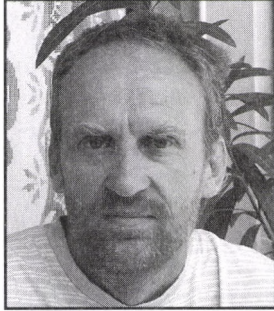


Váncza József

Technológiai tervezés, terméktervezés



Váncza József a SZTAKI Mesterséges Intelligencia Műszaki Alkalmazása Csoportjának tudományos főmunkatársa, 1997 és 2002 közt az NSZJT Mesterséges Intelligencia Szakosztály elnökségi tagja, jelenleg a BME Gépészmérnöki Karának docense, az MTA Automatizálási és Számítástechnikai Bizottságának titkára. Nemzetközi és hazai tudományos periodikákban megjelent számos tanulmánya mellett szakkönyvekben (például a Futó Iván által szerkesztett *Mesterséges intelligenciában*) szintén publikált.

1994-es PhD-dolgozatában gyártási folyamatok tudásalapú módszerek és genetikusan alkalmazásával történő tervezéséről írt.

Ez egy kedvenc témám, időről időre visszatérek rá. A technológiai tervezés a termékek létrehozásának egyik legnehezebb fázisa. A tervező specifikálja, hogyan nézzen ki, mit tudjon a termék, majd meg kell találni azokat a technológiai, megmunkálási, szerelési lépéseket, melyeknek a segítségével elő is lehet azt állítani. Ehhez egyrészt magáról a termékről, másrészt a gyártási folyamatokról kell nagyon sokat tudni. A technológiai tervezés tulajdonképpen ennek a két világnak a metszetében található.

Ebben a munkában azt próbáltam megragadni, hogy miként lehet a rendelkezésre álló mérnöki ismereteket reprezentálni és felhasználni a megoldás automatizálására, vagy támogatására érdekében. Ebben segítettek a tudásalapú módszerek. Gondoljunk egyszerű termékekre, amiket például különféle megmunkálási eljárások során készítenek, tehát marják, köszörülnek, stb.; egyelőre legyen kizárva a szerelés. Igyekeztem a mérnökök által elmagyarázott és rendelkezésemre bocsátott ismereteket fogalmi sémák és szabályok formájában reprezentálni. Mindezek az ismeretek azonban együtt sem voltak elegendőek ahhoz, hogy jó tervet tudjunk előállítani. Mert ez egy mérnöki feladat, és a mérnöki feladatnál nem elég egy megoldást adni, hanem általában a lehető legjobb megoldásra törekszünk.

A legolcsóbb, legpontosabb tervek kellettek. Az ismeretekkel nagyjából be lehetett fogni a megoldások terét, de meg kellett találni a legjobbakat, melyeket genetikusan algoritmusokkal kerestünk.

Hogyan vélekedik a genetikusan algoritmusokról?

A genetikusan algoritmust nagyon hatékony keresési eljárásnak lehet tekinteni.

Nem is szeretnék belevetíteni mást, mert valójában annak tartom: a keresési tér bizonyos régióit felderíti, s utána az egyre jobb megoldások megtalálására használja ki ezt az ismeretet. Végül a megoldásoknak egy sorozatát adja.

A tudásalapú technikákkal, közelebbről szabályalapú következtetéssel felépítettünk egy keresési teret, amiből aztán kivontuk a bizonyos szempontból lehető legjobb, például a lehető legkevesebb szerszámváltással kivitelezhető terveket.

A probléma azért izgalmas, mert – mint mondtam – a technológiai tervezés a terméktervezés és a gyártás két világát köti össze. Itt a mérnöki ismeretek valójában nagyon töredékesek és sokszor ellentmondásosak: tudunk a technológiai eljárásokról, a tűrésekről, a méretekről; tudjuk, hogy a durva megmunkálásokat előbb kell elvégezni, mint a finom megmunkálásokat, és így tovább. Mindezeket a töredékes ismereteket használva könnyen előállhat olyan helyzet, hogy konfliktust viszünk a feladat leírásába. Külön probléma, hogy miként lehet tisztázni ezeket.

Időről időre visszatérünk erre a feladatra, ami nagyon szép példája az MI mérnöki alkalmazásainak. Most van rá egy újabb, egészen más technológiával működő – korlátozás alapú – modellünk.

Egy mérnöki feladat megoldásakor egyrészt nagyon sok logikai következtetést kell végezni – amennyit csak lehet –, másrészt optimálni is kell. A logika alkalmazását a rendelkezésre álló ismeretek töredékessége nehezíti meg, sőt, ellentmondásosságuk ki is zárja azt. Mégis szükség van rá.

Másik oldalról viszont optimálni kell, hiszen legjobb megoldásra törekszünk, s ez nagyon megnöveli a feladat komplexitását. Ezért fordultunk hajdan a genetikus algoritmusokhoz. Most pedig azért használjuk a korlátozás alapú reprezentációt és következtetést, mert ott a logikai következtetés és a keresési technikák alkalmazása nagyon szépen egymásba fonódik. Az ember addig következtet, amíg tud. De amikor már – akár ismeretek, akár idő hiányában – nem tud, akkor egy újabb keresési döntést hoz, aminek hatásáról újra következtet, és így tovább.

A korábbi munkánkban, valamint a PhD-dolgozatban szét volt választva a két fázis: a logika és az optimumra irányuló keresés. Most viszont a kettő összefonódik egymással, s ezért jobb az újabb megközelítés.

Komplexebbnek tűnik.

Komplexebb, de általánosabb. A technológiai tervezés területén felállított modellünket verifikáltuk egyrészt a forgácsoló megmunkálások tervezése, másrészt lemezhajtogatás terén. A modell mindkét esetben alkalmazható volt. Az is szép benne, hogy lehetőséget ad az úgynevezett puha ismeretek, tehát olyan korlátozások alkalmazására, melyeket jó, ha betartunk, de ha nem tartjuk be, az se baj. Ilyen módon kezeljük a lehetséges szaktudásbeli ellentmondásokat. A szakismereteknek vannak kemény részei, amiket mindenképpen be kell tartani, de

bizonyos részeit úgy kezeljük, hogy ugyan törekszünk a betartásukra, de ha ez nem sikerül, az se jelent nagy tragédiát. Mindezt egy egységes reprezentációban, korlátozásalapú modellben ragadtuk meg, kemény és puha korlátokkal, ahol a puha korlátok sem egyformán fontosak. Ha sérülnek, igyekszünk a lényegte-
lenebbeket eldobni. Ebben a modellben különböző keresési technikák működ-
nek, amik egyébként most már nem genetikus algoritmusok.

Mióta foglalkoznak ágensekkel?

Mintegy tíz éve. Már a technológiai tervezéssel foglalkozva, látszott: jobb külön-
külön megragadni bizonyos területekre vonatkozó ismereteket. Jobban dekom-
ponálhatók a feladatok, jobban megragadhatók így, és az összjátékukból
kihozható a megoldás.

Később foglalkoztunk magas szintű termelésirányítási kérdésekkel, és azt lát-
tuk, hogy akkor születnek az igazán jó megoldások, ha ellentétes, vagy legalább-
is nem mindig egyező érdekű felek tárgyalása során alakul ki az eredmény. Más
az érdeke egy tervezőnek, egy eladásokért felelős menedzsernek, egy technoló-
gusnak, a termelés-tervezéssel foglalkozó menedzsernek, vagy éppen a minden-
napi gyártásütemezést végző műhelyvezetőnek. Egészen más fontos nekik,
egészen más szempontok szerint optimalizálnak.

Az igazán jó megoldások különféle érdekek konfliktusából erednek, de ezeket
meg kell tudni ragadni. Így jöttek be az ágensek a képbe: szereplők, saját
ismeretekkel, saját érdekekkel, saját szempontrendszerrel, akik racionálisan,
tehát saját szempontjaik szerint a lehető legjobban cselekszenek. Biztosítani kel-
lett egy terepet, ahol megoldott az összjátékuk, kommunikációjuk, információ-
cseréjük, majd az egész rendszer működését kellett olyan irányba terelni, hogy
globálisan is jól működjön.

Ez persze így túl nagy feladat lett volna, nem is tudtuk egészében megfogni,
ezért kipróbáltunk egy dinamikus ütemezési modellt. Itt az egyes ágensek
gyakorlatilag egy-egy termelési egység, például egy-egy gép működéséért fe-
lelnek. Mindegyik ágens másfajta feladatok elvégzésére alkalmas. Végül valaki
azért felel, hogy a bejövő megrendeléseket a gyár egyáltalán elfogadja, vagy
sem. Aztán egy tárgyalási folyamatban a gépek alkudtak a különböző mun-
kákra.

A dolog veszélye, hogy ha mindenki a saját feje után megy, akkor bizonyos
munkákat senki nem fogja elvégezni, mert nem jól fizet, vagy, mert annyira tele
van az ütemterve, hogy nem is tudná felvenni. Ez akkor blokkolja az egész rend-
szer működését. Ha elfogadunk egy megrendelést, de valaki miatt nem tudjuk tel-
jesíteni, ezért tulajdonképpen az egész egységet kell büntetni. És persze hason-
lóképpen, siker esetén jutalmazni. Rájöttünk, hogy nem elég az egyedül az önző
viselkedésen alapuló összjáték. Kidolgoztunk egy, tárgyalási mechanizmuson
alapuló ösztönző rendszert, ami mindenkit büntetett, aki részese lehetett volna
egy olyan munkának, ami nem ment előbbre. A rendszerrel nagyon sűrűn bejövő

megrendelés-állományt fel lehetett dolgozni, illetve a megrendelésekért felelős menedzser el tudta dönteni, mikor nem fogadhat el egy megrendelést.

Mennyire vonták be kutatásaikba a játékelméletet?

Kollégáim foglalkoztak játékelmélettel, én magam nem. Végül nem használtuk, a modellek inkább a józanészen alapultak. A játékelmélet egyik problémája, hogy nehéz döntési-problémák elé állítja a feleket. Egyik fontos szempontunk gyakorlatilag is alkalmazható módszerek fejlesztése volt, amiknél rendkívül számít a válaszidő.

Csapdahelyzet áll fenn: egyre több szempontot szeretnénk figyelembe venni, az eredményt a legtöbb fél összjátékából akarjuk kihozni, ráadásul úgy, hogy a válaszidő, ha nem is garantált, de rövid legyen, ami kérdéses, ha a játékelméletet alkalmazzuk. Mi inkább arra ügyeltünk, hogy az egyes ágensek – még, ha nem is a legjobb, amit kitalálnak – ne sokáig töprengjenek a teendőjükön. Másrészt, a kommunikációs mechanizmus garantálja, hogy az ágensek közti tárgyalás véges, és határozott időn belül lezajlik.

Milyen projekteken dolgoznak még?

A technológiai tervezés korlátozás alapú modelljét és megoldó módszereit ki akarjuk terjeszteni a konstrukciós tervezés felé is.

Am jelenleg van egy, a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program keretében két éve futó nagy munkánk: *Digitális gyár, termelési hálózatok* a címe. A SZTAKI, a BME, a Miskolci Egyetem, egy kisvállalat és egy jelentős ipari partner, a GE Hungary több gyára vesz benne részt. Három témája van, jómagam a nagyméretű termelés-tervezési és ütemezési feladatok megoldásáért vagyok felelős. Az egész projektnek kettős a célja: kutatási eredményeket kell elérnünk, valamint a gyáraknak demonstrálni kell, hogy a – részben együtt – kitalált módszerek valós viszonyok és méretek mellett is használhatók. Mind a magas szintű termelés-tervezés, mind az alacsonyabb szintű, de nagyon részletes termelés-ütemezés problémáin, illetve ezek kapcsolatán dolgozunk. Mindkét feladatnak rendkívül nagy a számításigénye. Ezeket általában heurisztikus módszerekkel, erős egyszerűsítő feltevések mellett szokták csak megoldani, ha megoldják.

Kidolgoztunk egy, projekt-ütemezésen alapuló teljesen új modellt a termelés-tervezés támogatására. A modellt nagyon eltérő gyártási környezetekben tudjuk használni, és a megoldó rendszer gyári adatokkal futva is rövid időn belül ad jó választ. Büszkék vagyunk rá, és a munkát mindenképpen szeretnénk továbbvinni; ha lesz rá módunk, egészen az éles alkalmazásig.

Az ütemezésnél az a probléma, hogy mindig gyorsan kell alkalmazkodni a pillanatnyi viszonyokhoz: leállnak bizonyos gépek, egyes műveletek a tervezettnél tovább tartanak, nem jön be a gépet üzemeltető munkás. Igyekezünk a problémák kemény, nagy bonyolultságú magját megtalálni, illetve reaktív, a változásokat gyorsan követő módszereket kifejleszteni. Mind a termelés-tervezésben, mind az

ütemezésben interaktív rendszer fejlesztése a célunk, hiszen a mérnökök és menedzserek munkájának megkönnyítésére, s korántsem kiváltására törekszünk.

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

A siker titka mindenekelőtt az emberekben keresendő. Nagyobb az esély, ha sokszínű, különböző területeken igen jól képzett kutatókból álló, egymást tudásban és habitusban kiegészítő, együttesen egy kritikus méretet meghaladó kutató-fejlesztő közösség tűz ki maga elé célokat és vág bele a munkába. Az eredményeket alkalmazni kívánó ipari partner részvétele ösztönzőleg hat a kutatásra, amennyiben a távlati és a pillanatnyi célokat sikerül összehangolni. Természetesen főként egy nagyobb közösség munkája esetén elengedhetetlen a projekt pontos – ugyanakkor túlzott adminisztrációtól mentes – menedzselése.

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

Most ugyan nem azzal foglalkozom, amit hajdan tanultam az egyetemen, de mint egyetemista, vagy mint PhD-diák szívesen dolgoznék olyan témákon, amiken jelenleg: műszaki és gazdasági tervezési és ütemezési problémák számítógépes modelljeinek és megoldási eljárásainak kidolgozásával, elsősorban a mesterséges intelligencia és a kombinatorikus optimálás módszereire támaszkodva. A tág értelemben vett, termelési hálózatokra is kiterjedő és a globális kommunikáció minden eszközét használó termelésinformatikát távlataiban és részleteiben is izgalmas kutatási területnek tekinteném.

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

Biztosítani kell azokat a feltételeket, amelyek lehetővé teszik egy-egy tudományos terület ill. téma közösségének kialakulását és sikeres működés esetén fennmaradását. Az oktatással való szoros kapcsolat módját ad a fiatalok bevonására és tudományos iskolák kialakulására. Jóllehet a hosszú-távra való munka alapfeltétele bizonyos fokú stabilitás, a rendszer mégsem lehet merev és zárt. A siker legfőbb mércéje, hogy a nemzetközi kutató közösség is elismerje az eredményeket. Ugyanakkor egyre fontosabb szempont, hogy az eredmények a gyakorlatba is átültethetők, vagy sem.

Az eredményeket majd gyakorlatban alkalmazó ipart partnerként be kell vonni az alkalmazott kutatásba. Végső soron ők fogják az alapkutatási eredményeket sikerre vinni, jelenlétükkel növelik és gazdagítják mind a kutató-fejlesztő közösséget, mind a forrásokat. Ezzel együtt biztosítani kell, hogy az ipar rövid-távú, akár időről-időre változó céljai ne tegyék kapkodóvá, görcsössé a munkát és ne vegyék el a kutatás távlatát.

Ami pedig az állami támogatást illeti, kétségtelen tény, hogy a csúcstechnológiai kutatások költségesek. Mégis, meg kell találni a bizalom, nagyvonalúság, türelem illetve a gondos tervezés és az eredmények tekintetében a szigorú számonkérés összhangját. Ha a kutatás – akár csak részben – állami támogatással történik, akkor természetes, hogy az eredmények nyilvánosak legyenek.

Váncza József

MTA SZTAKI Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium

1111 Budapest, Kende u. 13-17.

<http://www.sztaki.hu/reszleg/EMI>

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3-9., K épület

<http://www.gepesz.bme.hu>