

## Varga László Zsolt

### Elosztott rendszerek, ágenshálózatok



Varga László Zsolt a SZTAKI elosztott komponens alapú alkalmazások kutatásával és fejlesztésével foglalkozó csoportjának a vezetője. Kutatói pályafutása a nyolcvanas években kezdődött, később a genfi CERN-ben és a londoni Queen Mary & Westfield College Electronic Engineering tanszékén is dolgozott. Hosszú ideje foglalkozik multiágens rendszerekkel; aktívan részt vesz a nemzetközi Agentcities, illetve a folytatás Open Net projektben is.

#### *A KFKI MSZKI-ban, a párhuzamos számítás területén kezdte.*

A KFKI-ban azaz a Központi Fizikai Kutató Intézetben kezdtem dolgozni, ahol az embargós időkben a TPA számítógépek fejlesztése folyt. A TPA számítógépek processzorainak teljesítményét az elméleti párhuzamos számítási módszerek kutatásából származó eredményekkel próbáltuk javítani. Számos módszert megvizsgáltunk, és némelyiküket az akkor Magyarországon igen elterjedt számítógépekbe be is építettük.

#### *Milyen jellegű kutatásokat folytatott a CERN-ben, illetve a Queen Mary & Westfield College-ban?*

A KFKI, mint fizikai kutatóintézet kapcsolatban állt a CERN-nel, így többen is mentek oda dolgozni. Én is kaptam ösztöndíjat, és mivel akkor már az elosztott mesterséges intelligenciával is foglalkoztam, a CERN-ben bekapcsolódhattam az ARCHON nevű Európai Unió kutatási projektbe. Ez a projekt az első, és talán még máig is a legnagyobb ágens kutatási projekt volt. Tizenöt európai szervezet vett részt ebben a projektben, egy részük elméleti kérdésekkel foglalkozott, más részük az eredményeknek ipari környezetben való kipróbálásában és továbbfejlesztésében. A CERN-ben a PS részecskegyorsító irányítórendszerének a hibadiagnosztizálására két szakértő rendszer működött, az egyik a szoftver-hardver meghibásodásait vizsgálta, a másik a vezérlői beállítások helyességét ellenőrizte. A teljes hibadetektáláshoz célszerű volt ezeket a szakértő rendszereket összekötni, amihez az ARCHON projekt ágens rendszerét használtuk. Az ágens rendszerek alkalmazását részben a Queen Mary College-ben is folytattam, ahol az EA Technologies-el, az angol elektromos ellátó rendszer kutató laboratóriumával együtt dolgozva elektromos ellátórendszerek diagnosztizálására, diagnosztikai rendszereik közötti együttműködésre alkalmaztuk az ágenstechnológiát. Az al-

kalmazói tapasztalatokra alapozva kidolgoztunk egy módszertant is a meglévő intelligens rendszerek, szakértő rendszerek ágenssé alakítására, és ágens-kommunikáció segítségével együttműködésük kialakítására.

***Mit tart ma a multiágens rendszerek legfontosabb elméleti, illetve gyakorlati kérdéseinek?***

Az előbb említett ARCHON projekt óta nagy fejlődésen ment keresztül a terület. Akkoriban az ágens kommunikációnak még semmiféle szabványa nem létezett, tulajdonképpen az ARCHON projekt rakta le az első köveket, és már akkor felmerült, hogy az ágens rendszereket szabványosítani kellene. Azóta nagyon nagy előrelépés történt, megalakult az ágens szabványokat kidolgozó FIPA (Federation for Intelligent Physical Agents) szervezet, illetve létrejött az ágens-kutatással foglalkozók közötti kapcsolatot biztosító AgentLink Network of Excellence. Az ágens konferenciákon megjelent publikációknak és a szabványosításnak köszönhető, hogy kialakultak az egymással együttműködésre képes ágensplatformok.

Ezen a területen folyó jelentős változásokat mutatja, hogy a gyakorlatban is kezdik kipróbálni ezeket az elméleti, illetve szabványosítási elképzeléseket, például az Agentcities kezdeményezésben, ami az egész világra kiterjedő ágens hálózat az elosztott rendszerek minden jellemzőjével, így elnevezési, nyilvántartási és ontológia szolgáltatásokkal. Az Agentcities tesztkörnyezettől azt várom, hogy segítségével alulról felfelé építkezve kialakuljanak a szemantikus együttműködés de facto szabványai.

Elméleti téren a legaktuálisabb kérdésnek az ágens technológia és a Szemantikus Web technológia összehangolását tartom. Ezek a technológiák valójában nagyon szorosan kötődnek egymáshoz, és nagyjából ugyanazokat a problémákat akarják megoldani: a cél az, hogy a szoftver-komponensek hálózaton keresztül, minél magasabb szemantikai szinten tudjanak kapcsolatba lépni egymással, a szemantikai kapcsolatok megfelelő módon, egységesen, minden program által érthetően legyenek leírva.

***Hazai publikációi mellett, számos írása jelent meg neves nemzetközi szaklapokban, tanulmánykötetekben. Melyeket tartja a legjelentősebbeknek?***

Külföldön végzett munkám során könnyebb volt beilleszkedni a nemzetközi kutatói környezetbe. Akkor született a legtöbb publikációm, akkor dolgoztam ki egy módszertant a meglévő rendszerek ágensrendszerekbe integrálására, ami a doktori, majd később a kandidátusi munkámnak az alapja volt.

Hazatértemkor egy kis szünet következett be, de utána sikerült itthonról is beilleszkedni ebbe a közösségbe. Ez nagyrészt az AITIA Zrt.-vel, illetve a Dataware Kft-vel és a Széchenyi Könyvtárral végzett munkánknak köszönhető, ami fontos lépésnek tartok a magyarországi ágenskutatás szempontjából is, mert egy viszonylag nagyobb méretű projektet sikerült létrehozunk. A projekt lényege, hogy csatlakozzunk a világméretű Agentcities tesztkörnyezethez, és elősegítsük a

tesztkörnyezet bővülését. Azt tűztük ki célul, hogy a web szolgáltatásoknak tekintett meglévő rendszereket az Agentcities hálózatba integráljuk. Kidolgoztunk erre egy módszert, amit kódgenerátor eszközökkel is megtámogattunk. A kódgenerátorok lehetővé teszik, hogy a Web Service Description Language (WSDL) nyelven leírt szolgáltatásokhoz azokat reprezentálni tudó ágenseket és az ágensok közötti kommunikációt leíró ontológiákat generáljunk. Ha rendelkezésre állnak ilyen eszközök, akkor a segítségükkel nagy mennyiségű ágens tudunk az Agentcities környezetbe telepíteni. A módszertan, illetve a kódgenerátor nagyon jól sikerült, az Agentcities által szervezett ágens technológiai versenyen infrastruktúra kategóriában első díjat nyert.

### ***Hogyan látja az egész Agentcities projektet?***

Mi tulajdonképpen kívülről kapcsolódtunk bele. Nagyon fontos és érdekes kezdeményezésnek tartom. Talán ez volt az első olyan projekt az ágensok kutatásában, ahol azt célozták meg, hogy egy világméretű tesztkörnyezetet építsenek ki, és sikerült is egy nagyméretű hálózatot megvalósítani.

2000 körül két, párban induló EU-projektként indult: egyrészt az ágenshálózat architektúrájával foglalkozó kutatási projekt, másrészt a hálózatépítő kísérő akció. Ez utóbbi egy világméretű közösséget alakított ki.

A hálózatépítő projekthez kapcsolódtunk, és nemcsak Európai Unió tagokkal, hanem komoly amerikai és japán kutató központokkal működtünk együtt. Az Agentcities név furcsának tűnik, ez onnan származik, hogy a kezdeti elképzelés szerint a világ különböző városaiban ágens szolgáltatásokat végző platformokat hozunk létre, így ágens városok alkotják a hálózatot. Ennek megfelelően Budapesten is létrehoztunk egy csomópontot, ahol több szolgáltatást beindítottunk. Az Agentcities projektnek köszönhetően felépült egy minden fontos jellemzővel bíró, világméretű elosztott hálózat: van névszolgáltatás, directory service, ontológia service, ahol platformokat, ágenseket, szolgáltatásokat, ontológiákat lehet megnevezni, regisztrálni és lekérdezni. Ezekhez a szolgáltatásokhoz ágens illetve webes interfészen keresztül is hozzá lehet férni.

A projekt az idén befejeződött, de folyamatban van egy újabb projekt, az openNet szervezése, melynek a célja a tesztkörnyezet továbbfejlesztése és kibővítése. A továbbfejlesztés a hálózati szolgáltatások fejlesztésén kívül újabb technológiák integrálását is jelenti. Elosztott világméretű hálózatok építésére az ágens technológián kívül a hasonló célokat kitűző grid, illetve Szemantikus Web technológiának is szüksége van. Tehát az azonos irányba mutató kezdeményezéseket szeretnénk az Open Net hálózatba integrálni azzal, hogy lehetővé tegyük, hogy az Agentcities tesztkörnyezet kapcsolódni tudjon a többi környezethez.

### ***Milyen SZTAKI-projektekben vesznek részt jelenleg, illetve vettek részt a közelmúltban?***

A SZTAKI nagyon komoly elméleti, tudományos eredményeket elért kutatóin-

tézet, amelyik ezeket az eredményeket a gyakorlatban is igyekszik hasznosítani. A mi részlegünknek is volt a kutatás mellett kifejezetten fejlesztő-jellegű projektje, aminek a sikeressége a technológiai fejlődésünk elősegítése mellett a kutatáshoz is anyagi támogatást biztosított. Több magyarországi céggel is volt fejlesztő jellegű projektünk, de a legjelentősebb az IBM-mel való nemzetközi együttműködésünk volt. A kutatásainkban hasznosítottuk az itt szerzett gyakorlati tapasztalatokat, illetve a kutatási eredményeinket próbáljuk a fejlesztői munkában alkalmazni. Egymást erősítően igyekszünk integrálni a kettőt.

### ***Az ágens- és komponensalapú tudományos és üzleti informatika a kutatási területe.***

Az ágensek üzleti alkalmazása mindig izgalmas kérdés volt. A kutatók az érdekes elméleti kérdésekkel foglalkoztak, az úgynevezett mainstream informatika földhöz ragadtabban gondolkozott. Sokan kérdezték, hogyan találjuk meg a technológiát népszerűsítő, úgynevezett *killer application*-t? Nem biztos, hogy egy ilyen kell találnunk... Hogyan fejlődik a számítástechnika? Léteznek a fejlesztők megközelítését, nézőpontját formáló paradigmák, melyek szép fokozatosan beépülnek az informatikai termékekbe. Így képzelem el az ágensalapú programozást is.

Vegyünk egy egészen apró példát: ha egy PC-be bedugunk egy hardware-komponenst, az automatikusan felveszi a kapcsolatot a PC többi részével. Ezek a plug and play hardware-komponensek majdnem ágensek módjára viselkednek. Biztos, hogy az interneten is szükség lesz ugyanerre: az internet egyre nagyobb méreteket ölt, egyre összetettebb, lassan átláthatatlanná válik. Lehet, hogy nem az ember tudja mindig megkeresni a legjobb megoldást. Segédekre lesz szüksége, olyan szoftverekre, amiket szoftver-komponensként ráültethetünk az internetre és ott fel tudják venni a kapcsolatot a többi szoftver-komponenssel. A komponensek automatikusan kapcsolódnak majd egymáshoz, vagyis az ágens paradigma szerint fognak működni.

Ehhez még nagyon sok és nehéz munkára, szabványosítási és biztonsági kérdések tisztázására lesz szükség. Technológiailag már sok minden rendelkezésre áll, de a széleskörű alkalmazáshoz sok embernek és vállalkozásnak kell azonos célok felé törnie megfelelő szervezeti keretek között.

### ***Miben látja a kutatásfejlesztési projektek sikerének, eredményességének titkát?***

Ahhoz, hogy egy kutatásfejlesztési projekt igazán sikeres legyen, sok mindennek teljesülni kell. Természetesen lennie kell valami kítűnő ötletnek, ami valami újszerű dolgot jelent. Az ötlet nem lehet öncélú, valamilyen valódi igényt kell kielégítenie. Sokszor nagyszerű ötletek először öncélúnak tűnnek, és csak idővel fedezik fel, hogy milyen igényt is tudnak kielégíteni. Ugyanakkor egy új igény felismerése is jó ötletet és egy projekt alapját jelentheti. A jó ötlethez és igényhez megfelelő finanszírozásnak is kell társulnia, hogy mindent ki tudjon dolgozni és meg tudjon valósítani egy jó csapat. Ha meg is valósult minden, akkor még mindig

kell, hogy megfelelő időben és helyen történjen a projekt, hogy az eredmények ismertté váljanak, el tudjanak terjedni, és alkalmazásukhoz megteremtődjön a felhasználói közönség és érdekeltség. Sok példát lehetne sorolni, ahol egyik vagy másik feltétel hiányzott, de vannak olyanok is, ahol minden összejött. A Google esetében például voltak újszerű ötletek a találati rangsor javítására, az internet bővülésével együtt megnőtt az igény az internetes keresés iránt, a megfelelő csapat finanszírozást tudott találni az elinduláshoz, és kellően nagy piacot maguk mögött tudva alakíthatták ki a további finanszírozást biztosító hirdetési politikájukat.

***Ha visszamehetnének az időben, és most lenne egyetemista, mivel foglalkozna legszívesebben? Milyen témakörökben, kutatási területben látna komoly perspektívát?***

A technológiáknak is megvannak az életciklusai. Minden technológia először lappangó fázisban van, amikor laboratóriumokban elkészülnek az első kezdetleges prototípusok. A második fázis a bizonyítás, amikor üzleti szempontból is sikerül felkelteni az érdeklődést. Utána jön a berobbanás időszaka, amikor általános a lelkesedés, sok vállalkozás indul az adott technológiára, megindul a paradigmaváltás. A következő fázis a növekedés, amikor az új technológia általánosan elfogadottá válik, egyre többen alkalmazzák, kialakulnak a domináns gyártók, és sokan hisznek a technológia megállíthatatlan fejlődésében. Ezután a lassulás fázisa következik, amikor a technológia beérik, a piacok telítődnek, az exponenciális növekedés leáll, és az extraprofitok korszaka lezárul. Végül az érettség korszaka jön, ami egyrészt akár a hanyatlást is jelentheti, ha a technológiát egyértelműen helyettesíti egy másik, vagy egyfajta megújulást jelenthet, ha a technológiának sikerül egy újabb alkalmazását találni, vagy pedig beolvadást jelenthet, amikor a technológia ugyan már nem domináns, de mégis használatban marad, mint például a vasút manapság. Ez az életciklus megfigyelhető a főbb technológiáknál is, mint a vízenergia, gőzgép, elektromosság, robbanómotor, majd az informatika, de a főbb technológiákon belül is, így az informatikán belül például a programozási nyelvek, adatbázisok, tudásbázisok, internet, mobil kommunikáció vagy éppen mesterséges intelligencia tekintetében.

Miután a kutatási tevékenység a lappangó fázisban a legintenzívebb, ezért ma egyetemistaként valószínűleg egy ilyen fázisban lévő területet keresnék. Egyesek már felvetették, hogy az informatika esetleg túl van a növekedés fázisán, és a technológiai fejlődés felgyorsulását is figyelembe véve, nincs is sok idő hátra a lassulásig és talán a hanyatlásig. Így tekintve lehet, hogy nem is az informatika, hanem talán a ma lappangó fázisban lévő területek, mint például a nanotechnológia, lenne érdekes ma számomra egyetemistaként. Viszont ha arra gondolunk, hogy az informatikában már többször felvetették, hogy az eddigi technológiai fejlődési ütem tovább nem tartható, de ennek ellenére az ütem mégsem lassult, akkor könnyen lehet, hogy az informatika továbbra is ígéretes marad, és az informatika

valamelyik most lappangási fázisban lévő területe, mint például a bioinformatika, lenne vonzó ma egyetemistaként. Ennek ellenére úgy látom, hogy az informatikában, és ezen belül az ágens kutatásokban ma még további hatalmas lehetőségek rejlenek. Számos probléma megoldatlan még, és a mesterséges intelligencia, illetve az ágens kutatás területén sok felfedezendő van. Az emberi agy számára alapvetőnek számító tevékenységeket (elsősorban az érzékelés területén, mint például látás, szövegértés és feldolgozás) a számítógépek még mindig elég gyenge teljesítménnyel végzik. De ha csak tisztán számítógépes környezetet nézünk, ahol az érzékelés problémája nem annyira kritikus, mert gépi formában jelentkezik a be- és kimenet, akkor még mindig ott van az a kérdés, hogy az egyedi probléma megoldásával már elég jól megbirkózó programok hogyan tudnak egymással együttműködni. Az interneten összekötött programok mitől fogják egymást megérteni egy állandóan változó környezetben, hogyan tudják a világ különböző részein futó, különböző fejlesztői háttérrel létrehozott programok egymást megtalálni az Interneten, és hogyan tudják a közös nyelvet megtalálni. Ugyan a fejlesztők nagyjából hasonló fogalmakat használtak, tehát szemantikusan együttműködésre képesek is lehetnének, de mégis a programok megvalósításánál egy kicsit eltérő megvalósítást alkalmaztak, és ez elég lehet ahhoz, hogy a programok ne értsék meg egymást. Ez a hálózati ágensek egyik legfőbb megoldandó problémája, ami úgy látom nagyon sok kihívást tartogat még, és számos praktikus problémára is megoldást jelentene.

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

Ma már szinte semmilyen műszaki területen sem lehet komoly eredményeket elérni professzionálisan szervezett, kitartó csapatmunka nélkül. Annyira összetett rendszerekről van szó, hogy csak csapatmunka vezethet eredményre, amit jól kell koordinálni ahhoz, hogy hatékony lehessen. A koordinálás pedig megköveteli a folyamatosan dokumentált, formalizmusokkal és konvenciókkal szabályozott tevékenységet minden résztvevőtől. Ugyanakkor a komoly csúcstechnológiai eredményekhez kreativitásra és az egyéni tehetségek kibontakozására van szükség, mert így születik újszerű és kiemelkedő kutatási termék. Az egyéni kreativitás és a formalizmusokba szorított csapatmunka közötti helyes egyensúly megtalálása jelentheti a mai csúcstechnológiai kutatások egyik alapját.

**Varga László Zsolt**

MTA SZTAKI

Rendszerfejlesztési Osztály

1111 Budapest, Lágymányosi u. 11.

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