

Kutor László

Mesterségesintelligencia-oktatás

Kutor László Magyarországon az elsők között szerzett számítástechnikai diplomát a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán, majd elvégezte az ELTE pszichológia szakát, ahol doktori fokozatot is szerzett. 1974-től a Kandó oktatója, a BMF megalakulása óta a Neumann János Informatikai Kar Alkalmazott Informatika Intézetének docense, az Intelligens Rendszerek és Mobil Informatika Szakcsoport vezetője. 1990 és 1993 között a Texasi Egyetemen dolgozott, 2001-ben megszervezte az érzékszervi fogyatékosok informatikaoktatását. 2002-ben elnyerte Az év informatika oktatója, 2003-ban a Mestertanár és a Neumann János-díjat.



Szerteágazó kutatásokat folytat a biológiai indíttatású informatika, a biometrikus személyazonosítás, a mobil rendszerek, valamint a fogyatékosokat segítő informatika témakörében.

Az első számítástechnikai évfolyamon végeztem. Ismereteim szerint az országban is akkor indult először számítástechnika szak, amikor kezdtem. Alapvetően *mainframe*-nek nevezett nagy számítógépekről tanultunk. Személyi számítógép természetesen még nem volt. 1971-ben találták fel a mikroprocesszort, de a ma mindennapos személyi számítógépekre még néhány évet várni kellett. Az IBM és DEC gépek és rendszerek ismerete volt a törzsanyag. És amik kapcsolódtak: mérés- és szabályozástechnika, programozás, számítógépperifériák. Élveztük, amit tanultunk. Az évfolyamtársaim zöme most is a szakmában dolgozik, életkori sajátosságként nagyon sokan vezető szerepben. Természetesen előttünk is voltak már „számítástechnikusok”, vagy ezzel a szakterülettel foglalkozók, de ilyen jellegű diplomát akkor adtak ki először.

Már a tanulmányaim alatt úgy gondoltam, hogy számítástechnikai szemlélettel szeretnék más területeket is megismerni. Az ELTE pszichológia szakán kötöttem ki, amely nézőpontom szerint a legfejlettebb biológiai-, és kiemelten az emberi információfeldolgozás tudományával ismertetett meg.

A választásomban a legfontosabb szempont az volt, hogy hol lehet a legtöbbet tanulni az idegrendszer működéséről.

Nagy öröömre szolgált, hogy a magyarországi pszichológusképzés a biológiai és fiziológiai alapokra építette fel az idegrendszeri és lelki működéseket. Számítógépes szóhasználattal a hardver részletes megismerése után került sor a szoftver tanulmányozására.

Már a nyolcvanas években tanította a mesterséges intelligenciát.

A nyolcvanas évek közepén, amikor befejeztem pszichológiai tárgyú tanulmányaimat, a főiskolán meghirdettem a mesterséges intelligencia tantárgyat. Kezdetben vendégelőadókat hívtam, azokat, akik egy-egy témában a legjobbak voltak Magyarországon. A tárgy gerincét mára saját előadások teszik ki, de a kiváló vendég előadók meghívásának gyakorlatát most is igyekszem folytatni.

A ma „intelligens rendszerek”-nek nevezett tantárgyban először az intelligencia fogalmát igyekszem körüljárni. Itt a sok megközelítés közül az MIT híres professzora, P. H. Winston szemléletét követem. Ő a mesterségesintelligencia-kutatás két céljában a gépek okosabbá tételét, valamint az intelligencia fogalmának jobb megértését jelölte meg. Ez a két cél most is nagyon fontos. Az informatikai fejlesztés egyik legfontosabb iránya, hogy minél több tudást és problémamegoldó képességet építsünk az informatikai eszközeinkbe. A másik cél, az intelligencia megismerése, szintén nagyon aktuális. A mára elkoptatott szó mögött rejlő célszerű, tehát tudásra épülő viselkedés mechanizmusainak megismerése mind pszichológiai, mind technikai szempontból rendkívül izgalmas és fontos. A sok, mesterséges (és talán nemcsak mesterséges) intelligenciával foglalkozó megközelítés közül Ray Kurzweil meghatározását tartom irányadónak: „A mesterséges intelligencia az érzékelést, a célszerű cselekvéssel összekötő információfeldolgozással foglalkozó tudomány.” Tehát az intelligens viselkedés érzékeléssel kezdődik, van benne tudásra épülő információfeldolgozás, és a végén van egy, az adott helyzetben elvárt célszerű akciót kivitelező beavatkozás, cselekvés. A főiskolán oktatott kurzus erre a gondolatra épül. Felöleli az érzékelés, a problémamegoldás, a tudáskezelés, a tanulás, valamint a cselekvés főbb ismereteit.

Hogyan kapcsolódnak a kognitív rendszerek a mesterséges intelligenciához?

Előrebocsátom, hogy nem vagyok kognitív szakértő. A háttérismeretemet az egyetemen annak idején ebben a témában tanultak adják, és ami még rám rakódott azóta. Mindenesetre a „kogníció = gondolkodás” az emberi információfeldolgozás nagyon fontos kutatási területe. Mérnöki szóhasználattal talán úgy lehet nevezni, hogy ez a felülről történő megközelítés. A gondolkodás tanulmányozásánál gyakran a legbonyolultabb emberi folyamatokból indulnak ki. A tanulás vagy az emlékezés például ilyen nagyon fontos kognitív folyamat. A kognitív folyamatok megismerése az elméleti szempontokon túl az MI-kutatás szempontjából is nagyon fontos. Visszaülva Winstonra: a központi cél, hogy okos gépet építsünk, azonban ezt több modell, vagy ahogy gyakran említik, paradigma alapján is megközelíthetjük. A ma legdivatosabb informatikai paradigma a „digitális”. Sikerét elsősorban rugalmas programozhatósága, rendkívüli megbízhatósága, gyorsasága és reprodukálhatósága alapozta meg. Legjobb ismereteim szerint a biológiai rendszerek elsősorban nem digitális elvek szerint működnek. Legalábbis ránézésre. Talán, ha lemegyünk a mélyre, akkor megfi-

gyelhetünk digitális elemeket, de összességében folytonos jelekkel működő, modell elvű, tehát analóg információfeldolgozásról van szó, és ha azokat az úgynevezett kognitív folyamatokat megértjük, amelyek például az élőlények működését meghatározzák, akkor ezeknek a metaforájára, modelljére rá lehet építeni egy technikai megoldást is, és ezzel „okosabbá” tehetők a gépek. Elsősorban ez az MI-kutatók, mérnökök vágya. Ugyanakkor a gépek felhasználói is sokkal többet tudnak majd elérni ezáltal. Már napjainkban is egyre fontosabbak, szinte nélkülözhetetlenek a sok tudást kezelő okos gépek, például az alakfelismerő rendszerek, a beszédfelismerő és beszélő számítógépek, internetképes mobiltelefonok, vagy akár a bizonyos szívbetegék életét segítő „okos” ritmus-szabályozók.

Visszakanyarodva a kognitív témához: leginkább a pszichológusok, a biológiával mélyebben foglalkozó kutatók közelítenek ebből az irányból. Minél inkább szeretnénk megérteni a működési mechanizmusokat, annál nagyobb szerepet kapnak a mérések, a mérések feldolgozásai, a matematikai modellek és a számítógépes szimulációk. A kognitív tudomány alapvetően interdiszciplináris terület.

Mit ért a soft computing kifejezésen?

Magyarrá fordítva talán biológiai indíttatású vagy biológiai alapú informatikának lehetne nevezni. Az informatikát mondhatjuk az információfeldolgozás tudományának is. Eredetileg Lotfi Zadeh volt az élenjárója, ő kezdte el szorgalmazni az emberi fuzzy fogalmakra épülő információfeldolgozást, és a soft computing kifejezést. Azóta jócskán kibővült a fogalmi kör.

A soft *computing*nek nevezett irányzatnak jelenleg három fő területe van: a fuzzy logika, a neurális hálózatok és a genetikus algoritmusok. Az első terület, ahonnan az egész irányzat indult, a fuzzy rendszerekkel foglalkozik. A fuzzy szó ma-nyar megfelelője még nem alakult ki, én leginkább az „árnyalt” (tehát nem kétértékű) megnevezést tartom kifejezőnek. Zadeh javaslata alapján úgy oldjuk meg a problémákat, hogy olyan változókat használunk, amelyeneket az ember. Az ember tipikusan árnyalt, gyakran ködösen, homályosan meghatározható értékű változókat használ: erős, gyenge, kicsi, nagy, hideg, meleg, gyors, lassú, késő, korán... Autót is úgy vezetünk, hogy pontosan nem tudjuk, adott közlekedési helyzetben pontosan hány fokban kell megnyomni a féket, vagy eltekerni a kormányt. Csak annyit tudunk, hogy kicsit vagy erősen. Az árnyalt változók használata azzal jár együtt, hogy döntési mechanizmusainkban is egyidejűleg sok körülmény mérlegelésével alakítjuk ki a döntést. Ez a fuzzy logikára és vezérlési elvekre épülő információfeldolgozás mára bevonult az intelligens rendszerek eszköztárába. Az ázsiai országokban, ahol filozófiai gyökerei vannak az árnyalt gondolkodásnak, marketingszlogenné vált, hogy ami nem fuzzyval működik, az már nem is lehet jó. Fényképezőgépektől a járművezérlésen át a mosógépekig szinte mindenütt megtalálhatjuk a fuzzy, ezért intelligensnek is nevezett alkalmazásokat.

A soft computing másik fontos témaköre a mesterséges neurális hálózatok. Ebben a paradigmában az információkat nem digitálisan és nem Neumann elvű processzorra, memóriára, buszokra, algoritmosos problémamegoldásra alapozzuk, hanem az idegsejtek működését utánozó mesterséges neuronokra és azok összekapcsolt hálózatára. Ezek a hálózatok párhuzamos, hibátűrő, gyakran tanulásra képes, folytonos információkat is kezelni tudó viselkedést mutatnak. Mesterséges neurális hálózatokkal mára számos fontos feladatot meg lehet oldani, gyakran sikeresebben, mint a hagyományos „digitális” módon. Például alakot lehet felismertetni, osztályoztatni lehet vele. Számos olyan feladatot, melyet az idegrendszer jól, hatékonyan csinál. Példaként szoktam mondani: a hagyományos számítógép minden olyan feladatban jó, amiben mi rosszak vagyunk. Megbízhatóan és gyorsan tárol és továbbít adatot, viszont minden olyan feladatban, amiben mi emberek (és sokszor az állatok) jók vagyunk, például az alakfelismerésben, fogalmak, ködös dolgok felidézésében, összetett összefüggések felismerésében, önműködő tanulásban a hagyományos számítástechnika nem jeleskedik. Ezért érdemes megismerni az idegsejtek és az idegrendszer működését, hogy erre a tudásra alapozva hatékony mesterséges – neurális – rendszereket építhessünk.

A biológiai indíttatású informatika harmadik fontos szegmense a genetikus algoritmusokra épít.

Elsősorban J. Holland nevéhez szokták kötni azt a felismerést, hogy a biológia alapvető optimalizáló, – pontosabban vizsgálva – kereső eljárása a technikában is alkalmazható. A mesterséges genetikus algoritmusok alkalmazásának van három alapfeltétele.

Az első probléma, vagyis az optimalizálandó egyed, illetve tárgy egyértelmű reprezentálása egy ún. mesterséges kromoszómába. Második feltétel: e kromoszómák alapján egy megfelelő méretű populáció létrehozása. Ezen a populáción alkalmazhatóvá válnak a genetikus operátorok, mint például a kiválasztás, keresztezés, mutáció. Harmadik feltétel egy alkalmas „mérce”, illetve mérési módszer, amivel el lehet dönteni, hogy a kromoszómával reprezentált egyedek mennyire jók.

A genetikus algoritmusok alkalmazásával számos olyan bonyolult optimalizálási problémát sikerült megoldani, amely hagyományos algoritmusokkal nem volt kezelhető.

A biológiai alapú informatikai modellek egymáshoz is kapcsolódnak. A genetikus algoritmusokat például mesterséges neurális hálózatok paramétereinek optimalizálására is lehet használni. A fuzzy rendszerek neurális hálózatokkal való kapcsolata is egyre jobban ismert.

Összegzésül elmondható, hogy a biológiában felismert információfeldolgozó módszerek technikai alkalmazásai, hatékonyságuk miatt is, a mesterségesintelligencia-kutatás egyre fontosabb területévé válnak.

Mivel foglalkoznak az Alkalmazott Informatikai Intézetben?

Egy olyan sok évtizede működő intézetben, ahol körülbelül száz munkatárs

tevékenykedik, szerteágazó munka folyik. Az eredeti hátterünk mérnöki, tehát elsősorban villamosmérnöki rendszerektől, a számítástechnika területéről indulunk, bár sok más végzettségű, például matematikus kollégánk is van. Ahogy az informatika a számítástechnikából fokozatosan átalakult, kibővült, a korábbi zömében mérnöki problémák és modellek matematikai, gazdasági, biológiai és számos más területtel egészülnek ki. Folyamatosan tágul és alakul a horizont.

Intézetünk tisztán informatikai profillal elsőként alakult Magyarországon.

Mint ahogy alapvetően oktatási intézményről van szó, fő tevékenységünk az oktatás és az ehhez kapcsolódó kutatás.

A műszaki informatika szakon évente közel 300 hallgató kezdi meg tanulmányait. Ennek hozzávetőlegesen a fele szerez diplomát. Ez évben az első között kezdjük meg a BSc. szintű, majd a tervek szerint az MSc. képzést.

Az oktatás mellett a kar kutatási erősségei közé tartozik a fejlett számítógép-architektúrák, a robotika, a számítógéphálózatok, az intelligens rendszerek és mobil informatikai rendszerek kutatása.

A kutatómunkába gyakran bevonjuk a hallgatókat. Sok év óta a hallgatói projektek és az azokra épülő tudományos diákköri munkák a legsikeresebb, sok munkát jelentő, de egyben legtöbb örömet adó tevékenységeink közé tartozik.

Milyen kutatásokat végeznek az Intelligens Rendszerek és Mobil Informatika Szakcsoportban?

A csoportunk nevében szereplő mindkét témát rendkívül fontosnak tartjuk: a tudásra épülő intelligens rendszerek megismerését és korszerű oktatását, ahogy természetesen a mobil rendszereket is. A munkatársak kutatómunkája sok ponton találkozik a hallgatók kutatásával. A két önmagában is összetett szakterületet a diákok szakirányként választhatják. A mobil rendszerek gerincét manapság a GSM alapú rendszerek alkotják. Zömében ehhez kapcsolódnak a kutatásaink is. A mobil informatika szakirányt választó diákoknak már a tanulmányaik első félévében önálló projekt témát kell választaniuk. Példaként kiragadva néhányat a témák közül: helyfüggő mobil szolgáltatás, SMS és WAP alkalmazások, GPS alapú alkalmazások, távvezérlés, távfelügyelet, fogyatékosokat segítő alkalmazások.

Az elmúlt években végzett munkák összefoglalói elolvashatók a csoportunk honlapján, a mobil.nik.bmf.hu oldalon a hallgatói projektek alatt.

Az intelligens rendszerek témakörben – amivel sok éve foglalkozunk – a biometrikus személyazonosítást tartom az egyik legfontosabbnak. Több ok miatt is közel áll hozzánk. Elsősorban azért, mert az informatikai rendszerekben a személyazonosítás rendkívül aktuális és fontos. Másodsorban több szakterületet is egyesíteni lehet vele, ráadásul különböző alkalmazásain sok diák dolgozhat csoportmunkában. A biometrikus személyazonosítás problémaköre kellően összetett, így tanulmányozásukkal szerteágazó tapasztalatokra lehet szert tenni. A különböző technikáknak azonos a logikai vázuk. Első lépésként a személyazonosítás alapját adó biológiai jellemzőket kell megbízhatóan meg mérnünk.

Ezeket a többnyire kép formájú mintákon kép- vagy jelfeldolgozást kell folytatnunk. A nyers, sokszor analóg jelfolyamból ki kell gyűjteni a jellemzőket, melyekre rá lehet építeni egy olyan osztályozó alakfelismerő módszert, ami el tudja végezni az osztályba sorolást, a személy azonosítását.

A szerteágazó biometrikus személyazonosítás témakört rendkívül jól lehet diákokkal együtt kutatni. Ugyanis különböző biológiai jellemzőkre építve, más-más rendszereket lehet létrehozni. Megközelítőleg húsz szakdolgozat készült ebben a témában. Sajnos idő és anyagi források hiányában nem tudunk belőlük terméket létrehozni, de egy oktatási intézménynek ez nem is feladata.

Az intelligens rendszerek témakör másik területe, amivel szintén aktívan foglalkozunk, az érzékelőkkel felszerelt, részben autonóm, lábakon járó és repülő ún. mobil robotok. Ezek a munkák szintén nagyon motiválják a hallgatókat. Kiváló lehetőséget kínálnak a kreativitás kibontakoztatására és a mérnöki szemléletű problémamegoldás gyakorlására a tervezéstől a működő rendszer teszteléséig.

Miként látja az érzékszervi fogyatékosok informatikaoktatását?

Az a meggyőződés hajt, hogy ha valakinek valamelyik szerve, például a látása, hallása nem megfelelően működik, vagy ha mozgásában akadályozott, akkor a technikai, elsősorban informatikai eszközök nagyban hozzásegíthetik ezen akadályok leküzdésében. A siketen és vakon hosszú, sikeres életet élt amerikai írónőt, Helen Kellert és a súlyosan mozgáskorlátozott angol fizikust, Stephen Hawkingot szoktam példaként felhozni.

Mindketten technikai segédeszközökkel, írógéppel, illetve speciális számítógéppel hidalták át a kommunikációs nehézségeket.

Helen Keller szerint a siketek az emberi kommunikációban, a vakok a tárgyakal való viszonyukban akadályozottak. Az informatika mindkét területen sokat segíthet: újabb csatornát nyithat meg. Ezt felismerve kezdtünk el foglalkozni azokkal a gyakran intelligensnek is nevezett számítógépes megoldásokkal, amelyek közvetlenül segíthetik a fogyatékkal élő embereket. Manapság a vakok például beszélő számítógépeikkel és mobiltelefonjaikkal a látókkal szinte azonos hatékonysággal tudnak kommunikálni. A gépi beszédszintézis, beszédértés a klasszikus MI témakörébe tartozik. A beszédszintézis mára elérte azt a szintet, hogy abszolút jól használható. Napi sok órán keresztül lehet egy beszélő számítógéppel dolgozni. A számítógépezés ismeretében siketek és nagyothalók szintén könnyedén tudnak az interneten akár távolban lévő társaikkal vagy a hallókkal is írásban beszélgetni. Az intézetünkben megszervezett speciális kiscsoportos képzés keretében látás- és halláskorlátozott fiatalokat készítünk fel az informatika által kínáló lehetőségek kihasználására. Eddig közel ötven vak és több mint húsz siket hallgató szerezte meg a szükséges ismereteket és tett sikeres ECDL (európai számítógéphasználói) vizsgát.

A képzés sikere több tényezőn múlik. Az intézetünkben rendelkezésre áll

egy speciális felszereltségű, garantáltan működő, mindig hozzáférhető laboratórium.

Mind a látás-, mind a halláskorlátozott hallgatókat a problémák megoldásában gyakorlott vak, illetve a jelyelvet ismerő és alkalmazó halláskorlátozott tanár tanítja.

A képzés térítésmentes, a vizsgákat a Neumann János Számítógép-tudományi társaság ingyenes vizsgakártyákkal és vizsgafelügyelettel támogatja.

A hallgatóktól csak a komoly munkát várjuk el. Szerencsére ezzel van a legkevesebb problémánk. Gyakran elképesztő az az elszántság és kitartó akarat, amivel például többen távoli városokból – Debrecenből, Szombathelyről, a Miskolc melletti Kánóról – hetente többször felutaznak a tanfolyamra. Az egyik hallgatónk például még Szombathelynél is távolabb lakik. Hajnalban a szülők beviszik Szombathelyre, felteszik az intercityre. A vasútállomásról tömegközlekedéssel eljön a főiskolára, majd a tanfolyam után ugyanez hazafelé. Már több ECDL-modulból sikeresen levizsgázott. Szociális munkásként dolgozik, vakon segít más rászoruló embereket. Abszolút tökéletes kommunikációs készséggel rendelkezik. Mindent megold körülöttük. A munka elvégzéséhez viszont alapvető a számítógép. Mára teljes biztonsággal, szó szerint vakon kezeli a számítógépet, levelez, adatbázist kezel.

Hiszem, hogy nagyon fontosak – számomra a legfontosabbak – az ember munkáját segítő informatikai alkalmazások.

Miben látja a kutatás-fejlesztési projektek sikerének, eredményességének a titkát?

Nem gondolom, hogy titokról, inkább fontos tényezőkről lehet beszélni.

Az első a jó, érdekes, korszerű és perspektivikus téma. Fontosnak tartom, hogy világosan érthető legyen, hogy mi lesz jobb, ha sikerül megoldani a feladatot.

Másik tényező a motivált és kompetens csapat.

Fontos a reális munkaterv és a kitartó, szervezett munka.

A siker tényezője az eredmények megfelelő bemutatása a megbízónak, illetve a megoldásban érintetteknek.

Végül az őszinte konstruktív munkaléggör, a teljesítmény elismerése szintén sokat segít.

Ha visszamehetnénk az időben, és most lenne egyetemista, mivel foglalkozna legszívesebben? Milyen témakörben, kutatási területben látna komoly perspektívát?

Mostanában az informatikai szakma vezetői hasonló kérdésekre gyakran azt a választ adják, hogy a biotechnológiában.

Magam a biológiai tanulságok felhasználásával kiegészített informatikát tartom továbbra is nagyon izgalmasnak.

Van néhány fontos terület, amely várhatóan nagy fejlődésen megy majd át,

hatásaiban pedig hasonló változást hozhat, mint a jelenleg megfigyelhető számításteljesítmény-növekedés.

Az egyik a szenzorok egyre intenzívebb használata, a másik az adaptív, öntanuló képességek fejlesztése. A biológiai példák mindkét területen szinte korlátlan lehetőségeket ígérnek.

Az élővilágban megfigyelhető elosztott, hibatűrő, asszociatív információátvitel szintén nagyon fontos új lehetőségeket nyithat.

Ha előlről kezdeném a tanulmányaimat, újra az okos gépek tervezéséhez szükséges informatikával foglalkoznék.

Milyen alapelveket érdemes képviselni ahhoz, hogy a csúcstechnológiai kutatásokban komoly eredményeket érjünk el?

Különösen ezen a területen fontos a munkatársak és a kutatási támogatások kritikus tömege. A magányos kutatók előállhatnak ugyan jó ötletekkel, de a megvalósításhoz csapat és forrás kell.

Kis országban lehetetlen minden területen élvonalba kerülni vagy az élen maradni. Az ír és finn példák is bizonyítják, hogy az informatika területén sikerrel lehet élvonalban maradni, ha sikerül jól kiválasztani a koncentrálandó területet.

Ilyen stratégiai döntésre lenne nálunk is szükség.

Az egyre bonyolultabb informatika megértéséhez, az élvonalba kerüléshez vitathatatlanul szükség van a magas színvonalú felsőoktatásra.

Húzóerőt a tehetséggondozás és a teljesítménnyel összefüggő hallgatói és oktatói támogatási rendszer jelenthet.

Kutor László

BMF, Neumann János Informatikai Főiskolai Kar,
Mobil Informatika és Mesterséges Intelligencia Szakcsoport
1034 Budapest, Bécsi út 96/b.
<http://mobil.nik.bmf.hu>