

## A jövő intelligenciaparadigmái

műhelytanulmány

*Kis kezek, nagy algoritmusok - az MI támogat, az óvodapedagógus kísér.*

A mesterséges intelligencia jelenlegi fejlődési szakaszában a nagy nyelvi modellek (LLM-ek) és az agency intelligencia csupán két, bár meghatározó irányt képviselnek. A kapcsolódó kutatások számos további, részben még kísérleti vagy intenzív fejlesztés alatt álló intelligenciaparadigmát vizsgálnak, amelyek eltérő architektúrális, kognitív és működésméleti alapokra épülnek. Ezek nem egymást kizáró kategóriák, hanem egymást részben átfedő, kombinálható megközelítések.

Az egyik ilyen irány a **world model alapú intelligencia**, amely a megerősítéses tanulás modell-alapú változatából nőtt ki. Lényege, hogy a rendszer belső, latens reprezentációt épít a környezetről, és mielőtt döntést hoz ezen belső világmodell segítségével szimulálja a lehetséges jövőbeli állapotokat. Ez a prediktív, szimulációs logika közelebb áll az emberi anticipációs működéshez, mint a pusztán reaktív rendszerek. A kihívás azonban a komplex, valós környezetek stabil és skálázható modellezése.

Ezzel részben összefügg az **embodied intelligence**, vagyis a megtestesült intelligencia koncepciója. Ez az irány abból indul ki, hogy az intelligencia nem redukálható absztrakt szimbólumkezelésre vagy nyelvi reprezentációra, hanem a testi-szenzomotoros interakcióban alakul ki. A developmental robotics és a szenzomotoros tanulás kutatásai azt vizsgálják, miként lehet olyan rendszereket építeni, amelyek fizikai környezetben, érzékelés-mozgás ciklusokban tanulnak. A technológiai nehézség itt a valós idejű adaptáció és a multimodális integráció stabil megvalósítása.

Egy másik fontos irány a **neuro-szimbolikus intelligencia**, amely a neurális hálózatok mintafelismerő erejét ötvözi az explicit logikai és szimbolikus következtetéssel. A cél a magyarázhatóbb, deduktív következtetésre képes rendszerek létrehozása, amelyek strukturált tudásbázisokat és tudásgráfokat is integrálnak. Bár elméletileg ígéretes a skálázható és hatékony integráció, de még nem tekinthető kiforrottnak.

A kollektív működésre épít a **collective vagy swarm intelligence**, ahol több autonóm ügynök együttműködéséből emergens intelligencia jön létre. Ez a megközelítés a multi-agent

rendszerek és az elosztott kogníció kutatási területeihez kapcsolódik. A kutatások fő iránya, miként tartható fenn a kontroll és az etikai átláthatóság nagy számú együttműködő rendszer esetén.

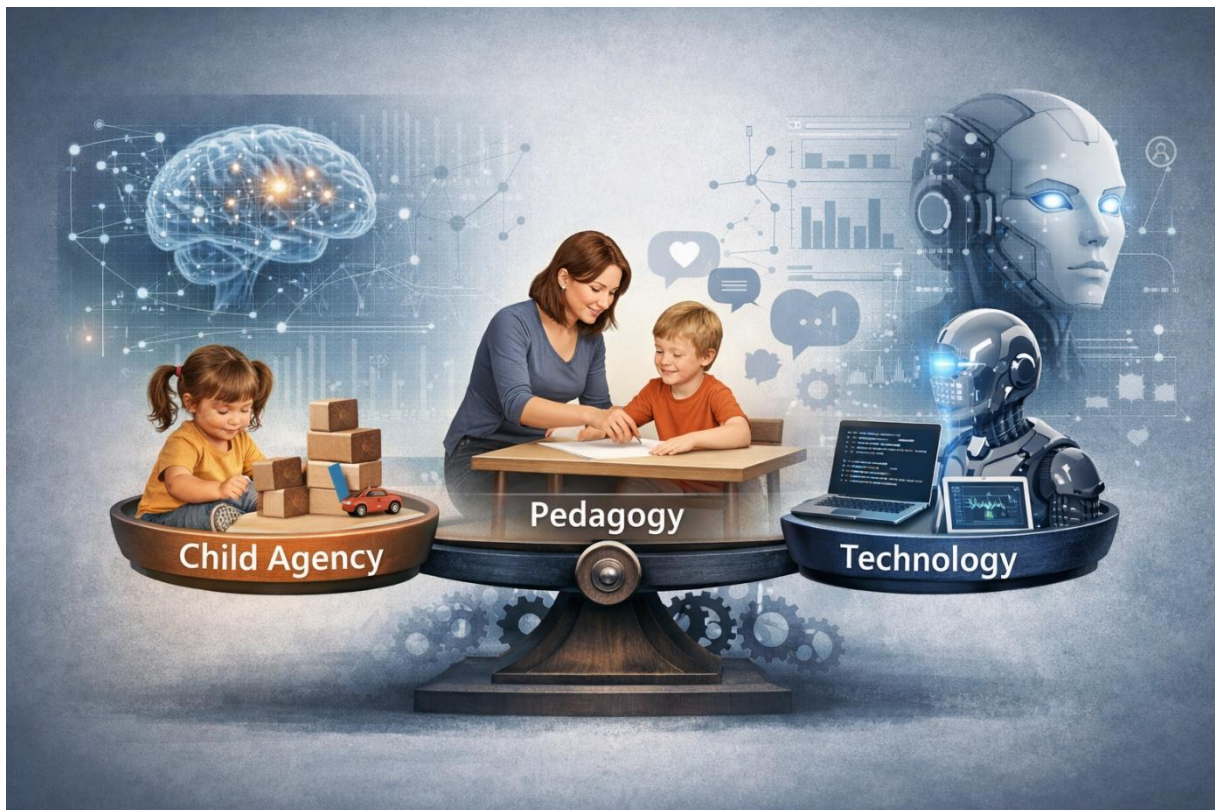
A közbeszédben gyakran megjelenő, de még mindig erősen elméleti státuszú koncepció az **Artificial General Intelligence (AGI)**, amely az emberihez hasonló, transzferképes, több doménben alkalmazható általános problémamegoldó képességet célozza. Jelenleg nincs konszenzus sem az architektúrális útról, sem a mérési kritériumokról.

Szociális és pedagógiai szempontból különösen releváns az **affektív vagy érzelmi intelligencia gépi megfelelője (affective computing)**. Ez az irány az érzelmek felismerésére, modellezésére és adaptív válaszadásra törekszik. A kutatás egyik kritikus kérdése, hogy a rendszerek valódi érzelmi reprezentációval rendelkeznek-e, vagy csupán statisztikai mintafelismerést végeznek. Az etikai dilemmák itt különösen hangsúlyosak.

Egy további fejlődési irány a **meta-kognitív vagy önreflektív AI**, amely képes a saját működését monitorozására, bizonytalanság becslésére, a hibái felismerésére és korrigálására. Az ilyen rendszerek az agency intelligencia következő evolúciós lépcsőfokát jelenthetik, mivel nem csupán cselekednek, hanem értéklik a saját döntési folyamataikat is.

Végül a **continual vagy lifelong learning intelligencia** célja a folyamatos tanulás megvalósítása anélkül, hogy a rendszer elveszítené korábbi tudását (az ún. catastrophic forgetting problémája). A jelenlegi nagy modellek nem valódi folyamatos tanulók; az adaptív, hosszú távon stabil tudásbővítés még aktív kutatási terület.

Az intelligenciafejlesztés jelenlegi spektruma a nyelvi reprezentációtól (LLM) a célorientált cselekvésen (agency rendszerek) át a prediktív világmodellekig, a megtestesült és kollektív működésig, valamint az affektív, meta-kognitív és folyamatos tanulási architektúrákig terjed. Ezek a kutatási irányok nem lineárisan fejlődnek, hanem egymással kombinálódva alakítják ki a következő generációs intelligenciarendszereket.



### Jövőtérkép

Az alábbi jövőképtérkép a jelenleg kísérleti vagy intenzív kutatások alatt álló intelligenciapara- digmák közül azonosítja azokat az irányokat, amelyek 5–10 éves időtávon reálisan hatással le- hetnek az óvodai nevelésre. Az elemzés a technológiai érettséget (TRL-logika), az óvodapeda- gógiai illeszthetőséget és az etikai kockázatot egyaránt figyelembe vesz.

#### 1. 5 éves horizont (középtávú realitás)

Az ötéves időtávon legvalószínűbb áttörést az affektív, érzelem-érzékeny mesterséges intelli- gencia jelentheti. Az érzelemfelismerésre és adaptív válaszadásra képes multimodális rendsze- rek (amelyek arckifejezést, hangszínt és interakciós mintázatokat elemeznek) várhatóan gyors ütemben integrálódnak az oktatástechnológiai megoldásokba. Óvodai kontextusban ez adap- tív mesealkalmazások, érzelmi visszacsatolással működő tanulójátékok és figyelemmonitorozó rendszerek formájában jelenhet meg. Ugyanakkor az érzelmi adatgyűjtés és az ebből fakadó befolyásolhatóság súlyos etikai kérdéseket vet fel, ezért kizárólag szigorú adatvédelmi és pe- dagógiai kontroll mellett tekinthető legitim innovációnak.

Ezzel párhuzamosan a meta-kognitív vagy önmonitorozó rendszerek rövid távon stabilizáló szerepet tölthetnek be. Az olyan AI-megoldások, amelyek bizonytalanságot jeleznek, saját válszaikat értékelik, vagy önreflexív működést mutatnak, elősegíthetik a pedagógiai kontroll megerősítését és az élménykísérés támogatását. E rendszerek különösen az óvodapedagógiai döntéstámogatás területén jelenthetnek releváns fejlődési irányt.

A neuro-szimbolikus rendszerek integrációja középtávon szintén jelentős potenciállal bír. A logikai következtetés és strukturált tudásbázisok kombinációja támogatja a tanulási tartalmak konzisztenciáját és magyarázhatóságát, ami a pedagógiai validálhatóság kulcseleme. Bár a technológiai érettség még nem teljes, e megközelítés stabilizáló szerepet tölthet be az óvodai digitális innovációban.

## **2. 10 éves horizont (strukturális átalakulás lehetősége)**

Tízéves távlatban a megtestesült intelligencia, különösen a fejlettebb szociális robotikai rendszerek jelenthetnek valódi paradigmatváltást. A robot-alapú kooperatív játék, a szenzomotoros készségfejlesztés és a fizikai-digitális tanulási környezet integrációja új nevelési/tanulási dinamika kialakulásához vezethet. Ugyanakkor alapvető stratégiai feltétel, hogy a robot ne váljon szociális tekintéllyé az óvodapedagógus helyett.

A world model alapú intelligenciák stabilizálódása esetén lehetőség nyílna komplex szociális szituációk szimulációjára, konfliktusmodellezésre és társas döntési helyzetek játékos keretezésére. E rendszerek közepes valószínűséggel jelennek meg érdemi óvodai kontextusban, azonban fennáll a veszélye annak, hogy viselkedésmodelljeik túlságosan determinisztikussá válnak.

A valódi lifelong learning rendszerek hosszú távon az egyéni fejlődési profilok követésére és az adaptív fejlesztési pályák kialakítására lennének képesek. Ugyanakkor az időben kiterjedt adatgyűjtés komoly autonómia- és adatvédelmi dilemmákat vet fel, így alkalmazásuk erősen szabályozásfüggő marad.

## **3. Alacsony valószínűségű, de magas hatású irány**

Az Artificial General Intelligence (AGI) megjelenése esetén az oktatási ökoszisztéma teljes átalakulása következne be. Mindazonáltal tízéves horizonton belül e forgatókönyv megvalósulása bizonytalan, ezért stratégiai értelemben monitorozandó, de nem operatív prioritás.

#### 4. Stratégiai rangsor (óvodai kontextusban)

Óvodai szempontból az affektív rendszerek és a meta-kognitív architektúrák jelentik a legközvetlenebb hatású fejlesztési irányokat, amelyeket a neuro-szimbolikus integráció követ stabilizáló technológiaként. A megtestesült rendszerek strukturális pilot-területet alkothatnak, míg a lifelong learning és world model megoldások kísérleti státuszú területként kezelendők. Az AGI a stratégiai horizont periferiáján marad.

#### 5. CHILDTECHLAB HUN - OKOSÓVODA K+F alprogram stratégiai következtetése

Az elkövetkező öt-tíz évben a valódi innováció nem az intelligencia fokozásában, hanem az óvodapedagógus szakmai kontrolljának megerősítésében, a magyarázhatóság támogatásában, az érzelmi adaptivitas etikai kereteinek kialakításában és a megtestesült, de nem domináns technológiai jelenlét kialakításában rejlik. A valódi áttörés nem a technológiai autonómia növekedése, hanem az „augmentált” óvodapedagógus önrendelkezésének stabilizálása lehet.

Az alábbi stratégiai mátrix a különböző intelligenciaparadigmák várható óvodai hatását három dimenzió mentén értékeli: A CHILDTECHLAB HUN - OKOSÓVODA K+F alprogram számára a cél a stratégiai orientáció és nem technológiai prognózis.

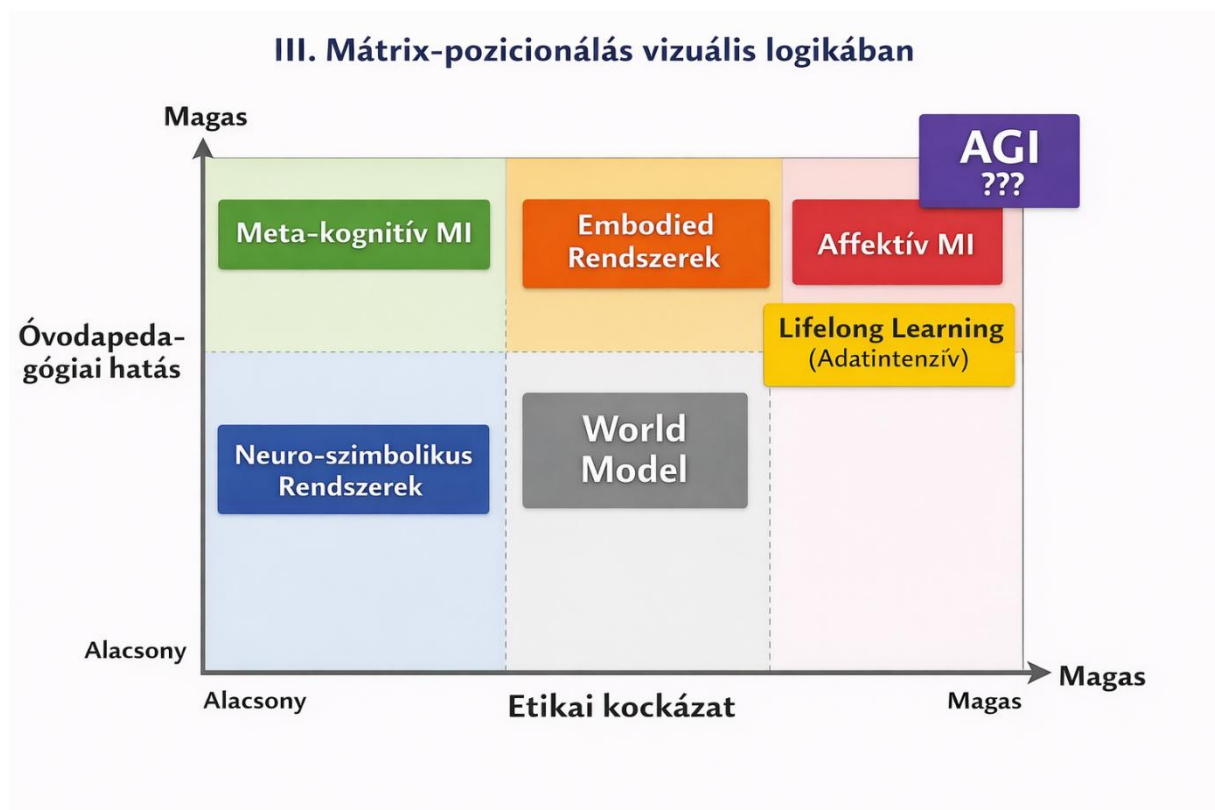
#### Stratégiai Mátrix

Intelligencia-típus	Időtáv	Óvodapedagógiai hatás	Etikai kockázat	Stratégiai prioritás
Affektív MI	5 év	Magas	Magas	Kontrollált innováció
Meta-kognitív MI	5 év	Közepesen magas	Alacsony–közepes	Kiemelt fejlesztési irány
Neuro-szimbolikus	5–10 év	Közepes	Alacsony	Stabilizáló technológia
Embodied Intelligence	10 év	Magas	Közepes	Strukturális pilot-terület
Lifelong Learning	10 év	Magas	Magas	Szabályozásfüggő
World Model rendszerek	10 év	Közepes	Közepes	Kísérleti tér
AGI	>10 év (bizonytalan)	Potenciálisan extrém	Extrém	Monitorozandó

### A mátrix rövid értelmezése

Az óvodapedagógiai hatás alacsony szinten eszköztámogatást, közepes szinten a tanulási folyamat strukturálását, magas szinten az interakciós dinamika átalakulását, extrém szinten pedig intézményi paradigmaváltást jelent.

Az etikai kockázat alacsony szinten átlátható működéssel és minimális adatérzékenységgel jár, közepes szinten adatkezelési és interpretációs kérdéseket vet fel, magas szinten érzelmi manipuláció vagy hosszú távú profilozás veszélyét hordozza, extrém szinten pedig az autonóm döntéshozatal humán kontroll nélkül jelenhet meg.



### 6. CHILDTECHLAB HUN - OKOSÓVODA K+F alprogram stratégiai ajánlása

Rövid távon a meta-kognitív és neuro-szimbolikus rendszerek kombinációja jelenti a legstabilabb fejlesztési irányt, mivel támogatja az óvodapedagógus kontrollját és a magyarázhatóságot, miközben minimalizálja az etikai kockázatot. Középtávon a megtestesült rendszerek kizárólag kontrollált pilot-program keretében alkalmazhatók, ahol a szociális robotika élménykísérő, nem pedig domináns szerepet tölt be. Az affektív rendszerek kizárólag szigorú etikai protokoll mellett integrálhatók.

## 7. Stratégiai összefoglalás

Az óvodai áttörést nem az intelligencia növelése hozza el, hanem a magyarázhatóság, az óvodapedagógus mediációja, az irányítási egyensúly és az etikai transzparencia dinamikus fenntartása. Az alapelv változatlan: nem az MI válik meghatározóvá a gyermek felett, hanem az óvodapedagógiai rendszer őrzi meg cselekvőképességének elsődlegességét az MI felett.