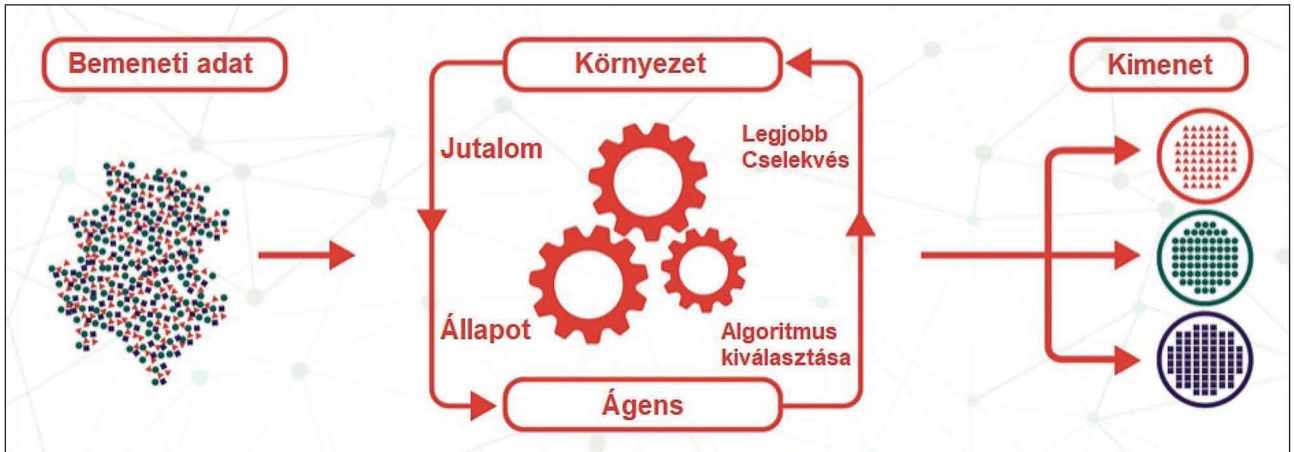
MEGERŐSÍTÉSEL TANULÁS

Mielőtt megvizsgáljuk a megerősítéssel tanulás fogalmát, indokolt az ágens kifejezés rövid értelmezése. Ágensnek nevezünk⁴ minden olyan szoftver-, vagy akár hardveralapú számítógépes rendszert, amely a környezetét érzékeli, és beavatkozó szerveivel megváltoztatja annak paramétereit. [61] A fentiek alapján tehát egy ilyen rendszernek a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie [62] [63]:

- önálló, azaz képes közvetlen emberi beavatkozás nélkül cselekedni és kontrollálni belső állapotát és reakcióit;
- személyiséggel rendelkezik, azaz jól definiált, hihető személyisége van, amely lehetővé teszi az emberekkel való párbeszédet;
- kommunikációs képességei vannak, képes kommunikálni más ágensekkel, vagy emberekkel az információszerezés érdekében;



17. ábra. A nem felügyelt tanulás folyamata [56]



18. ábra. A megerősítéses tanulás folyamata [56]

- alkalmazkodóképes, automatikusan igazodik a kezelt igényeihez és a környezetében bekövetkezett változásokhoz;
- mobilis, képes magát az egyik gépről a másikra átvinni függetlenül a rendszer-architektúrától és (szoftveres ágens esetén) a platformtól.

A gépi tanulás harmadik módja tehát az úgynevezett megerősítéses tanulás, amelynek lényege, hogy a gép számára meg kell határozni különböző paramétereket, amelyek alapján cselekedni fog a jövőben. Ezek a [64]:

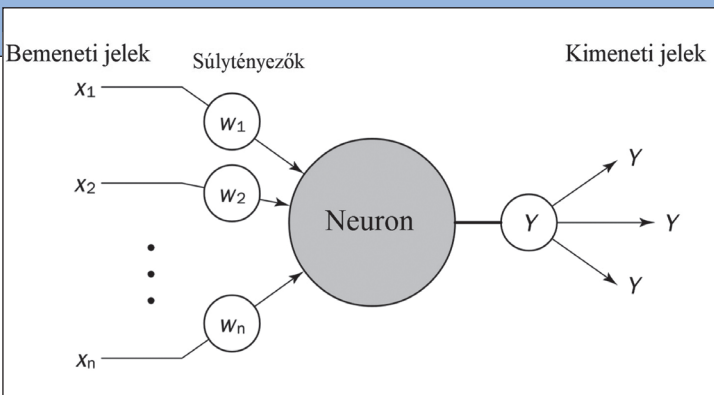
- a környezet: az a fizikai környezet, ahol az ágens működik;
- a cselekvés: az összes lehetséges cselekvés, amit az ágens megtehet;
- az állapot: az a szituációs környezet, amelyben az ágens működik;
- a jutalom: azonnali jutalom, amely a környezetből érkező visszajelzést jelenti az utolsó cselekvés után;

- a stratégia: meghatározza az ágens következő cselekvését az adott helyzetben;
- az érték: a várt hosszú távú jutalom, amelyet az ágens akkor szerez meg, ha az adott helyzetben a helyes cselekvési változatot hajtja végre.

Megerősítéses tanulás során az algoritmus végigpróbálja a lehetséges kimeneteleket, és ezekből úgy választja ki az ideális lehetőséget, hogy a jutalmak (jó döntés) és büntetések (rossz döntések) alapján megerősítést nyer egy-egy döntés eredménye. Itt nem beszélhetünk a korábbi esetekben alkalmazott tanulóhalmazok és példapárok általi tanulásról, ugyanis a mesterséges intelligencia a környezetből érkező ingerek hatására tanul. Például egy sakkjátszmában egy gép számára előnytelen lépések sorozata vereséget okoz, ez büntetésként értelmezendő, így az MI képes tanulni a hibáiból. Néhány megerősítéses tanuláson alapuló algoritmus [55] [65]: Q-tanulás, időbeli különbségen alapuló (TD – Time Difference) tanulás, modell alapú tanulás.

2. táblázat. A gépi tanulási módszerek összehasonlítása (A szerzők szerkesztése)

Gépi tanulás Szempont	Felügyelt tanulás	Nem felügyelt tanulás	Megerősítéses tanulás
Tanulási folyamat	Az MI címkézett adatokból álló tanulóhalmaz alapján tanul	Az MI címkézetlen adatok közötti összefüggéseket és mintázatokat keres, és azokból tanul	Az MI (ágens) kapcsolatba lépve a környezetével sorozatos próbálgatások útján tanul
Emberi felügyelet	Ember által felügyelt a tanulási folyamat	Nincs emberi felügyelet	Nincs emberi felügyelet
A tanulási folyamat megközelítésének eszköze	Regresszió, klasszifikáció	Asszociáció, klaszterezés	Próbálgatás



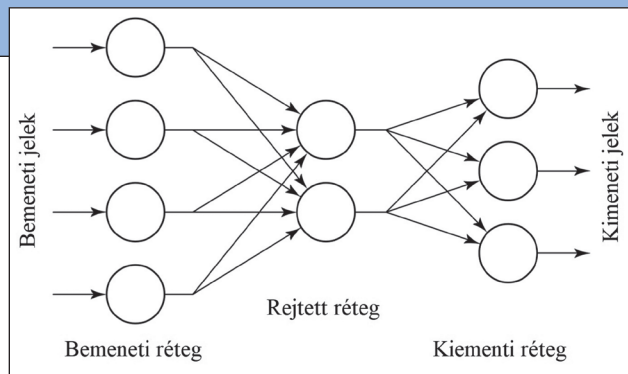
19. ábra. Egy mesterséges neuron elvi felépítése [56]

A 2. táblázatban a különböző gépi tanulási módszerek legfontosabb jellemzőit foglaltuk össze a korábban leírtak alapján.

MESTERSÉGES NEURÁLIS HÁLÓZATOK

A mesterséges neurális hálókat a biológiai neurális hálózat mintáját követve alakították ki, tehát az emberi agy felépítését és működését hivatottak lemodellezni. Hasonlóságuk abban rejlik, hogy az emberi agyban egy neuron az őt érő ingert több neuronnak is továbbadhatja, így az impulzus-információ akár több millió nagyságrendű neuronon keresztül továbbítható, amíg el nem éri az agy információ-feldolgozásáért felelős rétegét. [66] A mesterséges neurális hálózatok elemi részei az úgynevezett mesterséges neuronok, amelyek az agyban található neuronok mintázatát követik. Feladatuk, hogy a beérkező adatokat összegezzék, majd előáltsanak belőlük egy kimenetet, amit továbbítanak. A hasonlóság egyértelmű. Matematikai nyelven a neuront úgy definiálhatjuk, mint egy nemlineáris, paraméterekkel jellemzett összegző függvényt, amelynek a változóit a neuron bemeneteinek hívják, és annak az értékét a neuron kimenetének. [67]

A neuronok meghatározott számú más neuronnal egyirányú kapcsolattal rendelkeznek, amelyek úgynevezett rétegekbe sorolhatók, a bemeneti, a kimeneti, és a köztük lévő rejtett rétegekbe. A bemeneti rétegben azok a neuronok találhatók, amelyek a bemeneti jel továbbítását végzik a hálózat felé, ezek a bemeneti neuronok. A kimeneti rétegben a kimeneti neuronok találhatók, amelyek továbbítják az információt a külvilág felé. A rejtett rétegekben a tulajdonképpeni adatfeldolgozást végző, funkciót végrehajtó rejtett neuronok találhatók. A rejtett neuronok a bemeneti rétegből érkező adatokat különböző súlytényezőkkel ellátva összegzik, majd különböző nemlineáris függvényekkel egészítik ki, például szigmoid függvényvel, Piecewise függvényvel, vagy éppen a küszöbfüggvényvel. Ezt az eljárást egy transzfer függvényvel lehet leírni. Népszerű transzfer függvények például a lépcsőfüggvény, a tangens hiperbolikus függvény, vagy a logisztikus függvény. Ezen eljárások hozzájárulnak a neuronnak egy lokális kimenetét, amelyet aztán továbbít a következő rétegekbe, amelyek neuronjai hasonló módon elvégzik a számukra kijelölt matematikai apparátussal leírható műveleteket. Ez a tendencia folytatódik mindaddig, amíg az adat el nem éri a kimeneti réteget. Sok esetben jellemző, hogy az egyes rétegek teljesen össze vannak kötve – vagyis egy réteg egy neuronjának kimenete a következő réteg összes bementével –, így a köztük lévő kapcsolat gyakran mátrixok segítségével írható le hatékonyan. [68]

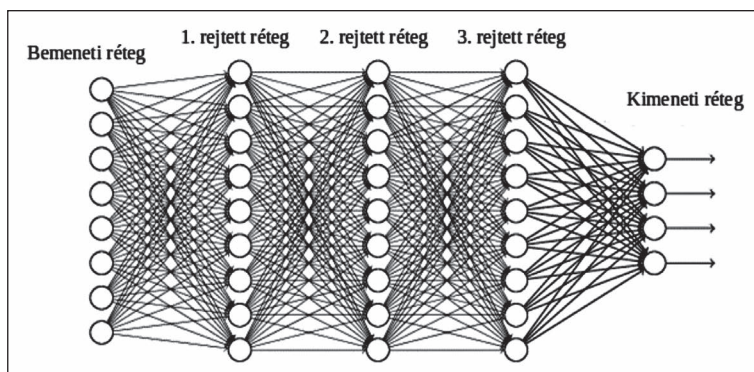


20. ábra. Egyrétegű mesterséges neurális hálózat elvi felépítése [56]

MÉLYTANULÁS

A mesterséges neurális hálózatok egyik fontos ága az úgynevezett mélytanulás, amely fogalommal a mély neurális hálózatok megnevezés alatt is találkozhatunk. A mély neurális hálózatok jellemzője, hogy három vagy több rejtett réteggel rendelkeznek, így az adatfeldolgozás áthatóbban, „mélyebben” kerülhet végrehajtásra. [69] Egy ilyen neurális hálózt szemléltet a 21. ábra.

A mélytanulás segítségével az évek során sikerült megsokszorozni a mesterséges intelligenciák teljesítményét, így máig ez az egyik meghatározó módszer a mesterséges neurális hálózatok területén. [52] A részletes ismertetést



21. ábra. Egy háromrétegű mély neurális hálózat elvi felépítése [69; 17. o.]

mellőzve beszélhetünk például [70]:

- egyrétegű vagy Perceptron neurális hálózatokról;
- előrecsatolt / hurokmentes neurális hálózatokról;
- konvolúciós neurális hálózatokról;
- önszervező / Kohonen hálózatokról;
- visszacsatolt / rekurrens neurális hálózatokról.

TERMÉSZETES NYELVI FELDOLGOZÁS

Annak érdekében, hogy egy mesterséges intelligencia kommunikálni tudjon az emberekkel, természetes nyelvfeldolgozást (NLP – Natural Language Processing) kell végrehajtania. Ez a számítástechnikának egy olyan területe, amelynek célja, hogy egy adott rendszer a bemeneti és/vagy kimeneti oldalán természetes nyelven tudjon kommunikálni a külvilággal. Természetes nyelvnek minősül az emberek által használt olyan nyelv, amely egy közösség (törzs vagy nemzet) életében nemzedékről nemzedékre, spontán vagy tudatos folyamatok (például nyelvújítás) során szabadon fejlődik, változik. Az NLP-n belül kiemelten fontos terület a természetes nyelv megértését (Natural Language Understanding) biztosító algoritmusok csoportja, amelyek minden kommunikációra képes MI-nek szerves részét képezik.



Egy gépi tanuláson vagy mélytanuláson alapuló NLP-algoritmus úgy működik, hogy az algoritmus első lépésben megvizsgálja az adott szavak struktúráját úgy, hogy nyelvtanilag lebontja azokat és értelmezi a szót, a képzőket, a jelzőket, a ragokat stb. Ezt követően az algoritmus megvizsgálja a kontextust, amely alapján el tudja dönteni, hogy egy többjelentésű szó melyik jelentését kell az adott szövegkörnyezetben használni. Ez a lépés magában foglalhatja akár a szándék és az érzelme vizsgálatát és értelmezését is. A természetes nyelven keresztül történő kommunikáció írásban és szóban egyaránt történhet. A természetes nyelvfeldolgozás alábbi típusait különböztetjük meg [71]:

- szöveg-szöveg (TTT – Text-To-Text) feldolgozás: a bemenet és a kimenet írott szöveg;
- szöveg-beszéd (TTS – Text-To-Speech) feldolgozás: a bemenet írott szöveg, a kimenet beszéd;
- beszéd-szöveg (STT – Speech-To-Text) feldolgozás: a bemenet beszéd, a kimenet írott szöveg;
- beszéd-beszéd (STS – Speech-To-Speech) feldolgozás: a bemenet és a kimenet is beszéd.

Azokban az esetekben, amikor a bementi oldalon valamilyen írás, a kimeneti oldalon pedig beszéd van, akkor a mesterséges intelligenciáknak az emberéhez hasonló hangot kell előállítani az írott szöveg alapján. Ezt beszédszintézisnek nevezzük. [71] Mesterséges neurális hálókkal többféleképpen lehet beszédszintézist végrehajtani. Egyik lehetséges módja a következő: egy neurális háló folyamatosan hangmintákat vesz az emberek beszédéből addig a pontig, amíg már magabiztosan képes felismerni azt, hogy egy adott hang ugyanahhoz az emberhez tartozik-e. Ezt követően egy második neurális háló hangadatokat állít elő, amelyeket lefuttat az első neurális hálón. Amennyiben a mintákat az első neurális háló nem ugyanattól a személytől eredőnek találta, úgy a második neurális háló javít a hangadatokon, majd újra lefuttatja azt az első neurális hálón. A folyamatot addig ismétlik, amíg a második neurális hálónak sikerül előállítania a megfelelő hangadatokat.

GÉPI LÁTÁS

Annak érdekében, hogy egy mesterséges intelligencia értelmezni tudja azt a környezetet, amelyben tevékenykedik, képesnek kell lennie gépi látás (CV – Computer Vision) megvalósítására. Ez lehetővé teszi különböző objektumok észlelését és azonosítását, amely a továbbiakban meghatározza a mesterséges intelligencia objektumok felé történő viselkedését. A gépi látás folyamata magában foglalja a képfeldolgozást és a képelemzést. Előbbi a vett mintákból adatokat nyer ki, utóbbi az adatokat kiértékeli. Egy általános CV-rendszer az alábbi komponenseket tartalmazhatja [72]:

- képkalkáló berendezés;
- jelfeldolgozó egység;
- szoftverkomponens;
- megjelenítő- és kezelőszervek.

Egy CV-rendszer legalapvetőbb alkotóeleme valamilyen képkalkáló berendezés. Ezek közül a legelterjedtebbek a látható fény tartományában érzékelő kamerák, de az is előfordulhat, hogy infra vagy ultrabolya tartományban működő kamerákat alkalmaznak. A piacon találkozhatunk radarjelekkel, vagy akár lézerrel működő (LiDAR – Light Detection And Ranging) képkalkáló berendezésekkel is, például önvezető járművek esetében. A képkalkáló berendezéseket olyan eszközökkel is kiegészíthetik, amelyek a körülmények javításával segítik elő a képkalkolás folyamatát, ilyen lehet például a reflektorfény. A képkalkáló berendezés által rögzített és továbbított jeleket valamilyen más hard-

verkomponensnek, digitális jelfeldolgozó egységnek (DSP – Digital Signal Processing) kell feldolgoznia. Ez tartalmazza a CV-rendszer magját, tehát azt a szoftverkomponenst, azt az algoritmust, amely lefuttatja az érzékelt képek értelmezéséhez szükséges folyamatokat. Természetesen szükség van egy olyan felületre is, ahol a felhasználó kapcsolatba tud lépni a CV-rendszerrel, ahol meg tudja tekinteni például az eredményeket, a diagnosztikát. Ezt a funkciót valósítják meg a különböző megjelenítő és kezelőszervek, például egy asztali számítógép vagy laptop, de egy egyszerű kijelző is betölthet ilyen funkciót. [72]

ÖSSZEZÉS

A mesterséges intelligencia technológiák gyors fejlődésének köszönhetően egyre több technikai megoldás, és ezzel együtt újabb és újabb részterületek jelennek meg, ami maga után vonja az alkalmazási lehetőségek körének folyamatos bővülését is. Manapság a legnagyobb érdeklődés a gépi tanulás egyes irányai, így például a felügyelt, nem felügyelt vagy a megerősítéses tanulás iránt mutatkozik. A nemzetközi trendek jelenleg a mesterséges neurális hálózatok, és a mélytanuláson alapuló megoldások reneszánszát vetítik előre. A mesterséges intelligencia területei közül még mindig jelentős potenciállal rendelkezik a természetes nyelvfeldolgozás és a gépi látás, amelyek a tanulmányunk következő részében vizsgált MI alkalmazási lehetőségeknek is szerves részét képezik majd.

(Folytatjuk)

HIVATKOZOTT IRODALOM

- [52] Ralf T. Kreutzer, Marie Sirrenberg. *Understanding Artificial Intelligence*, Springer, ISBN: 978-3-030-25270-0, 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25271-7> (Letöltve: 2021.6. 8.);
- [53] Vinod Sharma. *Demystifying AI, Machine Learning and Deep Learning*, 31. December 2017. <https://vinodsblog.com/2017/12/31/demystifying-ai-machine-learning-and-deep-learning/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [54] *Expert System. What is Machine Learning?* A definition, 07. March 2017. <https://expertsystem.com/machine-learning-definition/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [55] M. Tim Jones. *Models for machine learning*, IBM, 05. December 2017. <https://developer.ibm.com/articles/cc-models-machine-learning/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [56] Virágh Krisztián. *A mesterséges intelligencia fejlődési tendenciái és katonai alkalmazásának perspektívái*, 2020. Nemzeti Közszerzői Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztoképző Kar, Budapest, pp. 14–18.;
- [57] Jason Brownlee. *Difference Between Classification and Regression in Machine Learning*, 22. May 2019. <https://machinelearningmastery.com/classification-versus-regression-in-machine-learning/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [58] *Artificial Intelligence Demystified*, Analytics Vidhya, 23. December 2016. <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2016/12/artificial-intelligence-demystified/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [59] Tatai Márton. *Osztályozás, regresszió*, <http://www.cs.bme.hu/nagyadat/osztalyozas-regresszio.pdf> (Letöltve: 2021.6.8.);

- [60] Vinod Sharma. *Machine Learning – Introduction to Unsupervised Learning*, 01. November 2018. <https://vinodsblog.com/2018/11/01/machine-learning-introduction-to-unsupervised-learning/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [61] Dr. Farkas Attila. *A mesterséges intelligencia alkalmazása az ivheggesztés robotosításában és annak gyakorlati hasznosítása a katonai járműgyártásban, Doktori PhD-értekezés*, Budapest, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztviselői Kar, Katonai Műszaki Doktori Iskola, 2012. <https://doi.org/10.17625/NKE.2013.003> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [62] Mészáros Tamás. *Agensek*, <http://home.mit.bme.hu/~meszaros/edu/onallo/it/guth.97/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [63] Michael R. Genesereth, Steven Ketchpel. *Software agents*, Stanford, Stanford University, 1994. <https://doi.org/10.1145/176789.176794> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [64] Vinod Sharma. *Machine Learning – Introduction to Reinforcement Learning*, 14. November 2018. <https://vinodsblog.com/2018/11/14/reinforcement-learning-introduction-to-basics/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [65] Hawladar Roman. *Machine Learning [Part 1]*, 20. October 2019. <https://medium.com/@roman.bijt/machine-learning-part-1-c34d6c1640f4> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [66] Nyitrai Ákos, Gere Attila, Sipos László. *Mesterséges neurális hálózatok élelmiszertudományi alkalmazásai és nemzetközi trendjei*, Élelmiszervizsgálati közlemények, LXIV. Évfolyam 3. szám, pp. 2140–2163., ISSN 0422-9576, 2018. <http://real.mtak.hu/100819/1/Wessling%20EVIK%2019%20-%20Nyitrai-tudomany.pdf> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [67] Michael Negnevitsky. *Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems (3rd Edition)*, Addison Wesley, ISBN: 1408225743, 2011.;
- [68] Federico Marini, Remo Bucci, Antonio L. Magri. *Multilayer feed-forward artificial neural networks for class modeling*, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Volume 88. Issue 1., pp. 118–124., 2007. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2006.07.004> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [69] Aleksziew Rita Antónia. *Transzformációtanulás 2 dimenziós képeken mély autoenkóder hálózatokkal*, Szakdolgozat, Budapest, Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, 2017. https://web.cs.elte.hu/blobs/diplomamunkak/msc_alkmat/2017/aleksziew_rita_antonia.pdf (Letöltve: 2021.6.8.);
- [70] Andrew Tch. *The mostly complete chart of Neural Networks, explained*, Towards Data Science, 04. August 2017. <https://towardsdatascience.com/the-mostly-complete-chart-of-neural-networks-explained-3fb6f2367464> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [71] Rav Ahuja. *Introduction to Artificial Intelligence (AI)*, IBM, <https://www.coursera.org/learn/introduction-to-ai?specialization=applied-artificial-intelligence-ibm-watson-ai> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [72] Benedek Gergő. *Computer Vision / Machine Vision: mit jelent a Gépi Látás, és mire lehet felhasználni?*, Lexunit, 2020. június 26. <https://lexunit.hu/blog/mit-jelent-a-gepi-latas-es-mire-lehet-felhasznalni/> (Letöltve: 2021.6.8.);
- [73] *Velodyne Lidar, Article Looks at How Velodyne’s Alpha Prime™ Sensor Helps Enable Safe Autonom*, September 22, 2020. <https://velodynelidar.com/media-coverage/alpha-prime-sensor-helps-enable-safe-autonomy/> (Letöltve: 2021.5.3.).

JEGYZETEK

- 3 A klaszteranalízis egy olyan dimenzióscsökkentő eljárás, amellyel adattömböket tudunk homogén csoportokba sorolni.
- 4 Az ágens kifejezés eredete a latin ago, agere szó, amelynek elsődleges jelentése mozgásba hoz, elintéz, cselekszik.

HM ZRÍNYI TÉRKÉPÉSZETI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS SZOLGÁLTATÓ KÖZHASZNÚ NKFT.

Telephely: 1024 Budapest II., Szilágyi Erzsébet fasor 7–9. • 1276 Budapest 22, Pf. 85 • +36 (1) 336-2030 • www.topomap.hu • hm.terkepzeset@topomap.hu



- Topográfiai térképek
- Faksimile térképek
- Atlaszok, város- és autótérképek
- Falitérképek
- Szabadidőtérképek
- Légiforgalmi térképek
- Munkatérképek
- Dombortérképek
- Digitális térképészeti adatbázisok
- Egyéb digitális termékek
- Légifilmtári szolgáltatások

- **PrePress – Nyomdai előkészítés**
 - szöveg-, grafika- és képfeldolgozás, kiadványszerkesztés
 - ellenőrző nyomatok, digitális proofok előállítás
 - bel- és kültéri tablók, bannerek nyomtatása
 - hagyományos és elektronikus montírozás, színrebotás
 - nyomóformák előállítás nyomdai filmről, illetve CTP-technológiával
- **Gyorsokszorosítás**
 - színes és fekete-fehér másolás/nyomtatás 350 x 487 mm méretig
- **Press – Nyomtatás**
 - ofszetnyomtatás négy-, illetve hatszínnyomó gépeken, 89 x 126 cm méretig
- **PostPress – Kötészeti feldolgozás**
 - felületnemesítés fóliázással, laminálással 167 cm szélességig
 - hajtogatás, spirálozás, sorszámozás
 - összehordás, irkakészítés, ragasztókötés
 - kasírozás, táblakészítés, aranyozás
 - szortiment könyvkötészet
- **Vákuumformázás**
 - vákuumformázó szerszámok, terepasztalok előállítása CNC-technológiával
 - vákuumformázás

ÜGYFÉLSZOLGÁLAT ÉS TÉRKÉPBOLT:

1024 Budapest II., Filler u. 14.

+36 (1) 212-4540 • ugyfelszolgalat@topomap.hu

Nyitva tartás: hétfő–péntek 9.00–16.30

NYOMDAI GYÁRTÁSELŐKÉSZÍTÉS: +36 (1) 336-2035