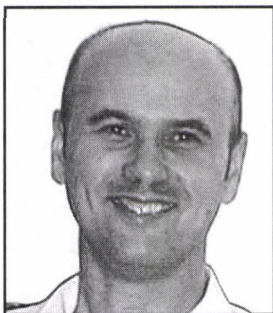


Gregorics Tibor

Keresési algoritmusok, programozási módszertan



Gregorics Tibor az ELTE Informatika Kara Programozáselemélet és Szoftvertchnológiai Tanszékének docense. Kutatási területe a mesterséges intelligencia és a programozási módszertan. Rendkívül aktív oktatói tevékenységet folytat. Számos publikációja jelent meg, többek között a Fekete Istvánnal és Nagy Sárával közösen írt *Bevezetés a mesterséges intelligenciába*, és a Futó Iván által szerkesztett *Mesterséges intelligencia* kötetbe is több fejezetet írt. Doktori értekezését a heurisztikus gráfkereső eljárásokról írta (1993). Főként a keresési algoritmusokra specializálódott.

Honlapján egy Gárdonyi Géza-idézetet olvashatunk: „Az embernek csak az arca ismerhető fel, de az arca nem ő. Ő az arca mögött van. Láthatatlan.” Mire utal ezzel?

A kutatásaimmal nem áll kapcsolatban, viszont valamelyest utal a személyiségre. Első megjelenésre sokkal kevesebbet tudok mutatni magamból mások felé, mint egy hosszabb kapcsolat során. Arra vonatkozik még az idézet, hogy az emberek nagyon sokszor döntenek az első benyomás alapján, és nem mindig helyes az ilyen döntés. Egyébként nagyon szeretem Gárdonyi Gézát, a *Láthatatlan embert* is.

Az idézetnek ezek szerint nincs túl sok köze a kutatásaihoz?

Egyáltalán nincs. Nem is tudom, milyen módon lehetne köze.

Mesterséges intelligencia, programozási módszertan... Tudna szűkíteni, illetve pontosítani?

Szűkíteni nem, mert az oktatás érdekében nagyon sok részterülettel foglalkoztam. Amikor elkezdtem dolgozni az egyetemen, akkor vezették be a programtervező matematikus szakon a mesterséges intelligencia kurzusokat. Fiatalon beleszóppentem egy olyan csoportba, amely feladatául kapta ezeknek a tárgyaknak a kidolgozását. Elsőként egy általános bevezető kurzus létrehozása volt a cél: az előadásokon széles spektrumot kellett bemutatni azokból a kutatási területekből, amelyeket a mesterséges intelligenciához sorol a szakirodalom.

Nem tudom megmondani, mi az MI, mint ahogy általában senki nem tudja megmondani. Persze azért mindenki definiálja valahogy. A másik kutatási területem – a programozás módszertana – irányából nézve úgy tudom meghúzni a mesterséges intelligencia határát, hogy amíg a hagyományos programtervezés

során a programozó pontosan megmondja az utasítások azon sorozatát, melyekkel közvetlenül meg lehet oldani egy feladatot, addig a mesterséges intelligencia keretében készült programok, szoftverek ezt közvetve végzik. Nem direkt módon írják le a feladatot megoldó utasítássorozatot, hanem valamilyen módon választanak a lehetséges utasítássorozatok közül, több lehetőség közül próbálják megtalálni a legalkalmasabbat. Ezeket a programokat körüllegi egy-fajta misztikus kód, az önálló döntésnek, tehát az értelemnek a jelenléte. Az ilyen mesterséges intelligencia programok között olyanokat is találunk, melyekben csupán véletlenszerű döntések vannak. Gondolom, erre most sokan felsikítanak, hogy azért ez még nem az... Mérő László *Mindenki másképp egyforma* című könyvében éppen arra mutat példát, hogy az emberi döntések esetében is sokszor mennyire racionális az, amikor feldobunk egy pénzdarabot, és a dobás eredménye szerint döntünk egy adott szituációban.

Tagadhatatlanul a mesterséges intelligenciához tartoznak viszont az ún. tanuló algoritmusok. Ez az a terület, ami engem igazából megfogott. A mesterséges neuronhálókra reagáltam úgy először, hogy aha, ez igen érdekes! Amikor tényleg nem könnyű átlátni a tárolt adatok és a kód alapján a szoftver matematikai alapját, amikor éppen ezért nem a „hogyan”, csak a „mit” kell leírni, és a „számítógép”, ez mindenképpen mesterséges intelligencia pusztán feladatmegoldás párok alapján képes megtanulni valamit. Egy program tanul, és ugyanaz a program az idő múlásával egyre okosabban viselkedik.

Mik azok a keresési algoritmusok? Hol tartanak az ilyen jellegű kutatások? Ön mivel foglalkozik ezen belül?

Az MI egyik klasszikus területe, ma már nem nagyon foglalkoznak vele. Úgy tűnik, lezárult. A hetvenes években és nyolcvanas évek első felében volt igazán nagy sikere. Akkor kezdtem MI-vel foglalkozni, és ezért fordult e felé a figyelmem, a doktori dolgozatomat is ebből a témakörből írtam: heurisztikus gráfkereső algoritmusokról, ami a keresési algoritmusok témakör egyik területe.

Röviden összefoglalva ez a terület olyan feladatok megoldásával foglalkozik, ahol több különböző út vezet a megoldáshoz, de nem mindegyik vezet célba. Olyan algoritmust kell készítenünk, amelyik utat talál az adott feladat megoldásához, esetleg a – valamilyen szempontból – legjobb utat találja meg. Kezdvé, mondjuk, egy útvonaltervezés problémájától, amikor meg kell tervezni egy európai utazást, több átszállással, úgy, hogy minél olcsóbb, minél rövidebb, vagy valamilyen más szempont alapján minél jobb legyen. Az ilyen feladatnál olyan nagy adattömeggel kell dolgozni, hogy még a mai nagyon gyors számítógépeken se lehet rövid időn belül megoldást kapni, ha nem alkalmazunk speciális kereső algoritmusokat. Ezek akkor működnek jól, ha a feladatból származó speciális többletinformációt, az ún. heurisztikát be tudjuk építeni a megoldó algoritmusba. Ha ezt nem tennék meg, akkor nem lennének képesek megoldani a feladatokat, mert a kezelhetetlenül nagy adattömeg kombinatorikus

robbanáshoz vezet. Vannak bizonyos feladatok, elsősorban logikai játékok, melyeket tizenöt éve is úgy tudunk csak megoldani, hogy heurisztikát építettünk a keresésbe. Ezeket hívjuk heurisztikus kereséseknek. Heurisztika nélkül leállt az algoritmus – mert betelt a memória. És ez ma is így van! Csak ma sokkal később áll le, mert sokkal nagyobb memóriával dolgozunk. A program még a nagyságrendekkel jobb kapacitású számítógépeken sem működik heurisztikák nélkül. Tehát a téma még mindig aktuális, de ma más a sláger a mesterséges intelligenciában: például az ágenselmélet vagy a robotika.

Behatóan tanulmányozta az „A” algoritmust is.

Ez egy nagyon érdekes heurisztikus gráfkereső algoritmus. 1968-ban publikálták; azért kapta ezt a „szerény”, az ábécé első betűjére utaló elnevezést, mert felettébb sok eredmény várható tőle. Olyanra gondolok – ami igazán meglepő és nagyszerű –, hogy ha van egy feladatunk, aminek az ún. problémateret végtelen nagy, tehát az algoritmusnak végtelen sok lehetőség közül kell kiválasztania a legjobbat, akkor is képes rá: megtalálja a legjobbat. Ha valaki írt már programot, tudja, hogy véges számok közül nem nehéz megtalálni a legnagyobbat – könnyen megoldható ez egy maximumkiválasztással. Viszont végtelen sok szám közül megtalálni a legnagyobbat, amikor nincs lehetőség végignézni az összeset, hiszen végtelen sokan vannak – nos ez megoldhatatlan problémának látszik. Az A algoritmus azonban még végtelen sok lehetséges út közül is képes a legolcsóbbat megtalálni. Ez egy annyira érdekes tulajdonsága, hogy felkeltette az érdeklődésemet, és különböző szempontokból vizsgáltam a hatékonyságát. Erre a publikációimban is többször kitértem.

Milyen programokban vesz részt a programozásmélet és szoftvertechnológiai tanszéken?

Legutoljára olyan munkacapat állt össze – még bizonytalan a jövője –, amellyel egy NKFP-pályázatot készítettünk. Varga László Zsolt is benne van a SZTAKI részéről. Megpróbáljuk egy kicsit összekapcsolni a sokkal könnyebben megfogható szoftvertechnológiát a mesterséges intelligenciával, azon belül az ágens alapú elméletekkel. Képzelnünk el például egy orvosi alkalmazást, ahol egy komplex számítástechnikai rendszerben akarjuk felügyelni a folyamatos orvosi ellátásra szoruló, de nem a kórházban tartózkodó cukorbeteg állapotát. Ezek a betegek otthon rendszeresen elvégzik saját maguk vizsgálatát, lehetőségük van vércukorszintjük, vérnyomásuk ellenőrzésére. Ha beírják a mért adataikat a saját elektronikai készülékükbe (számítógép, mobiltelefon stb.), akkor az megjelenik egy központi adatbázisban. A szoftver komponensei közül kapcsolatba lép egy kommunikációs ágenssel, egy orvosszakértő ágenssel (amely megfelelő instrukciókkal látja el) és ha szükséges orvosi kontroll is, akkor figyelmeztetik erre a beteg szakorvosát. Persze ennél a pár mondatnál sokkal összetettebb a projekt. Az ilyenfajta munkák azért fontosak számomra, mert összekapcsolják azt a két

területet, amelyen dolgozom: a valóságtól kicsit messzebb zajló mesterségesintelligencia-kutatást azzal a konkrét programozási gyakorlattal, amelyben adatfeldolgozó programokat kell készíteni.

Sajnos az utóbbi évek – az egyetemeken megváltozott helyzet miatt – nem kedveznek az ehhez hasonló vállalkozásoknak. Nagyon magas óraszámokban kell sokféle tantárgyat tanítani, ami az utóbbi négy-öt évben eléggé elviszi az energiáimat. Elmondhatom, hogy az utóbbi években én elsősorban oktatok. Szívesen teszem, önmagáért szeretem a tanári szakmát, de tudomásul kell venni, hogy vannak olyan tantárgyak, amelyekből nem lehet a kutatási területen profitálni, nem vezetnek kutatási eredményekhez.

Például?

Például egy programfejlesztési környezet tanítása. Négy éve indítottunk be egy olyan tantárgyblokkot, amely nem szól másról, mint hogy a hallgatók üljenek oda a számítógéphez, és programozzanak. Ez a tárgy kezdő szintről indul. Nagyon szép feladat egy ilyen tárgyat felépíteni: hogyan, milyen bonyolultságú feladatokat kell a hallgatók elé tenni, milyen segítséget kell adni, úgy, hogy azért a saját munkájukon legyen a hangsúly. Ez ugyanis nem egy szigorú „kézen fogjuk és megmutatjuk” jellegű programozást tárgy, hanem kiadjuk a feladatokat, ők hazaviszik, majd hozzák vissza a kész programot bemutatni. Egy ilyen tárgyra nyilvánvalóan szükség van, de rengeteg időbe telik a segédanyagok, internetes anyagok elkészítése. Látszik, hogy a hallgatók szeretik, de elveszi az ember energiáját, és az egyéb területek háttérbe szorulnak. És ez csak az egyik oktatási feladatom: ha jól számolom, legalább négyféle dolgot tanítok, amiből csak az egyik a mesterséges intelligencia.

A valóságtól távoli mesterségesintelligencia-kutatásról beszélt. Mit gondol a jelen állapotáról?

Jelzem, hogy eleve a kételkedők táborába tartozom. Ez egy egészséges kétkedés. Ha aztán valami eredményesnek és alaposnak bizonyul, akkor teljes mellszélességgel kiállok mellette. Ilyennek gondolom a mesterséges neuronhálókat, amelyeket már említettem. Sajnos azonban nagyon sokszor találkozni olyan jelenséggel, hogy készül egy program, egy szoftver, amire rendkívül hamar ráfognak, hogy van értelem benne, hogy MI-program. Számtalan példa és anekdota ismert erről a területről. Néha egészen egyszerű algoritmus is produkálhat értelmes viselkedést. Persze minden azon múlik, kinek készül egy szoftver. Valószínűleg egy egyszerű zsebalkulátor is nagyon értelmesnek tűnik egy kezdő, az informatikával nem foglalkozó ember számára. Mert a gép valami olyasmit tud, amit ő nem... De hát ez nem MI, erről már beszéltem. A konkrét alkalmazásokban ma még kevés a mesterséges intelligencia, ahol meg esetleg több van – katonai projektek, űrkutatás –, abba én nem látok bele.

Bemutatná az ELTE-n folyó MI-oktatást?

Vámos Tibor írta, hogy az MI az informatika tudományos előőrse. Kitűz egy első látásra megoldhatatlan problémát, aztán születnek eredmények, és az eredményekből az MI-től független területek alakulnak ki. Az MI tehát fontos területe az informatikának. Lehetne sorolni, az adatbázis-kezeléstől kezdve... Az MI oktatás ezért elég jelentős az ELTE-n. A programozó/programtervező matematikus szakon kétféléves MI-alapelőadás van. Az első félév mindenkinek kötelező, a második már csak azoknak, akik a specializációnál mesterséges intelligenciával akarnak foglalkozni. Úgy tűnik, sokan vannak. A specializálódók kilencven százaléka felveszi a mesterségesintelligencia-sávot. Nagyon divatos.

Jön egy hallgató, programozni akar, aztán átesik a tűzkeresztségen, birtokba veszi a számítógépet, látja, milyen kreatív dolog a programozás, hogyan jelenik meg a leírt utasításainak hatása egy grafikus felhasználói felületen. Aztán eszébe jut mindaz, amit a *science fiction*-irodalomban hallott a számítógépről. Magától értetődik, hogy kíváncsi egy ilyen tárgyra. A PhD-hallgatók szinte mindegyikének az MI az egyik szigorlati tárgya, még akkor is, ha nem esik egybe a kutatási területükkel.

Mindenki szeret játszani. Mi is azokkal kezdjük – kétszemélyes játékokon, logikai problémákon keresztül mutatjuk be az MI-módszereket. Később jönnek a keményebb témák, alkalmazások.

Aki elvégzi az alapelőadást, továbbspecializálódhat a sávon belül. Itt a tizenvalahány tárgyból hat tárgyat kell elvégezni. Akad jónéhány egyféléves kurzusunk: ezek különböző területeket fednek le. A sávot úgy hoztuk létre – mintegy tíz éve így működik –, hogy közösen rájöttünk: néhányan képtelenek vagyunk a teljes spektrum lefedésére, ezért vendégelőadókat hívtunk meg. Vámos Tibort, Mérő Lászlót, Kampis Györgyöt, Varga László Zsoltot, Gulyás Lászlót, Tatai Gábort... Mára – talán a beszéd felismerés kivételével – szinte a teljes spektrumot lefedjük. Még a robotikába is belevágtunk. Saját erőből, Kampis György javaslatára szereztünk be speciális legóelemeket. Akkor indult el a legóprogramozás. Amikor Istenes Zoltán idejött hozzánk, nagy örömmel vetette bele magát ebbe a munkába. Ő a terület felelőse. Ezt a tárgyat nagyon szeretik a hallgatók. A robotika az abszolút kedvenc, ott a legnagyobb a tolongás.

Az MI-nyelvek – LISP, PROLOG – oktatása is magas szinten folyik. Egy nevet még szívesen említenék: Sántáné-Tóth Editét. Ő a szakértő rendszerekkel kapcsolatos három tantárgyunk felelőse.

A Neumann János Társaság MI Szakosztályának a vezetőségi tagja. Hogyan látja a szakosztály szerepét a hazai MI-kutatásokban?

A nyolcvanas évek végén volt az MI-nek egy nagy felfutása Magyarországon. Éppen abban az időben, amikor komolyabban kezdtem foglalkozni vele. Ekkor nagyon aktív volt az MI szakosztály. Volt egy-két nagyon sikeres hazai konferencia, amelyeken a magyar MI-kutatás szinte minden szereplője részt vett. 1996-

ban Budapesten rendezték az ECCAI-t a Neumann Társaság, azon belül az MI szakosztály szervezésében. Én magam is tagja voltam a szervezőbizottságnak. 1999-ben megszületett a Futó Iván által szerkesztett *Mesterséges intelligencia* című könyv, amely egyes fejezeteit más-más hazai szakértő készítette. (Én a keresésről szóló fejezeteket.) Ugyanakkor különböző okokból – a rendszerváltás után megváltoztak a gazdasági viszonyok, mindenki a maga egzisztenciájával volt elfoglalva – a kilencvenes évek második felében csökkent az MI szakosztály szerepe. Léteznek még kutatóhelyek, ott dolgoznak, foglalkoznak MI-vel. A szakosztály mai szerepe az volna, hogy összehozza az önállócsodott csoportokat. Ha másként nem, félévenkénti, inkább csak az információcserét biztosító egy-két előadással.

A szakosztály vezetőségi tagjaként nem sok minden csinállok. Időnként kis összegű támogatást ítélünk azoknak, akik egy külföldi konferenciára akarnak elmenni, hogy bemutassák egy eredményüket. Szerintem jóval alacsonyabb szinten megy a motor, mint például tíz éve. Nem azért, mert a kutatók nem olyan jók, hanem mert megváltozott a világ, más a környezet.

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

Sikeresek volnának ezek a projektek? Inkább arra tudnék válaszolni, hogy esetleg miért nem annyira sikeresek. Nagyon sok olyan pályázatot láttam, amely nem a munkáról, hanem magáról a pályázatról szól. Nem érzem a pályázatokat a kutatómunka hajtóerőinek, sőt esetenként kifejezetten hátrányos, hogy érdemi munka helyett sok órányi időt kell eltölteni azzal, hogy hogyan lehet a végzett munkát úgy eladni, hogy az megfeleljen egy pályázat követelményeinek. Vannak sikeresen pályázó csoportok, akik megtanulták, hogyan kell jól csinálni, és képesek ugyanazt a feladatot így-úgy, sokféle színben eladni. Figyelik, milyen témakörű pályázatokat írnak ki, és a kiírt témáknak igyekeznek megfelelni, és ilyen szellemben összehozni a célkitűzést. Valójában ez már nem a szabad kutatásról szól, hanem egy olyan tevékenységről, hogy hogyan tudunk jó pályázatokat készíteni, amelyekkel meg lehet nyerni a pénzt. Persze a pályázat kiíróinak az a célja, hogy mindenképpen sikeres dolgokra adakozzanak, ne pedig lyukas zsákokba tömjék a pénzt.

Ha most lenne egyetemista, mivel foglalkozna legszívesebben? Megfordítva a kérdést: milyen szakokat javasolna az egyetem előtt állóknak?

Ha most lennék egyetemista, egy dolgot tennék másként, mint akkor. Igaz, az én időmben, a nyolcvanas évek elején nem volt választás – nem nagyon tudtunk külföldre menni tanulni. Most viszont rengeteg a lehetőség, hogy egy hallgató külföldre mehessen: meg kell fogni ezeket. Egyetemi évei alatt sokkal szabadabb az ember, könnyebben eltölthet itt-ott, más környezetben néhány hónapot. Az pedig sokat jelent.

Végső fokon majdnem mindegy, mit tanul az ember. Akár látogasson egy egyetemen belül is több kurzust, de a legjobb sok egyetemet végiglátogatni, és ilyen értelemben szélesíteni a spektrumot. Legfontosabb, hogy megtaláljuk a bennünket érdeklő területet. Hallgatóként – úgy gondolom – nem egy konkrét területre történő specializálódás az elsődleges cél, hanem inkább az, hogy sok-félét lásson, képes legyen összehasonlítani a dolgokat, a többire meg ráér később, amikor már van egy diplomája.

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

Nagyon fontos, hogy az igazán nagy eredmények mindig valamilyen kooperációként jönnek létre. Elmúlt az az idő, amikor valaki egymagában vagy néhány ember bezárkózva egy szobába képes volt komoly eredményeket összehozni. Szerencsére az internet és az egyéb lehetőségek sokkal közelebb hozták egymáshoz a kutatókat. Fontos tehát, hogy – más és saját országbeli – partnereket találjunk, meg tudjuk nézni, vitatni az adott területen elért eredményeket. Úgy tűnik, a konferenciák önmagukban ma már nem alkalmasak erre. Túlságosan hivatalossá, formálissá váltak. Mindenki elmondja az előadását; túl sok a résztvevő ahhoz, hogy kapcsolatok, mélyebb ismeretségek jöhessenek létre. Más eszközöket kell találni, de a kérdésre mindenképpen a kooperáció a válasz.

Gregorics Tibor

ELTE Informatikai Kar, Programozáselmélet és Szoftvertechnológiai Tanszék

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.

<http://pszt.inf.elte.hu>