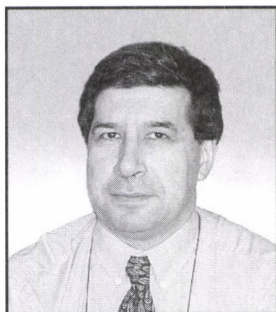


Tadeusz Dobrowiecki

Méréstechnikai alkalmazások, orvosbiológiai informatika



Tadeusz Dobrowiecki a BMGE mérés-technika és információs rendszerek tanszékének munkatársa, a mesterséges intelligencia mérés-technikai alkalmazásainak, az intelligens mérés-technika-nak a kutatója. Érdeklődési köréhez tartozik még az orvosbiológiai informatika és a nemlineáris rendszeridentifikáció. Hobbija a katonai repülés története.

Hogyan vázolná fel kutatói, oktatói pályáját?

A Villamosmérnöki és Műszaki Informatika Karon eleve igen tudásintenzív problémákkal foglalkozunk. Ha a feladatok automatizálása megüti a kellő bonyolultsági szintet, akkor magától értetődően már MI-típusú témákról kezdünk beszélni. Viszont nem alapkutatóként, nem grandiózus kérdések megválaszolásával, hanem elsődlegesen az alkalmazás szempontjából. A mérés során ugyanis tudásintenzív modelleket kell alkotni, elemezni, implementálni, rá kell jönni, hogy hol és milyen információ hiányzik. Ha a feladat túlmutat az alapproblémán, gondolkunk itt például komplex orvostech-nikai diagnosztikai problémákra vagy intelligens riasztásra ipari létesítményeknél, akkor a hagyományos számítógépes rendszertechnika már nem fog választ adni a fejlettségénél megjelenő minden kérdésre. A szükséges szervezési elveket, architektúrákat, információfeldolgozási módszertant viszont sokszor csakis az MI területén találjuk meg, ezért halad mindenki abba az irányba ezen a tanszéken és a kar más tanszékein is. Elérkeztünk ahhoz a komplexitási szinthez, ahol már be kell vonni ilyen módszereket.

Pályafutásom így tökéletesen azonos más tanszéki kollégáim pályafutásával. Ugyanerre utal, hogy az MI tantárgyként bekerült az informatika alapoktatásába. Viszont nem az a lényeg, hogy valamilyen módon meg szeretnénk ragadni az emberi intelligenciát, hanem az, hogy ez a terület hasznos új rendszertechnikai módszereket, rendszerintegrálási ötleteket ad meg, és így egyre bonyolultabb informatikai rendszerek építését teszi lehetővé. Bruce G. Buchanan, az Amerikai MI Társaság elnöke szerint az MI bizonyos részeinek – mint a szimbolikus és egyben heurisztikus számítási modelleknek – a számítógépes tudományok között van a helyük. Ha az MI-től elpártolnánk, akkor számos területre és feladatra nem lenne megfelelő eszközünk. Mivel nagyobb méretű rendszerekről is kellett beszélni előbb-utóbb, nem volt elég, hogy csak az alap-mérés-technikát oktassuk. Fel kellett

készíteni a hallgatókat a nagyobb problémák elemzésére, nagyobb rendszerek tervezésére. Kulcsfontosságúvá vált a mérőrendszerek tantárgy, ahol foglalkoztunk azzal, hogy a rendszer intelligenciáját hogyan kell fokozni abból a szempontból, hogy a feladatot miként írjuk le benne, és hogy a rendszer egyre autonómabb módon legyen képes eligazodni az információkeresésben. Az MI-ből akkor a szabályalapú rendszereket, a szakértő rendszereket vettük át, és vittük bele a tananyagba. Végül kialakult egy intelligens mérőrendszer architektúrája. A szokásos analitikus, numerikus rendszerre fektettünk rá egy szimbolikusan következtető, okosabb, a rugalmasságot és a feladatvégző képességet fokozó rendszert.

A tantárgyat addig fejlesztettük az intelligens rendszerek irányába, hogy szükségessé vált azokról is külön beszélni. Közben a karon megváltozott az oktatás jellege, szakirányok, mellékszakirányok keletkeztek. Lehetővé vált, hogy nem csupán egyetlen egy tárgyban, hanem tárgyak csokrában gondolkodjunk. Elkezdtünk olyan tárgycsokrokat képezni, mint tudásalapú architektúrák, hibrid és tanuló rendszerek, „puha” számítási módszerek és így tovább. Több tanszék is összeállt, mert annyira szerteágazóak a témák, hogy egy tanszéken belül nem tudjuk, illetve nem is volna szerencsés mindezt lefedni.

Milyen kutatások folynak most a tanszéken?

Korábban nagyon szoros kapcsolatban álltunk a Medicorral. Mielőtt a cég bajba került, intelligens orvosi rendszerek területén végeztünk alapkutatást és prototípusfejlesztést. Dolgoztunk ipari rendszereken, riasztórendszereken is, például a Dunaújvárosi Vasműnek. Mindez a nyolcvanas évek elején történt. Utána mi is – mint mindenki – átértük az internet térhódítását és az informatika arculatának megváltozását. Alkalmazkodni kellett. Bizonyos témák természetesen továbbélnek, mint például az orvosi, diagnosztikai problémák. Esetleg az internet által új dimenziót kapnak. Ugyanakkor bejönnek új kutatási területek is. Ezeket megkísérlem témák, illetve eszközök szerint csoportosítani.

Kezdjük a téma szerint. Fontos a rendszermodellezés magasabb fokon való művelése, tehát bizonyos intelligens megoldások, az alapvetően numerikus módszerek megválasztásába történő bevetése. Mert ugyan sok numerikus módszer alkalmas lehet az adott feladatra, de hogy melyiket kellene leginkább alkalmazni, ahhoz már intelligens lépés kell. Ha van egy ismeretlen rendszer, a tőle származó információt többféle módszerrel lehet kimérni, feldolgozni, és az eredmény nyilván nem lesz mindig ugyanaz. Viszont a legpontosabb képet szeretnénk kapni az adott körülmények között.

Az orvostechnikai témák a tanszéken maradtak, és két irányban fejlődnek. A képdiaagnózis terén most a mammográfiával foglalkozunk. Egyelőre alacsony szintű (numerikus) feldolgozás van terítéken, hogy fel lehessen mérni, mi fogható meg fogalmilag. A diagnosztika erre épül rá. A mozgásanalízis téma szintén az MI határán van. Újdonságként elkezdünk foglalkozni bizonyos bioinformatikai kérdésekkel is. A közelmúltban szintén foglalkoztunk ipari diagnosz-

tizálási problémákkal, ahol a létesítmény olyan bonyolult, hogy semmiféle analitikus modellje nem hozható létre. Lényegében attól működőképes, hogy a kezelőszemélyzet heurisztikusan, „hasra ütve” kezeli a dolgokat. Itt az automatizálás útjában csak az MI-módszereket vonultathattuk fel.

Az informatika arculatváltásával a nagyon bonyolult rendszerek biztonságtechnikája is megoldandó problémaként jelent meg, ahol az MI szintén alkalmazható, az adatbányászat eredményeire alapozva. Érdekes az ún. *any time* módszerek kutatása: ezeket az információfeldolgozó módszereket bármikor megszakíthatjuk, mindenképpen eredményt fognak adni. Viszont minél később, annál jobbat. Itt a szimbolikus módszerek jelentik a tétet, hiszen logikai bizonyítást bármikor nem szakíthatunk meg. A logikai következtetéseket felhasználó intelligens rendszerek viszont valójában mindig valós időben működnek, és kell, hogy tudjanak alkalmazkodni a működésük ilyen korlátozásához. Az olyan alapvetően MI-témák, mint a logikai tudásreprezentációban való következtetés vagy a tervekészítés tudománya, egyelőre nem tudnak *any time* jellegűek lenni. Ez komoly gátat szab az intelligens rendszerek valós fizikai környezetbe történő beágyazásának. Az internet büne, hogy megváltozott az információkezelés jellege. Hol található most az információ? Többé nem az adatbázisokban, hanem a világhálón, szabad, természetes nyelvű szövegekben. Ez az információ óriási mértékben változik, senki nem vállal felelősséget érte, egybegyűjtve netán ellentmondó, inkonzisztens is, a nyelvi problémákról nem is beszélve. Erre az információra kell alapozni, bizonyos intelligens rendszerek számára az ilyen információ jelenti a tudásbemenetet. Új módon kell tehát megoldani a régi kérdéseket. Kiemelkedő fontosságúvá válik az eltérő helyen vagy szerzőtől keletkezett információknak az összehasonlítása, fuzionálása. Ha az eszközök oldaláról nézzük, régebben alapvetően hagyományos, tehát szabályalapú rendszerekkel dolgoztunk, amiket próbáltunk valós időbe beágyazni. Komoly kutatási munka volt ez. A piaci módszerek nem voltak alkalmazhatók, így kellett és sikerült kialakítani saját eszköztárat (itt például valós idejű LISP változatot, tudáskompilálással kiegészítve).

A hagyományos termékek szempontjából a fő csapásirány a mesterséges neurális hálók kutatása, elsődlegesen a fizikai rendszerek modellezése szempontjából. Foglalkozunk fuzzylogikai eszközökkel, főként *any time* szempontból, adatbányászati módszerekkel, valószínűségi hálókkal főleg orvosi diagnosztikai alkalmazásokban, valamint az orvosi szakirodalom feldolgozásában. Tehát nemcsak a numerikus információ feldolgozásában, hanem egybekötve a szimbolikus információval is. Továbbá az interneten található szöveges információ esetében kutatjuk a magyar nyelvű ontológiákat, alapvetően a fogalmi rendszerek összehasonlítása, logikai kiértékelés szempontjából.

Hogyan látja az MI jelenlegi helyzetét?

A mostani helyzet bizonyos szempontból nem különbözik attól, ami jellemző volt például az ötvenes évekre, más szempontból viszont nagy változás állt be.

Hajdanában a kezdetleges számítástechnika megértése olyan távlatokat nyitott, hogy az emberek fantáziája már akkor meg tudta alkotni azokat az alapötleteket, melyeket ma sem vagyunk képesek túlszárnyalni. Sem a számítástechnika, sem a fiziológiai megismerés továbbfejlődése nem hozott annyi új eredményt, hogy a régi kérdésvetéseket át lehessen értékelni. Az akkor megválaszolatlan alapproblémákat ma sem lehet nagyon megválaszolni. Ilyenek például az MI és a valós idő, az MI és a missziókritikus feladatok kérdése, az MI-rendszerek formális verifikálhatósága, a rendszerintegrálási, hibrid rendszerek kérdése a multimodális következtetések fúziója szempontjából. Az intelligencia kutatása, például a humorérzék és emocionális állapotok irányába már akkor elkezdődött, de továbblépni nem tudtak. Látszólag számtalan módszer alkalmazható a hiányos, bizonytalan tudás leírására, viszont jó ideje nem keletkeznek újak, pedig tudjuk, hogy a régiek több ponton hiányosak, és mindegyiknek eltérő a szemantikája, tehát igazából vegyíteni sem lehet. A régi kérdés az intelligens rendszer igazi reflexivitása, hogy a saját cselekvéseit magasabb szinten képes értékelni és befolyásolni. Ugyanakkor óriási változás állt be az informatikában, s ezért nagy átértékelés várható, amiből kifolyólag az MI „informatikai” része szintén megváltozott. Régebben a cél maga egy intelligens rendszer megalkotása volt. Most az intelligens rendszer csak eszköz, mert inkább a hasznos szolgáltató rendszer a cél. Nem biztos, hogy a szolgáltatás egyáltalán az intelligenciával kapcsolható össze, viszont a megvalósításához valamilyen MI-komponenst bele kell vinnünk a rendszerbe. Az MI akkor már nem öncélú, hanem csupán eszköz. Termékből technológiává, láthatóból burkolttá, különlegesebből szokványossá vált. Többé nem MI-rendszereket szeretnénk építeni, hanem MI-módszereket felhasználni emelt szolgáltatások létrehozásához. Kialakulóban van az átható számítástechnika (*pervasive computing*): a számítógép mint különálló doboz megszűnik létezni. A PC például beépül a vasalóba, amit továbbra is vasalóként fogok használni. Hiába lesz ügyesebb a vasalóm, nem az intelligenciáját fogom értékelni, hanem a vasalás minőségét. Nem is fogom látni vagy tudni, hogy akár egy teljes MI-rendszer van benne. A viselhető számítástechnika ma már létezik: egyenruhába varrt PC, GSP, vezeték nélküli *ad hoc* hálózatok... Milyen intelligencia szükséges, hogy összeálljon és működjön egy ilyen rendszer? Beszélhetünk tovább az ún. „információs terekről”: „intelligens szoba”, „intelligens hajó”, „intelligens épület”, „intelligens gépkocsi”, „intelligens úthálózat”... Itt az ember lényegében az intelligens rendszer belsejében helyezkedik el, az intelligens rendszer egyik komponense. A miniatürizálás révén az MI egyre inkább beágyazott komponens lesz. Talán rövidesen ténylegesen meg is valósul a „rajintelligencia”: picurka repülőgépek, robotok rajai... Az információs szupersztráda – ez az ágensekhez is kapcsolódik – első ízben hozta létre az emberi társadalomhoz hasonló komplexitású olyan kommunikációs környezetet, ami ugyanazzal a könnyed információátvivő képességgel rendelkezik, mint az emberek verbális párbeszéde. Fontos kérdés a kontrollált, nem kontrollált infor-

máció – internet általi – megjelenése. Az eddigi hangsúly az ember-gép kapcsolaton volt. Az új környezetben a gép-gép kapcsolat lesz túlsúlyban, és elemi erővel jelenik meg a döntés/felelősségkihelyezés kérdése. A csupán empirikus verifikálhatóság az eddigi MI-rendszerek kellemetlen vonása. A szokásos, formális verifikálhatósághoz képest ez kevés, főleg missziókritikus feladatok körében.

Végül egy nagyon fontos dolgot kell megemlíteni. Az MI-vel több kutatási terület foglalkozik, miközben a laikus társadalom is találkozik vele: fontos tényező a társadalom reakciója. Berobban egy előzmények nélküli, teljesen újszerű ötlet, egy intelligens számítógépes rendszer. Nemcsak a laikusok, a finanszírozó szervek, hanem néha a tudósok sem tudják igazából, mibe kezdenek. Jóhiszeműen ígérek fűt-fát, és mindenki az eredményeket várja. Ha kiderül, hogy a módszer nem váltja be a hozzáfűzött túlzott reményeket, sokszor elutasítják. A bukásból az átértékelést, a reális képességek felmérését kell kihozni, azt, hogy ezek a módszerek milyen szinten képesek valójában sikeresen működni. A szakértő rendszerek, a neurális háló, a fuzzy logika, a gépi fordítás stb., minden újdonság végigjárta ezt az utat. Az a gyanúm, hogy a következő „csodagyereknél”, az ágens kutatásnál nagyon sok szempontból még mindig összekeverednek a reális és a túlfűtött elvárások.

Mit gondol az ágens technológiákról?

A karon – nem alapszinten, hanem később – van ágensekkel foglalkozó tantárgy: a kooperatív rendszerek, amelynek lényegében az interneten lévő ágensek a tematikája. Maga az alapötlet – tehát az, hogy egy rendszer csak környezetébe ágyazottan, a környezettel kölcsönhatásban tud működni, kihat a környezete stb. – nagyon reális. Annyira elemi dolog ez, hogy egy intelligens rendszer tulajdonképpen nem is lehetne más, mint egy ágens. Igen ám, csak hogy a világháló akkora lökést adott az intelligens ágensek fejlesztésének, hogy a számtalan lehetőség mellett számtalan probléma is megjelent. Egyelőre nem látom, hogyan lehet hosszú távon megoldani ezeket. Nagyon sok rendszer van a világhálón, könnyen kommunikálnak, autonómok, ám közösek az informatikai-tudáserőforrásai. Triviális felismerés, hogy ezek a rendszerek konfliktusokba keverednek, és hogy a konfliktusok ellenére együtt kellene működniük. Kérdés, hogy az együttműködés módszertana hogyan fest a tudomány mai állása szerint. Ezt a területet két ló húzza előre, és úgy tűnik, egyelőre hasonló irányba húznak, ám azért akadnak köztük feszültségek. Az egyik az, hogy minél több humán analógiát bírunk munkára. Az emberi és a gépi környezet sokban analóg: nagy közösség, sokan vannak, könnyedén tudnak kommunikálni, intelligensek, közösek az érdekeik. A másik, hogy a fejlesztett (ágens)rendszereket mire szeretnénk felhasználni, és hova akarunk kilyukadni? Az ember ennek a környezetnek a határán helyezkedik el. Belül, a világhálón van a gépi rendszerek zöme. Akármi történik, akárki inicializál egy feladatot, előbb-utóbb elveszíti felette a teljes kontrollt. Viszont ebben a környezetben a károk mértéke, a károk

és az ártalmas helyzetek lehetséges következményei nagyságrendekkel komolyabbak lehetnek minden korábbinál, ami eddig a gépi rendszerek hatókörébe került. Vannak missziókritikus feladatok, amiket még nem bíznak intelligens rendszerekre, ilyen például az atomreaktorok operátori feladatköre. Nemcsak a teljesítőképesség a kérdés, hanem már az első orvosi diagnosztizáló rendszereknél is megjelenő felelősségi probléma: ki a felelős büntetőjogilag, ha a rendszer kárt, katasztrófát, hibát okoz, ha a páciens meghal? A kérdés máig nincs megoldva. Az analógiák mellett a másik fontos tényező az olyan formális ágensmodellek, ágensközösség-modellek létrehozása, ahol kézben tudjuk tartani a kommunikációs nyelvet, az architektúrát, a belső folyamatokat. Sok probléma adódik, mely meghatároz egy-egy kutatási irányzatot. Ezeket kellene ötvözni, az eredmények viszont még nem integrálhatók az olyan átfogó architekturális, nyelvi megoldásokba, amikről remélhetjük, hogy ha azok révén a rendszereinket a világhálós környezetbe kihelyezzük, azok jók és megbízhatók lesznek.

Lássuk a főbb problémaköröket.

Az ágensek logikai modelljei. Egy ilyen rendszer tudásanyagába nemcsak a feladatra, hanem a saját és mások képességeire vonatkozó tudást is be kell vinni, különben az ágens nem tud együttműködni, nem tudja felmérni, mire érdemes a másikat felkérni. Tudásról nyilatkozni logikai rendszeren belül szétfeszíti az elsőrendű logikának a lehetőségeit, megjelennek a modális logikák. Logikai szinten kell modellezni különböző „emberi” fogalmakat: hiedelmet, szándékot, akaratot stb.

Együttműködési, konfliktusfeloldási protokollok. Számtalan ötlet létezik. Van, amit nagyon jól lehet formalizálni, mást csak hozzávetőlegesen, empirikusan lehet megfogalmazni. Folyamatosan felbukkan a formalizmus kérdése: ha valami le van írva formálisan, az átvihető lesz a rendszer specifikációjába, és akkor biztosak lehetünk abban, hogy a rendszer működése közben ezt reprodukálni is fogja.

Ágenskommunikációs nyelveknél megjelenik az emberi kommunikáció egyik alapvető eleme, az ún. beszédaktusok. Ha két ember kommunikál, a másik nem a nyelvi, nyelvtani közlésre válaszol, hanem lényegében a beszélő megértett szándékára. Ez azért nagyon érdekes és hasznos az ágensek szintjén, mert jóslhatóvá teszi a másik rendszer viselkedését, ami megnöveli a következtetés hatékonyságát, és garanciát ad arra, hogy a két rendszer működése konvergál a közös cél megvalósítása felé. Többféle ötlet, többféle nyelv van alakulóban, ám igazából a közös megoldás még nem körvonalazódik.

Nagyon érdekes a szabványok kérdése. Megjelent az ágens FIPA-szabvány, de az ágensek és az internet világa még alakulóban van. Szabványosításra két megoldás adódik. Az egyik: várni. Ennek az a veszélye, hogy valamilyen nagy konzorcium olyan átütő erővel és súllyal jelenik meg a megoldásával a piacon, hogy mindenki kénytelen azt elfogadni. Ám a megoldást nem fontolták meg, és nem gondolták végig, hogy valóban ez a legjobb, vagy sem. Az ilyen megoldás majd hosszú évekre meghatározza a fejlődés irányát. A másik: a korai szab-

ványosítás. De mi legyen a tárgya? Érdekes itt a FIPA hozzáállása: a szükséges minimumot próbálják szabványosítani. Egy nagy környezetben, ahol a rendszerek inkonzisztens, hiányos információkat kezelnek, az alapvető információhiány az, hogy ki „hol” van, milyen „nyelven” ért, és mivel foglalkozik. Mindig ki kell tudni építeni a közvetítők hálózatát, mert túlságosan nagy az információ volumene, a földrajzi határok. A FIPÁ-ban tulajdonképpen éppen a közvetítő ágens fogalmát szabványosítják.

Számomra nagyon érdekes és különben is nagyon fontos a biztonság kérdése. Rendszertechnikailag akármennyire megoldható is az ágensek mobilitása, a rendszeremet nem fogadják el, ha a megfelelően biztonságos működését nem garantálom. Fordítva is áll a dolog: nem küldöm el a rendszeremet oda, ahol a környezet nem biztonságos. A rendszereket úgy kellene specifikálni, felépíteni, hogy ne okozhassanak bizonyos alapkárhelyzeteket a környezetükben. Viszont nagyon nehéz a kár fogalmának formális megalkotása, a káros működés logikai megfogalmazása és annak megtervezése, hogy miként lehet megkerülni ezt. Ha ugyanis képes vagyok megfelelően formalizálni, akkor a szükséges ismereteket beviszem a tervekészítési technikákba, az ágensek specifikációjába, és akkor a szoftverágensem – mielőtt rámozdulna a hálózatra – megszervezi magának, mit kell tennie, úgy, hogy a cselekvési sorozata garantáltan nem lesz veszélyes senkire és semmire. De ez még sajnos messze van a megvalósítástól. Olvashatók érdekes írások e témakörben, melyek felhozzák például Asimov robottörvényeit, hiszen most azokat kell biztosítani. Amíg csak egyetlen robot létezett, és az is őserdőben sétált, sci-fi kérdése volt az egész. Azóta vált komollyá a kérdés, mióta a gépi rendszer körül, hozzáférhető távolságban számtalan létesítmény és ember tevékenykedik.

Érdekes az emóciók problémája is. Ha egyre több humán analógiát – nyelvi közlést, együttműködést stb. – próbálunk kiaknázni, formalizálni, rá kell eszmélnünk, hogy az embereknél az emóciók óriási információtömörséget biztosít, nagyon jól működő állapotváltozók. Látom, hogy valaki „ideges”, ami arról ad számomra információt, hogy ő, mint rendszer, nincs megfelelő munkapontban. Tehát, ha segítséget, munkát átvállaló személyt keresek, őt inkább megkerülöm, mert talán nem lesz alkalmas rá. Viszont ha „felszabadultnak”, „vidámnak” látom, akkor felé fordulok. Egy olyan bonyolult rendszert, mint egy embert, le tudok tehát írni egyetlen fogalommal, és ezt képes vagyok felhasználni a következtetési folyamataimban. Az interneten is vannak hihetetlen bonyolultságú rendszerek, és az emóció analógiája hasznos lehet. Csak itt már nem az emóció kérdése az igazi kérdés, hanem hogy az emberek az emocionális állapotokat nem verbálisan, azaz nem azon a kommunikációs csatornán érzékelik, amit az interneten könnyű lenne reprodukálni. Képesek-e a szoftverágensek észrevenni saját emocionális állapotukat? Ha képes lennék láttatni velük, erre alapíthatnám a protokollokat, ami feltehetően nagyon hasznos volna, mert az ágensrendszereket még jobban össze tudnám fogni a közösség szintjén.

Örökölt rendszerek kérdése. A világ már tele van létesített informatikai rendszerekkel. Az új ágensvilág vagy leválik, vagy – és inkább ez a társadalmi igény – mégis valamilyen kapcsolatban marad velük.

Létezik még egy, szintén megoldatlan probléma, sőt, számos kutató szerint igény sincs rá, mert a megoldását reménytelennek tartják. Ha képes vagyok egy rendszerről rendszerként beszélni, entitásnak látni, akkor jó lenne, ha valamilyen absztrakciós szinten le is tudnám írni. Egy szoftverágenst le tudok írni rendszerként. De ha egy ágensközösség, mint egész, egymással összehangoltan, kollektívaként végez egy feladatot, rendszerszinten szeretném ezt entitásnak látni, kezelni. És ennek nincs egyelőre tudománya.

Kiket tart az MI-történelem kiemelkedő alakjainak?

Csak a régiekről érdemes beszélni, hiszen az összes alapkérdést már a kezdet kezdetén sikerült megfogalmazni. Tíznél kevesebb nevet sorolok fel magamban; mindegyik mellett tudok érvelni.

Nagy kérdés számomra, hogyan alakult volna Alan Turing további pályafutása. Miként ítélte volna meg, mondjuk tizenöt év elteltével, a saját cikkét, a Turing-tesztet. Ha viszont egyetlen nevet kellene mondanom, John McCarthyé lenne az. A terület egyedüli meghatározó nagyja, mindmáig képes alkotni, és még most is vannak kreatív ötletei. Érdekes Marvin Minsky is. Izgalmas személyiség, hiszen ő indította el például a neurálisháló-kutatásokat, később viszont azok leállítására is az ő „érdeme” volt. Herbert Simon felelőtlen kijelentései mellett Nobel-díjas, és igazából ő az egyik alapítója az ágensek világának. Allen Newell szimbolikus fizikai rendszer hipotézise még mindig használatos és irányadó. Megemlítem – bár nem az első nagyok egyike – David Hofstadtert: ő írt úgy az MI-ről, ahogy tette. Nagy kérdőjel Doug Lenat, aki heurisztikákat kezdett kutatni, és valahogy megállt. Nem találtam a nyomát az irodalomban, hogy milyen falnak ütközött, hiszen a heurisztikus tudás továbbra is kulcsfontosságú kérdés. „Gyerekének”, a CYC-nak valahogy még mindig nincs eredménye. Egy biztos: nem aknázott ki végig egy nagy lehetőséget. Claude Shannon hasonló személyiség. Előbb foglalkozott MI-vel, mint információelmélettel. Sakkprogramozással próbálkozott, kibernetikus robotokat gyártott, megcsinálta az első labirintusban utat kereső egeret, aztán valahogy kiugrott a zsebéből az információelmélet, és elment abba az irányba. Utolsó talán a felsorolásban a MYCIN-rendszert megalkotó Ted Shortcliff. Az övé volt az első olyan sikertörténet, mely a laikus közönség számára közérthetővé tette az eredményeket.

Miben látja a kutatásfejlesztési projektek sikerének, eredményességének a titkát?

Egy projekt sikerének több kritériuma van, attól függően, hogy kinek a perspektívájából nézzük. Betartott határidők, hiánytalanul letett mérföldkövek az adminisztratív siker komponensei.

Az, hogy a projekt elegendő intellektuális kapacitást hozott létre, hogy beszélni lehessen maradandó hatást gyakorló konferenciajelenlétről, publikációkról, PhD-disszertációkról stb., a tudományos siker része.

Humán siker, ha az adminisztráció nem (túl)terhelő, ha a papírmunka kevés és átlátható, ha a kötelezően leteendő tudományos eredmények természetes módon, mondhatni spontánul keletkeznek a projekt során, ha a projekt sok-sok olyan ötletet „gyárt”, ami igazából nem tartozik a projekt szigorúan vett témájához, azonban további kutatásoknak lehet a kiindulópontja, és így biztosítja a kutatás folytonosságát.

Ahhoz, hogy ezek a tényezők találkozni tudjanak egy projekt élete során, tulajdonképpen csak egy recept létezik. Olyan K+F-projektekkel lehet vagy lenne szabad csak pályázni, melyek eredményei (részben, nem kidolgozottan, informálisan, még nem publikáltan, ám) már a kutató fiókjában „porosodnak”. Különbösen komoly eredmények elérésére (például egy PhD-disszertáció kidolgozására) záros időn belül nincs esély.

Az élet persze ennél bonyolultabb, és nem minden projekt ilyen.

A teljesen előzmények nélkül indított projekteknek azonban nagy a szerencsefaktoruk.

Beszélni kellene itt még egy projekt hosszú távú sikeréről, az olyan temporális perspektíváról, amely a projekt lezárását követő szokásos elbíráláson messze túlmutat. 1945-ben a Manhattan-projekt sikerét a borzalmas áldozatokat követelő atomrobbanásban mérték. 2004-ben a Manhattan-projekt sikere a megértett és a polgári energiatermelésbe bevont fizikai folyamatok.

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

A kérdésben zavar az „egyetemista” szó, mert egy egyetemistának magától nincs még rálátása, hogy mi perspektivikus, és mi nem. A feltárt, megértett, kötelező anyagot tanulja. Rátermett, nagy tudású, a saját területén nem begyepesedett, emberi kapcsolatokban nyílt tanár kell ahhoz, hogy a hallgató ízelítőt kapjon, vajon milyen érdekes dolgok léteznek a „tananyagon túl”.

A másik zavaró szó a „perspektíva”, mert igazából semmitmondó.

Ha tehát időben vissza tudnék menni, és a kötelező egyetemi anyagon kívül megkaptam a tanáraitól ezt a szélesebb rálátást is, valamint a perspektívát, az ahogyan melyik terület fontos azért, mert elméleti „megragadása” más területek számára leíró modelleket és elméleteket jelentene, hol van szükség még lényegi áttörésre, ahol várhatóan akár koncepcionális nehézségeink is vannak még, ahol az egyes problémák megoldása rövid és hosszú távon más területeken jelentene hasznos alkalmazási tudást, akkor egyértelműen a nagy bonyolultságú rendszerek kutatását választanám.

Ez a terület gazdag a drasztikusan eltérő módon megoldott részproblémákban

(soroljunk csak fel néhányat: számítógépes hálózatok, emberi/állati populációk, internetes szoftverágensek, légköri folyamatok, együttes hardver-szoftver rendszerek, emberi szervezet részei stb.), azonban az alapelvek, a szintézis még messze nincs meg.

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

A kérdésre azért nehéz válaszolni, mert a csúcstechnológiai kutatásoknak sok olyan aspektusuk van, melyeknek eltérőek az igényei, esélyei és a realitásuk.

Csúcstechnológiai kutatások kapcsán beszélhetünk alapkutatásról, alkalmazott kutatásról, fejlesztésről, implementálásról, alkalmazásról. Mindegyik tud nem triviális problémákat teremteni egy kutató vagy fejlesztőmérnök számára.

Azt, hogy milyen elveket érdemes képviselni, úgy értem, hogy milyen elveket kell vállalni a fiatal kutatók, fejlesztők képzésében. A válasz itt nem egyértelmű, mert a csúcstechnológiák területén az alapkutatásnak és az alkalmazásnak mások az igényei.

Az alapkutatáshoz, ahol sokszor át kell lépni az interdiszciplináris határokat, ötletekben gazdag, nyitott gondolkodású, széles laterális tudású, az analízis/szintézis tudományában jártas fiatalok szükségesek.

Az alkalmazáshoz mélyebb vertikális tudás szükséges, jól kell ismerni a csúcstechnológiák titkait, gyakorolni kell az ilyen technológiák használatát.

Az egyetemi tananyag kisebb-nagyobb sikerrel igyekszik mindkét lovat meglovagolni, hiszen a hallgatót a végzés után azonnal bevethető tudással kell ellátni, de olyan tudással is, amely a technológiák váltásakor nem avul el, és éppen a váltásokban jelent majd számára segítséget.

Az egyetlen alapelv, amelyre teljes általánosságban gondolni tudnék, a „jó mérnök” elve, olyan valakié, aki a környező világot jól megalapozott rendszer-technikai szemléletben vizsgálja, „látja” maga körül vagy az általa művelt területen a rendszerek gazdagságát, komplexitását, kölcsönhatását, azonkívül jártas az absztrakciós szintek váltásában, az ortogonális megközelítések alkalmazásában, az optimum/kompromisszum/erőforrásigény/komplexitás kérdéseiben.

Dobrowiecki Tadeusz

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

Méréstechnikai és Információs Rendszerek Tanszék

1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

<http://home.mit.bme.hu/~tade>