



2021.08.31-én zárult „**A mesterséges intelligencia matematikai alapjai**”-t kutató, NKFIH által finanszírozott Nemzeti Kiválósági Program. Ez volt az első olyan nagyszabású kutatási program, amely azzal a célkitűzéssel jött létre, hogy hazánkat felzárkóztassa a gépi tanulás témakörében. A mesterséges intelligencia területén az utóbbi 10 évben világszerte forradalmi áttörések születtek. Stratégiai jelentősége van annak, hogy országunk ne maradjon ki az ezen új eredmények által elérhető gazdasági, társadalmi és tudományos előnyökből. A legfontosabb célkitűzés olyan tudásközpontok fejlesztése volt, melyek az alap kutatás különböző területein dolgozó kutatókat bevonják a mesterséges intelligencia kutatásába is.

Ennek alapjait 2018.szeptember 1 -én egy 2 kutatóhelyből és 3 egyetemből álló konzorcium rakta le, melynek tagjai:

- [Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet \(ELKH\) konzorciumvezető\)](#)
- [Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet \(ELKH\)](#)
- [Eötvös Loránd Tudományegyetem](#)
- [Pázmány Péter Katolikus Egyetem](#)
- [Szegei Tudományegyetem](#)

A program a felénél tartott, amikor kitört a Covid-járvány, ami akár ketté is törhette volna a kutatómunkát, de mégsem ez történt. A nehéz időszak ellenére minden résztvevő intézményben vitalizálta és továbbfejlesztette a témakörben már működő kutatócsoportokat. Jelentős eredmények születtek a reprezentációtanulás, az interpretálhatóság és a statisztikus gépi tanulás területén, valamint több más területen is. A program keretében kísérleti jelleggel egy orvosi alkalmazás kifejlesztésére is sor került, melynek célja a krónikus sebekkel élő betegek ellátásának javítása volt.

A **Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet** és a MedInnoScan Kft. együttműködésében a mesterséges intelligencia gyakorlati alkalmazása volt a középpontban. A krónikus sebbel élő betegek ellátása jelentős terhet ró az egész egészségügyi ellátórendszerre, mivel az ezzel a problémával küzdő, körülbelül 200000 beteg folyamatos kezelésre, átlagosan kétnaponkénti kötözésre szorul. Ha a seb állapota változik, a kötszer típusát érdemes váltani. Ebben a döntésben segít az a – kutatás eredményeképpen létrejött – mobil applikációval egybeépített mesterségesintelligencia-alkalmazás, amelynek prototípusa bemutatásra kerül a zárókonferencián.

A kutatáshoz és a mesterséges intelligencia betanításához alapanyagként szolgáló képek elkészítése is országos összefogással készült. Mintegy 70 egészségügyi intézmény a Pécsi Tudományegyetem vezetésével, valamint négy orvosegyetem, továbbá az OORI mint országos intézmény, egy tucat kórház és több mint ötven ápolási szolgálat, illetve magánpraxist folytató sebkezelő centrum aktív részvétele kellett, hogy az 5500 beteg krónikus sebeiről 220 000 kép elkészüljön. A termék a klinikai próbák után, vélhetően a jövő év során lesz elérhető a szakápoló személyzet számára.



A **SZTAKI** kiemelt feladata volt a program keretében az alkalmazási igények által motivált alap kutatás és a létrejövő eredmények alkalmazása, demonstrálása. Kutatásaik felölelték a mély tanulás működésének információs geometriai alapjait, a hálózat kutatás, az ajánló rendszerek és a megerősítéses tanulás elméletét és ezek alkalmazását, többek között a gépi érzékelés, a közösségi médiaelemzés, a robotika és az autonóm közlekedés területein. A három év során számos kiemelkedő tudományos publikáció született, amelyek eredményeivel több nyilvános szakmai bemutatón szerepeltek. Legfontosabb demonstrációik: a portrérajzoló robot; a megerősítéses tanulás robotikai, drónrajvezérlési és -gyártási alkalmazásai; egy az ajánlórendszerek belső működését feltáró megoldás; egyes közlekedési objektumok detektálása, valamint egy Covid-oltásokkal kapcsolatos véleményelemző rendszer.

Az **ELTE Matematikai Intézete** a projekt keretében a gépi tanulás több területét, valamint ezek alkalmazott matematikában való felhasználását kutatta. A *gépi látás* területén a mély neurális hálók tanítását és ennek több alkalmazási területen (pl. orvosi képek vagy műholdfelvételek feldolgozásában) megjelenő sajátosságait vizsgálta. A *matematikai modellezés* alkalmazási területein a gyakorlatban már használt algoritmusok, eljárások hatékonyságának javítását vizsgálták. Az egyik ilyen téma a logisztikai vagy általában optimalizálási feladatok megoldásában központi szerepet játszó egész értékű programozás technológiáinak támogatása neurális hálókkal. Egy másik megoldás a pénzügyi folyamatok elemzésében is használt. sztochasztikus folyamatok paraméterbecslése neurális hálókkal. Az előző témákkal összefüggésben a kutatások kiterjedtek a természetes nyelv-feldolgozás mélytanulási modelljeinek bevezetésére más, új alkalmazásokban. A projekt jelentős hatást gyakorolt az egyetemi oktatásra is. Több tucat hallgató kapcsolódott be a kutatásokba, illetve készített projekt munkát, szakdolgozatot a mesterséges intelligencia és a matematika inter- és transzdiszciplináris területéről vett témákból. A „Mathematics Expert in Data Analytics and Machine Learning” (<https://ai.elte.hu/training/>) angol nyelvű szakirányú képzés elindítása az intézetben szintén további hosszú távú hatása a projektnek.

A **Pázmány Egyetem Információs Technológiai és Bionika Karán** rangos nemzetközi fórumokon és szakmai folyóiratban bemutatott eredmények születtek többek között hullámmetrika alapú szegmentáció, valamint a több diszkriminátoros GAN-hálózatok területein. Kiemelten foglalkoztak neurális hálózatok eredetének igazolásával és hálózatok súlyainak lopását meggátló módszerek kidolgozásával. Vizsgálták neurális hálózatok támadhatóságát, valamint a támadások megfordíthatóságát. Nyelvtechnológiai kutatási eredményeik felölelik a szövegekből automatikusan létrehozott vektortérmodelleket, illetve a köznyelvi normától eltérő, hibás, ún. zajos szövegek javítását. A kar eredményei között van egy pozitív újdonságkutatást kapott, beadott *szabadalom* is, melynek ötletét a tragikusan elsüllyedt Hableány kirándulóhajó katasztrófája motiválta. A szabadalom célja egy olyan, gépi tanulást alkalmazó rendszer megvalósítása, ami az áldozatok felkutatását és mentését jelentősen megkönnyíti, és nehéz körülmények között is lehetővé teszi.

A **Szegedi Tudományegyetem** elsősorban a mesterséges intelligencia algoritmusainak interpretálhatóságát és sérülékenységét vizsgálta. Mindkét probléma a mesterséges intelligencia „fekete doboz” problémájával kapcsolatos. A természetes nyelvek feldolgozása területén jól interpretálható és

kisebber erőforrásigényű jelentésrepresentációkat, és többnyelvű modelleket javasoltak, valamint az interpretálhatóság elméleti háttérével kapcsolatos kutatásokat végeztek. A mesterséges intelligencia algoritmusainak érzékenységével kapcsolatban eddig nem ismert sérülékenységeket sikerült kimutatni a formális verifikáció terén, valamint több mesterséges neuronháló szimultán támadásának a korlátait vizsgálták. Az eredményeiket rangos nemzetközi fórumokon mutatták be. Az SZTE részt vett a Rényi Matematikai Kutatóintézet által fejlesztett orvosi alkalmazás kutatásaiban is.

Összegezve:

**Tudomány:** A program eredményeként 3 év alatt összesen 79 tudományos cikk, egy szabadalom, és egy prototípus készült el.

**Infrastruktúra:** Létrejött az a kutatási infrastruktúra, jellemzően nagy számítási kapacitású szerverekkel, melyek ezekhez a kutatásokhoz elengedhetetlenek.

**Oktatás:** Ez idő alatt a konzorciumban résztvevő kutatók, oktatók több száz egyetemi hallgatóval ismertették meg a mesterséges intelligencia alapjait.

**Innováció:** További nem várt eredmény a teledermatológia megjelenése. A Covid-járvány ugyanis lehetetlenné tette a krónikus sebek kutatásához a fényképek elkészítését, viszont a fejlesztett technológiát felhasználva – a bőrgyógyászok és a betegek segítségére – nagyon rövid idő alkalmassá lehetett tenni bőrgyógyászati távdiagnosztikára. (A beteg maga készít néhány fényképet a kérdéses területről, azokat elküldi az orvosnak, aki felállítja a diagnózist, terápiát javasol, és a szükséges recepteket is fel tudja tölteni a felhőbe – anélkül, hogy a páciensek ki kellene tennie a lábát a lakásából.) Mindaddig közel 20 ezer vizsgálatot végeztek el ilyen módon.

A kitűzött célt a program elérte a mesterséges intelligencia matematikai alapjainak kutatásával. A megkezdett munkát szélesebb körben folytatja a szintén az NKFIH által támogatott [Mesterséges Intelligencia Nemzeti Labor](#) (MILAB), mely egyaránt erősíti az alapkutatási, az alkalmazott kutatási és az innovációs tevékenységet, azok szinergiáját és eredményességét.

További információk:

Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet: Szegedy Balázs, (konzorciumvezető) szegedy.balazs@renyi.hu

Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet: Benczúr András, benczur@sztaki.hu

Eötvös Loránd Tudományegyetem: Lukács András, lukacs@cs.elte.hu

Pázmány Péter Katolikus Egyetem: Cserey György, cserey.gyorgy@itk.ppke.hu

Szegedi Tudományegyetem: Jelasity Márk, jelasity@inf.u-szeged.hu