

## Neumann János és a mesterséges intelligencia

### Tudományos konferencia a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság fennállása 50. évfordulójának tiszteletére

Lapunk olvasóinak nem kell bemutatnunk a *Neumann János Számítógép-tudományi Társaság*, az NJSZT tevékenységét: szakmai körökben jól ismert, hogy a civil szervezet számítástechnikai, informatikai, infokommunikációs kérdésekkel foglalkozik, és az intenzíven művelt szakterületek közé újabban az információs társadalom témaköre is bekerült. Az NJSZT küldetésnyilatkozatának három meghatározó eleme:

- a múlt értékeinek megőrzése,
- a jelenhez való alkalmazkodás és
- a jövő befolyásolása.

Az 1968-ban megalakult társaság számos rendezvénnyel ünnepli félévszázados jubileumát: a sorozat egyik kiemelkedő jelentőségű eseménye volt az MTA székházában 2018. október 17-én *Mit hoz a következő ötven év?* címmel megrendezett tudományos konferencia, melynek fővédnöke Lovász László, az MTA elnöke volt. A címben a figyelmes olvasónak feltűnik, hogy az első szóban kiemelve a mesterséges intelligencia (MI) rövidítése olvasható – a négy elsőrangú előadás mindegyike érintette a XXI. század egyik legvitatottabb témáját: valóban a mesterséges intelligencia uralma következik?

A konferencia nyitó előadását Lovász László tartotta *Kell-e matematika a számítógép-tudományhoz?* címmel. Előljáróban néhány nagy elődről, Kőnig Dénesről, Erdős Pálról, Gallai Tiborról emlékezett meg, majd kiemelte, hogy a számítógép-tudomány és a matematika közötti kapcsolatot Neumann Jánoshoz, a számítástechnika atyjához vezethető vissza.

Az MTA elnöki tisztét betöltő Lovász László gráfelmélettel foglalkozik. A matematikának ez a viszonylag újabb keletű ága a XX. században rendkívüli módon előretört, hiszen a különböző – logisztikai, telekommunikációs stb. – hálózatok nél-

kül ma már nemcsak az ipar, a közlekedés, a munkaszervezés, de az informatika sem képzelhető el. Lovász professzor feltalálónaként több olyan szabadalom kidolgozásában is részt vett, amely a hálózatokkal, például a szerverek és a felhasználók közötti kapcsolatokkal foglalkozik.

Az előadó érintett néhány elméleti kérdést, köztük a polinomiális idő fogalmát. Neumann János ugyan nem írta le, de egy 1951-es előadásában szóban megemlítette a fogalmat a játékelmélettel összefüggő egyik algoritmusával kapcsolatban. Az algoritmusok fejlődésével párhuzamosan ez a téma egyre fontosabbá válik, olyannyira, hogy a polinomiális idő alatt lefutó, illetve nem lefutó algoritmusok kérdése az elméleti informatika legnagyobb megoldandó feladatává vált. A  $P=NP$  kérdés bekerült a matematika hét *Millenniumi Problémája* közé, amelyek megoldására 2000-ben 1–1 millió dollár jutalmat tűztek ki.

Lovász László végezetül megemlítette a „matematikai Nobel-díj”, az *Abel-díj* kitüntetését, Szemerédi Endre eredményeit, akinek a nevéhez a nagy gráfok strukturális osztályozása, az ún. *Szemerédi-féle regularitási lemma*, a „kombinatorikai indoklás mesterműve” fűződik. „Idővel ez a lemma mind a gráfelmélet, mind a számítógép-tudomány központi eszközévé vált”.<sup>1</sup>

Szász Domokos akadémikus nem először adott elő Neumann János matematikai munkásságáról: 2011-ben egy átfogó cikket is publikált a matematikus Neumann eredményeiről és életútjáról a *Mathematical Intelligencer* című folyóiratban.

<sup>1</sup> Lovász László: Prímek, számítógépek és Abel-díj. In: Természet Világa, 143. évf. 2012. 6. sz. <http://www.termeszettvilaga.hu/szamok/tv2012/tv1206/lovasz.html>

Amikor 1954-ben az *Amerikai Matematikai Akadémia* megkérdezte az USA-ban dolgozó neves matematikusokat, mit tartanak a három, szívüknek legkedvesebb eredményüknek, Neumann János a következőket nevezte meg:

- a kvantummechanika matematikai alapjainak lefektetését,
- az operátoralgebrát (ezt ma már Neumann-algebrának hívják) és
- az ergod-elméleti tételt.

Érdekes módon nem említette sem a játékelmélet és a közgazdaságtan összefüggései, sem a számítógépes architektúra (a Neumann-architektúra) és a számítástudomány, sem a numerikus meteorológia, vagyis az időjárás-előrejelzés számszerűsítése terén elért eredményeit.

A nyomás és a térfogat közötti összefüggést leíró ergod-elmélet fizikai alapjaival a legnagyobb fizikusok (*Robert Boyle, Edme Mariotte, Joseph Gay-Lussac, Ludwig Boltzmann, James Maxwell, Josiah Gibbs* és mások) próbálkoztak, már a XVII. századtól kezdve. A Neumann János által 1932-ben közzétett ergod-elméleti tételt mindmáig a statisztikus fizika matematikai megalapozásának tartják.

Szász professzor néhány további, Neumann János érdeklődési körébe tartozó elméleti kérdést is megemlégett. Neumannt érdekelte a nemlineáris dinamikai rendszerekkel foglalkozó káoszelmélet, de különösen a hozzá több szálon kapcsolódó meteorológia (benne az időjárás-előrejelzés) és a hidrodinamika.

*Charaf Hassan*, a BME tanszékvezető egyetemi tanára *A mesterséges intelligencia kihívásai* című előadását egy idősor bemutatásával kezdte: az „MI” nem újkeletű fogalom, már az 1950-es években elkezdtek vele foglalkozni, de azután a téma mintegy két évtizedes Csipkerózsika-álomba merült. Az 1980-as években kezdtek újra intenzíven foglalkozni a mesterséges intelligenciával. Ekkor jöttek rá, hogy a számítógépek is tudnak bizonyos mintázatok mentén „tanulni”: nem kell mindent pontos programozással előírni számukra, a gépeket explicit programozás nélkül is cselekvésre lehet bírni. Az MI alig több mint tíz éve egy újabb korszakba lépett, 2006-tól a kutatók és fejlesztők már a gépi mélytanulással foglalkoznak.

A legújabb globális trendekről szólva az előadó számos adattal és látványos ábrákkal, képekkel támasztotta alá, hogy évről évre, hónapról hónapra

milyen óriási mennyiségben növekszik az internetre kapcsolt eszközök és a közösségi hálókön kommunikáló felhasználók száma, illetve mindezek következményeként milyen elképesztő méreteket ölt a webes forgalom. Az alapséma azonban változatlan, ma is ugyanaz a három elem a meghatározó: az érzékelés, a feldolgozás, a beavatkozás.

A gépi tanulás feladatsora: osztályozás, regresszió, klaszteranalízis, dimenziócsökkentés, sűrűségbecslés, rangsorolás. A legismertebb alkalmazások: a gépi fordítás, a karakterfelismerés (OCR), a spamszűrés, a robotika, a természetes nyelvek feldolgozása, a bioinformatika, a gyógyszerkutatás. A machine learningnek azonban nagy az erőforrás-igénye, ezért nem olcsó multság.

A BME-n számos területen folyik az MI-kutatás, többek között a beszéd- és képfeldolgozás, a természetes nyelvek, az intelligens otthon, illetve a hangulatbányászat terén. Két konkrét téma említésével lehet érzékeltetni, milyen szinten sikerült eredményeket elérniük: a beszédkutatásban már képesek arra, hogy egy parti zajából egyetlen ember hangmintáját kiemeljék, és kifejlesztettek olyan járműelemző mobilalkalmazást, amellyel a sofőrök szokásait megfigyelve és elemezve előre tudják jelezni, mikor kell szervizbe vinni a kamiont. Charaf professzor számos további, a BME-n zajló kutatásról és fejlesztési eredményről is beszámolt. Ami a kihívásokat illeti: nemcsak a magas költségek miatt nagyok a kockázatok, de kritikus helyzetben van a humán faktor is – kevés az igazán jól képzett munkaerő.

Magyarország igyekszik felzárkózni a mesterséges intelligencia korszakához: megalakult az *Ipar 4.0 platform*, az *5G koalíció*, és legújabban a *Mesterséges Intelligencia Koalíció*. Felismerve az összefogás jelentőségét, ez utóbbihoz az NJSZT és a BME is csatlakozott.

A negyedik előadást *Kroó Norbert* akadémikus tartotta *A nanotechnológiáktól a kvantumtechnológiáig* címmel. A professzor a bevezetőjében föl idézett néhány XX. századi, a számítógépek jövőbeni elterjedését és kapacitását előre vetítő, utólag már viccesnek ható, alapjaiban téves jóslatot, és ezek tükrében arra hívta föl a figyelmet, hogy óvatosan kell bánni a nano- és a kvantumtechnológiák eljövendő szerepének becslésével.

Bármilyen lenyűgöző eredményeket sikerült a szuperszámítógépekkel elérni, nem szabad elfelejteni, hogy azok csak utánozzák a természetet. Össze-

vetve az emberi agy és a szuperszámítógép kapacitását és energiafogyasztását: amíg az agy 2,2 milliárd megaflop teljesítményt 20 W energiával képes működtetni, addig a jelenlegi leggyorsabb szuperszámítógép 8,2 milliárd megaflop teljesítményének működtetéséhez az emberi agyhoz képest sokszoros, 9,9 MW energia szükséges.

Újabban az agyi idegműködéshez egyre inkább hasonlító technológia fejlesztésén dolgoznak: 2014-ben az IBM bemutatta az 5,4 milliárd tranzisztort és 1 millió neuront tartalmazó *TrueNorth* chipet. A neuronok az agy működését szimulálva, 256 millió szinapszison keresztül kommunikálnak egymással. Ez a lapka már nem a hagyományos nullákkal és egyesekkel dolgozik; előnyös tulajdonságai között a lényegesen kisebb energiafelhasználást is említhetjük.

A mérőműszerek fejlődése lehetővé teszi, hogy egyre jobban megismerjük a szubatomi részecskék világát. A kutatók az új optikai képalkotó rendszerekkel ma már képesek a nanométeres (nano = a milliméter milliomod része) tartományban zajló folyamatokat is megfigyelni, és már kidolgozták azt az eljárást, amellyel képesek egyesével megfigyelni a molekulákat.

Króó professzor számos különlegességet említett meg az előadásában: szóba került az új távlatokat megnyitó *molekuláris elektronika, szénelapú elektronika, spintronika, nanofotonika* mellett az utóbbi évek tudományos slágerei közé tartozó *fullerén,*

*grafén, kvantumpötty* és társaik, de az egyik legérdekesebb jelenség a „kvantum vörösbegy” említése volt. A kutatók évszázadok óta próbálják megfejteni, hogyan képesek a költöző madarak hatalmas távolságokat megtenni, majd pontosan visszatalálni a fészkelő területükre. Úgy tűnik, a kvantummechanika eszköztárával sikerül a régi kérdést megválaszolni: megtalálták például a vörösbegy egyik szemében azt a speciális molekulát, amelynek köszönhetően a madár hazatalál Afrikából.

☺ ☺ ☺ ☺ ☺ ☺

A jubileumi konferencián adták át első ízben az NJSZT elnöksége által az ötvenéves évforduló tiszteletére alapított díjat, amelyet az a személy kaphat meg, aki a legtöbbet tette a társaságért, annak közösségéért. Az első *Jubileumi díjat Alföldi István* ügyvezető igazgató kapta meg „*a Társaság érdekében kifejtett több évtizedes munkásságáért*”.

A konferencia végén levetítették az 1984-ben Neumann Jánosról készült dokumentumfilmet, amelyben kortársai emlékeztek Neumannra. A konferencián részt vett az egykori riporter, *Wisinger István*, akinek az idén jelent meg a Neumann János életét feldolgozó, az NJSZT intenzív szakmai támogatásával készült dokumentumregénye, *Egy elme az örökkévalóságnak* címen.

*Tószegi Zsuzsanna*  
c. egyetemi docens, ELTE BTK  
tudományos újságíró

---

## E számunk megjelenését önkéntes munkájával segítette:

Berke Barnabásné  
Fonyó Istvánné  
Hegyközi Ilona  
Kiszl Péter  
Móring Tibor  
Prokné Palik Mária  
Tószegi Zsuzsanna