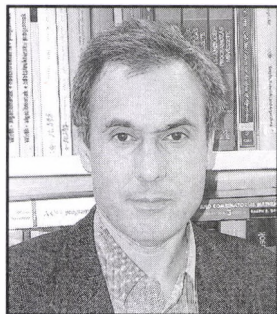


Fekete István

Algoritmusok és adatszerkezetek az oktatásban



Fekete István az ELTE Informatikai Karának oktatási dékán-helyettese. A nyolcvanas évek második felében döntő szerepet játszott az ottani MI-képzés kialakításában, később érdeklődése az algoritmusok és adatszerkezetek felé fordult. A *Mesterséges intelligencia* tankönyv társszerzője, valamint a Futó Iván által szerkesztett *Mesterséges intelligencia* kötetnek szintén az egyik társszerzője.

1986 és 1991 között meghatározó szerepet játszott abban, hogy az ELTE programtervező matematikus szakán megjelent a kétféléves mesterséges intelligencia alapkursus, majd az önálló tizenhat kredités MI-sáv.

Az akkori tanszék- és tanszékcsoporthoz vezető, Varga László professzor – aki ma már professzor emeritus – azzal bízott meg, hogy alakítsam ki ennek a tantárgynak a tematikáját, vezessük be ezt a képzést. Abban az évben ki tudtam menni Münchenbe egy nagy számítástechnikai vásárra, és ott az informatikai látványok mellett a nagy könyvpavilonokat is végiglátogattam. Egyszerű statisztikai alapokon kiválasztottam azt a könyvet, amelyikből a legtöbbet adták el világszerte. Ez Nils Nilsson *Principles of AI* című munkája volt. Ez a könyv lett a mi MI-tantervünk alapja. Azt kell mondanom, jó választás volt. Nagyon lelkes csapatot sikerült összeszervezni akkoriban, és mind a tananyagot, mind a hozzátartozó feladatokat heti szemináriumi formában dolgoztuk fel. Elkezdtük tanítani, sikeres volt a tárgy. Utána megjelent a második féléve is, majd amikor már elég sok minden összejött, önálló képzési modul – mi úgy nevezzük, sáv – formálódott belőle. Ma ez az egyik legsikeresebb sáv az oktatásunkban. Ebben található az alaptantárgy második féléve (az első félév a hároméves alapképzés része), a legújabb PROLOG-verziókon alapuló logikai programozás vagy a robotika. Nagyon látványosak a robotikalaborunk eredményei. A szakértő rendszerek elmélete és gyakorlata, a mesterségesintelligencia-játékok írása szintén a sávhoz tartozik. Gregorics Tibor a képzési sáv felelőse és az MI alaptárgy előadója. A robotika Istenes Zoltán területe, és a LISP-et is ő adja elő. Ásványi Tibor a logikai programozás és a PROLOG szakértője, Nagy Sára és Sántáné-Tóth Edit jegyzi a tudás alapú rendszerek oktatását. Lőrincz Andrásnak pedig egészen komoly MI alapú projektjei vannak, komoly külföldi szponzorálással. Alkotócsoporthoz veszi körül egy önálló

laborban. Sikeres kutató. Órái – mint például a beszéd felismerés – jobbára projektjeihez kapcsolódnak.

Nagy szeretettel gondolok vissza még arra is, hogy Mérő Lászlóval sikerült egy az MI és a kognitív pszichológia kapcsolatát feltáró és bemutató tanulmányt íratnunk. Ha megnézi az *Észjárások* című könyvben, hogy kiknek mond köszönetet – ott szerepelek én is. Szabályosan megrendeltünk tőle ugyanis egy tanulmányt, és talán ez adta az első lökést a lebilincselő könyv megírásához. A tanulmány egyébként meg is jelent egy vékony jegyzet formájában. Bizonyos kérdésekben mélyebbre megy, szakszerűbb, mint az *Észjárások*, hiszen az a széles rétegnek íródott, ez viszont hallgatónak, akik ki tudnak ezt-azt számolni. Herbert Simonnak a híres sakkrekonstrukciós kísérlete, aminek az a vége, hogy a számítógép mesterjelölti szinten áll ebben a feladatban (és általában is), az említett tanulmányban, illetve a jegyzetben nagyon részletesen és mélyen lett leírva.

Többedmagával írt akkoriban egy MI-tankönyvet is.

Igen, tankönyvet írtunk. Gregorics Tibor, Nagy Sára és én voltunk a szerzői. Az annak idején a Számalkhoz tartozó LSI könyvkiadónál jelent meg. Tulajdonképpen ugyanez a cég kiadta még egyszer, de akkor már a Gábor Dénes Műszaki Főiskolához tartozott. Ott is tanítanak MI-t, de ma már nem a mi munkánkat használják tankönyvként. Ez a könyv is – mint annyi más jegyzet – egy kicsit már idejétmúlt, de csak mint tananyag. Az MI három alapvető témáját – a gráfkereső algoritmusok, a kétszemélyes játékok és az automatikus tételbizonyítás fejezeteit – teljesen korrektül és elég mélyen tárgyalja. Ezek mint elméleti alapok változatlanul érvényesek. Olyannyira, hogy évekkel később a Futó Iván által szerkesztett *Mesterséges intelligencia* kötetbe éppen a fentebb említett szerzőhármás írta a megfelelő alapfejezeteket.

Az MI melyik területeit kutatta?

Igazából az én – mondjuk – ötéves kapcsolatam az MI-vel jobbára a tananyagok kidolgozása, fejlesztése és az oktatás volt. Nem végeztem számítottevő kutatómunkát. Talán később jött volna, ha a területen maradok. Mindenesetre alapfejezetekből, gráfkereső algoritmusokból és főként logikai ismeretreprezentációból vannak publikációim.

Ha szabad itt rövid önelemzésbe futnom: az oktatás, a kutatás és a hasznos fejlesztés tevékenysége csak nagyon ritka esetekben jön össze egy személyben. Ha igen, akkor ott végső soron mindig a fejlesztés viszi a prímet – hangsúlyozom: informatikáról beszélünk, és használható fejlesztésről. Én több utat is megpróbáltam, mindhárom hangsúllyal, voltak profi fejlesztéseim és jó cikkeim, de – kis pátosszal azt mondhatnám – végül is tanár vagyok, semmi más. Az egyetemi oktatás problémái, méghozzá alapproblémái foglalkoztatnak, ezek adják napi feladataimat, mostanában mint oktatási

dékánhelyettesnek is. A fejlesztés magabiztosságot ad, kutatni magasrendű élmény, de nekem az a jó, ha egy nagy évfolyamos alapelőadás és a gyakorlatok rendre mennek, szakmailag, emberileg, minden értelemben. Ezért nagyon sokra képes vagyok.

A mesterséges intelligenciáról az algoritmusokra és adatszerkezetekre váltott. Egyfajta MI-szkepszis indokolta ezt?

Igazából nem tudom pontosan definiálni sem az MI-t, sem az MI-szkepszist, mivel legalább tíz éve nem vagyok már ezen a területen. Valamilyest érzem, mit értünk mesterséges intelligencia alatt: amikor a számítógéppel teszünk olyasmit, amit az ember intelligenciája felhasználásával nem egészen kifürkészhető módon végez. A tágabb definíció megengedő: a számítógépbe beprogramozott módszer nem érdekes. Tehát a programnak nem kell úgy gondolkoznia, mint az embernek, mert azt a módot gyakran nem is ismerjük.

Pragmatista ember vagyok, tehát nincs helye MI-szkepszisnek a felfogásban. Inkább azt mondom, hogy nagyon is igenlően állok hozzá, hiszen észrevétlenül egyre jobban átszűr minden egyes alkalmazást. Az egyik klasszikus példa erre onnan van, amikor megjelent a Fortran nyelv a kezdeti Assembly nyelvű programozás után. Azt mondták, hogy ebben a nyelvben automatikusan lehet programozni, tehát mesterségesintelligencia-vonással rendelkezik, hiszen elég leírni a formulát, úgy, ahogy a matematikus írja, és a fordítóprogram meg fogja érteni. Ma már minden nyelv tudja ezt. Ma ezt már természetesen senki sem nevezi MI-nek. Ami nagyon elterjed mint intelligens vonás, mintegy kimegy az MI területéről, mindenkié lesz, és nem illik többé MI-nek nevezni. Ebben az értelemben nagyon is igenlem az MI-t. Nem foglalkozom filozófiai kérdésekkel, tehát azzal, hogy az emberi intelligenciát sikerül-e utolérni, modellezni, leghagyni, lehet-e az embernél intelligensebb robotot építeni, és így tovább. És mivel nem foglalkozom ilyenekkel, különösebb szkepszis sem lép fel. Azért hadd jegyezzem meg, hogy sok mindent el tudok képzelni egy komputerről, de meditálni aligha lesz képes.

Az algoritmusok és adatszerkezetek című kétféléves tárgyat adja elő.

Kiderült számomra, az MI abban az értelemben nem nekem való, hogy túl nehezen megfogható, tünékeny, bizonytalan határú. Minduntalan újabb divathullám söpör végig, aki egyszer lemarad róla, kikerül az egészből. Állandó kapcsolatok, olvasás, pénz kell hozzá. Konzervatívabb, földhözragadtabb vagyok ennél. A végzettségemhez is közel áll ez a klasszikus matematikával átszított terület, úgyhogy tökéletesen megfelel az algoritmusok és adatszerkezetek világa.

A váltást az tette lehetővé, hogy az egyik kollégám – aki az új kari struktúrában az algoritmusok és alkalmazásaik tanszék vezetője – átengedte nekem ennek a tárgynak az oktatását, mert ő két különböző kurzust vitt. Sok energiát

fektettem bele: mind a tananyagfejlesztésbe, mind a gyakorlatvezetői gárda megtalálásába. Jelenleg nagyon sikeres kétféléves kurzus folyik egy meglehetősen összeszokott, jó gyakorlatvezetői gárdával, amelynek a fele hallgató. A hallgatók részéről túljelentkezés van a gyakorlatvezetésre.

Végez jelenleg valamilyen kutatómunkát?

Jóformán semmilyen. A szerteágazó oktatási ügyek egy új karon, ahol száz oktató és két és félezer hallgató van, teljesen kisajátítanak. Ez nem panasz, mint mondtam, nekem ez a világom.

Ha mégis számot szeretnék adni valamiről, akkor azt említeném, hogy az adatszerkezetek, az adattípus különböző absztrakciós szintjei, az egyes szinteken való leírási módok az egyik téma, amivel a közelmúltban foglalkoztam. Szerényebb kollektív eredményeink vannak ebből a témából.

Valójában az általam inkább művelt kutatási terület nem az algoritmusok és adatszerkezetek klasszikus területeire esik, hanem a képfeldolgozás egy speciális területére. Ez a műholdról készített mezőgazdasági célú úrfelvételeknek a számítógépes kiértékelése, amit a Bosnyák téri sokemeletes kartográfiai épületben művelnek a Távérzékelési Központban. Számos fontos kérdésben használják ezeket a felvételeket, például hogy mennyi búza termett, azután aszály, árvíz, belvíz stb. esetén. A legfontosabb az első kérdés: mennyi termett az egyes növényekből a felvételen látható területen, de összességében az egész országban. Ez alapvetően egy ún. osztályozási feladat. Most éppen egy új, szegmens alapú osztályozási eljárást dolgoztunk ki a doktorandusz hallgatómmal. Nagyon sok emberi intelligencia van egyébként az osztályozás gyakorlati megvalósításában, tehát akadnak olyan lépések, melyeket egy szakértő végez el, és nincs is remény a beprogramozásukra.

Matematikai logikával szintén foglalkozik. Miként kapcsolódik ez a terület az algoritmusokhoz, adatszerkezetekhez, illetve az MI-hez?

Matematikai logikából vezetek gyakorlatot az egyetemen. Számomra ez önálló matematikai diszciplína, és, mondanom sem kell, nagyon szép. A matematikai logika azonban nyilvánvaló módon kapcsolódik az MI-hez. Volt olyan irányzat – sajnos nem tudom megmondani, hol tart ma –, hogy automatikus tételbizonyító programokat készítettek, sőt versenyeztették is ezeket. A német Bibel professzor volt az irányzat egyik meghatározó alakja. Konferenciákon nem is egy előadását hallottam. Igazából ez a hozzám legközelebb álló irányzat. Valahogyan automatizálni a tételbizonyítást, aminek nyilvánvalóan logikai alapjai vannak. A PROLOG-ba is logikai alapú következtetőrendszert építettek be. A tételbizonyítók is valamiféle rezolúciót vagy előreláncolást, tehát olyan stratégiát alkalmaznak, ami elméletileg mindenképpen a matematikai logikán alapul. Az igazi nehézség pedig csak ez után jön: leírni a vizsgált problémát mint bizonyítandó tételt a logika nyelvén.

Miként vélekedik általánosságában a hazai informatika-, és azon belül az MI- oktatás helyzetéről?

A felsőoktatás Magyarországon is – mint a világon mindenütt – végrehajtja azt a politikai döntést, amellyel a fiatalság nagy részét beterelik a felsőoktatásba. Úgy szokták ezt mondani, hogy a munkanélküliség kezelésének legolcsóbb és legkulturáltabb módja. Ezzel én most nem vitatkoznék. Ha tennem is, tény az, hogy ma a tömegoktatást finanszírozzák. Ebből túlképzés és színvonalcsökkenés következik. Még az igen nagy felvevőpiaccal rendelkező informatikai szakterület esetében is túlképzéssel állunk szemben, bár talán nem annyira kirívóan, mint más szakmák vonatkozásában.

A színvonalcsökkenésbe – mondjuk a természettudományos vonalon – az is belejátszik, hogy az egész világon megváltozott az értékrend. Amíg a XX. századra azt mondták, hogy a tudomány, vagy azon belül a fizika évszázada, addig nem tudom, minek kellene nevezni ezt a mostanit. Úgy tűnik, mintha a kommunikáció időszeke következne. Azt vesszük észre, hogy a korábban a természettudományi karon legelőkelőbbnek számító szakok egész egyszerűen devalválódtak. Például a fizika, kémia. A biológia nem..., de a matematika igen. Holott a világnak éppúgy szüksége van ezekre a szakemberekre, tudósokra, mint a gazdasági szakemberekre, a társadalomtudományok művelőire, a menedzserekre stb.

Az informatikára térve, azt hiszem, a képzés színvonalát országos szinten – mindent egybe vetve – jónak kell mondanom. Az informatika presztízse most egyébként még növekedett is azzal, hogy a bolognai folyamat alapszak-összevonási kényszerének közepette három informatikai bemenet is létesült: egy tudományegyetemi, egy műszaki és egy gazdasági informatikus szak alapítására van meg a lehetőség. Ennek megfelelően a saját házunk táján is inkább bizakodunk.

Nem szeretnék azonban titkot csinálni abból, hogy nekünk az ELTE-n nagyon komoly küzdelmet kell magunkkal folytatni azért, hogy az oktatásban ne maradjunk le a versenyben a konkurensok, a Műegyetem vagy a Budapesti Műszaki Főiskola elszívó hatása mögött. Nem az egyes órák színvonalára gondolok, mert az nagyon jó nálunk, hanem a képzés egészének piacképes voltára, valamint a megítélésére potenciális hallgatónk, a középiskolások, a meg a szakma fejében és szemében. Tehát arra, hogy egy jó középiskolás ne törvényszerűen a második vagy harmadik helyen jelölje meg az ELTE-t, ha informatikus akar lenni. Meg arra, hogy a nálunk végzett hallgató a legkeresettebb pályakezdők között legyen.

Abból adódik a problémánk, hogy amíg a programozó szak a hetvenes években és a nyolcvanas évek elején kis (pontosabban: nem nagy) létszámú szak – hadd mondjam kis túlzással, hogy elit, kutató szak – volt, addig nagyon jók voltunk. Most, amikor az informatika nagy létszámú, és kint a világban megváltozott ipari gyakorlattal működő szakterület lett, akkor ez szakképzést igényel. Az ELTE-nek hagyományosan a tanár- és a kutatóképzés az erőssége. Ez az, amit

a zsigereinkben hordozunk. A szakképzést, vagyis kvázi a mérnökképzést mint műfajt egy házzal arrébb jobban érzik. Úgyhogy nekünk még ezzel a problémával is szembe kell nézni.

Még egy dolgot említenék. Közismert tény: tíz-tizenkét év alatt felére csökken a jelentkezők lélekszáma, hiszen 2003 szeptemberében ugyanannyi hallgatót vettek fel a felsőoktatásba, mint ahányan hatévesen mentek az első osztályba. Annyira közismert ez a tény, hogy minisztériumi és politikai szinteken szokták idézni. Ennek minden következménye egyelőre beláthatatlan.

Az MI-oktatásról nem is beszéltem, most veszem csak észre. A hozzám eljutó információ alapján országos szinten jónak gondolom.

Hogyan látja az ELTE Doktori Iskolájának a működését?

Végzős hallgatóink egy része jelentkezik a Doktori Iskolába, de csak csekély hányaduk tud végezni. Pontosabban szólva, az abszolutóriumot még megszerzik, de publikációkra már alig futja erejükből, és még kevesebben írják és védik meg dolgozatukat. Ennek az oka főként abban keresendő, hogy ez a szakma ma anyagilag is, erkölcsileg is olyan lehetőségeket kínál az életben, amelyeknek elég komoly az elszívó hatása, és a hallgatóknak nem jut már idejük arra, hogy a doktori témájuk megírására koncentráljanak, vagy a dolgozatuk megvédésével foglalkozzanak. Viszont a tendencia szelíden emelkedő: mintha valamivel többen doktorálnának most, mint pár évvel ezelőtt.

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

Alapvetően nem tudok hirtelen rangsort felállítani, de a következő komponensek mindenképpen kellene hozzá: megfelelő társulás, tehát olyan konzorcium, melyben jó és egymástól különböző szakemberek és munkahelyek társulnak. Egyedül ma már semmit se lehet csinálni a világban, még a matematikában sem. Lejárt az egyszemélyes kutatók kora.

Ha informatikai területről van szó, akkor kell olyan résztvevő, akinek szüksége van az eredményre. Aztán komolyabb pénz is szükséges. Az akadémiai vonalon pedig olyan felkészült kutatók, oktatók, akik viszonylag függetlenek, nincsenek annyira túlterhelve, hogy meg tudják találni, mozgatni, és állandóan életben tartani a munkát.

Ha visszamehetnénk az időben, és most lenne egyetemista, mivel foglalkozna legszívesebben? Milyen témakörben, kutatási területben látna komoly perspektívát, illetve miket ajánlana a mostani diákoknak?

Elöttem változatlanul nagyon nagy a becsülete a matematikus, alkalmazott matematikus, matematikatanár szakoknak is. Persze nyilvánvalóan azt a tanácsot adnám a környezetemben, hogy ha valaki tehetséget és kedvet érez az informatikához, akkor jöjjön hozzánk. Hogy azon belül mivel kellene jó előre

foglalkoznia, arra vonatkozólag nem adnék tanácsot. Ha most lehetnék egyetemista, akkor erre a szakra jelentkeznék. (Akkor alakult a szak, amikor én negyedéves voltam, tehát én nem ezt végeztem.)

Nehéz megmondani, mivel foglalkoznék. Alapvetően nagyon szép terület mindenfajta grafika, képfeldolgozás, alakfelismerés, ezek a mostani munkáim alapján elég közel állnak hozzám. De épp így jogosnak érzem azt is, ha valaki az adatbázisok világába szeret bele. Mindenképpen igaz, hogy a nagy rendszerek, nagy adatfeldolgozó rendszerek készítése, ami tudományosan hálátlan terület, gyakorlatilag igen hálás, igen nagy szükség van rá. Kreatív terület és közösségi. Ha valaki ráadásul meg akar élni, akkor mondjuk, ezt javasolnám neki.

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

Nem tudok hozzászólni. Meg is lep, hogy jelen vagyunk a csúcstechnológiában, mert nem így tudtam... Lehet, hogy tájékozatlan vagyok: tényleg ott vagyunk?

Fekete István

ELTE Informatikai Kar

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.

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