

# Aj medzi agentmi vznikajú koalície

Nadpis článku ako vystrihnutý zo špionážneho filmu či bulvárneho média. Opäť jedna z tém, ktorým sme v našom časopise doteraz nevenovali až tak veľa pozornosti. Nemusíte sa báť, nepôjde o žiadnu recenziu filmu či politickú rozpravu. Práve naopak. Stredobodom záujmu sa tentoraz stali dynamické systémy diskretných udalostí. Aj keď toto slovné spojenie znie trochu krkolomne, nič to nemení na skutočnosti, že sa s takýmito systémami stretávajú nielen odborníci ale denno-denne aj laici. O bližšie vysvetlenie sme požiadali dlhoročného odborníka a priekopníka v tejto oblasti na Slovensku, vedúceho Oddelenia modelovania a riadenia diskretných procesov Ústavu informatiky Slovenskej akadémie vied, prof. Ing. Baltázara Frankoviča, DrSC.

Prívlastok „diskretný“ sa v automatizácii vyskytuje v spojení s viacerými skutočnosťami, napr. diskretné riadenie, diskretizované spojité systémy, diskretná výroba a pod. Témou nášho rozhovoru by mali byť diskretné udalostné systémy. Čo je pre ne charakteristické?

Hneď na začiatku musíme povedať, že diskretné udalostné procesy nie sú diskretizované spojité procesy, ktoré možno získať vzorkovaním v určitých časových intervaloch. Touto kategóriou sa nebudem zaoberať. Spojité procesy sú hnané časom. Celá prechodová charakteristika je spojitá krivka. Pri diskretných procesoch sa však prechodová charakteristika správa „sekvenčne“. Po nadobudnutí určitého stavu sa hodnota prechodovej charakteristiky nemení. Až príchodom nejakej udalosti nadobudne prechodová charakteristika novú hodnotu. Diskretné systémy, o ktorých by som sa rád zmienil, sú charakterizované teda tým, že k zmene stavu takého systému dochádza len vtedy, keď nastane

určitá operácia, alebo, ako sa to správne nazýva, určitá udalosť, a to práve v diskretných okamihoch. Ináč povedané, udalosti, ktoré sú príčinou zmeny stavu systému, sa nedejú spojitou v čase, ale len v určitých okamihoch. Diskretný systém je teda hnaný udalosťami v istých časových okamihoch. Obrazne to možno prirovnať k tomu, ako keď si večer ľahnem do postele – to je udalosť. Potom spím do rána a to, že spím, ma z hľadiska systému nezaujíma, lebo sa vtedy nič nedeje. Zobudím sa – a to je ďalšia udalosť. Ďalšou udalosťou sú raňajky a až keď doraňajkujem, môžem prejsť do iného stavu, napr. ísť na zastávku autobusu. Tam čakám, až kým nenastane ďalšia udalosť – príchod autobusu. Takto môžem opísať správanie sa celého systému. Diskretné systémy sa najčastejšie vyskytujú v telekomunikáciách, strojárstve, v komunikačných a dopravných systémoch.

**Do ktorého obdobia siahajú prvé snahy zdefinovať po teoretickej stránke diskretné udalostné systémy?**

Diskretnými procesmi sa zaoberali napr. Archytas a Archimedes (prví konštruktéri automatov). Pneumatické automaty súvisia s menom Herona zo školy Alexandrie. S jeho menom je spojený aj automat na otváranie dvier so známym heslom „sezam otvor sa“. Vplyvom svätého ohňa, ktorý horel pred bránami chrámov, rozpínajúci sa vzduch vytlačil vodu z jednej do druhej nádoby, ktorá bola umiestnená na kladke. Vplyvom zväčšujúcej sa hmotnosti nádoba klesala dole (udalosť), potiahlo sa lano (udalosť) a otvorili sa dvere (udalosť). Tu je prapôvodný začiatok udalostných diskretných procesov. Teória diskretných udalostných systémov sa začala objavovať už v 60-tych a 70-tych rokoch minulého storočia, keď v r. 1962 C. A. Petri sformuloval základy Petriho siete (PN) s aplikáciou pre architektúru počítača. PN nadobudli význam aj pre modelovanie dynamických systémov diskretných udalostí. P. W. Glynn, P. Glasserman, Z. C. Ho a ďalší boli potom zakladateľmi medzinárodného periodika Journal of Discrete Events Dynamics System: Theory and Applications. Myšlienky o diskretných udalostných systémoch nadchli aj mňa osobne natoľko, že koncom 80-tych a začiatkom 90-tych rokov som sa možno ako prvý na Slovensku začal touto oblasťou intenzívnejšie zaoberať. Neskôr sa téma diskretných udalostných systémov dostala aj do učebných osnov na vtedajšej Elektrotechnickej fakulte SVŠT v Bratislave, Elektrotechnickej fakulte VŠT Košice, ako aj z charakteru poslania na Vysokej škole dopravy v Žiline.

**Čo bolo hnacím motorom rozvoja teórií diskretných udalostných systémov?**

Človek má od svojho počiatku v sebe zakódovanú jednu vlastnosť – zjednodušovať komplikované veci. Pružné výrobné systémy, ktoré sa najmä v posledných rokoch začali významne rozvíjať, využívajú práve teórie dynamických systémov diskretných udalostí. Ukázalo sa totiž, že keby sa problémy týchto systémov riešili iný-



Baltázar Frankovič



mi prístupmi, bolo by to veľmi zložité. Preto sa hľadalo zjednodušenie. Ako som už spomenul, diskkrétne systémy sa zaoberajú len stavmi, ktoré sa menia na základe udalostí. Nezaujímajú ma stavy, keď sa, kvázi, nič nedeje. Zoberme si napr. nekonečný dopravníkový pás. Nezaujímá ma, čo ten pás nesie, ale zaujíma ma, aby daný tovar na páse prišiel na určité miesto v presne stanovenom čase. Iný príklad zo strojárskoho priemyslu. NC stroj môže začať pracovať až vtedy, keď mu obslužný vozík dopraví potrebný materiál. Stroj opracuje materiál v niekoľkých sekvenciách a až potom môže ísť materiál na ďalšie spracovanie. Ak zoberieme do úvahy veľké systémy s N prvkami, napr. nejakú výrobnú linku, tak tu už začína narastať počet udalostí výrazným spôsobom. Zjednodušene povedané, vozíky musia ísť do skladu, naloží sa materiál, vozík príde k NC stroju, ktorý obsluhuje robot. Ten musí uchopiť materiál, vykonať správny pohyb, položiť materiál do upínacieho zariadenia atď. A podobné udalosti sa odohrávajú aj na ďalších NC strojoch. Následne sa takto spracovaný materiál dostáva napr. do montážnej stanice, kde prebieha ďalších N udalostí. Pozrime sa napr. na prevodovku. Na jej skompletizovanie potrebujeme hriadele, ozubené kolesá, vložky a iné prvky. Montážny postup presne stanovuje, v akom poradí sa majú operácie vykonávať. Až po skončení jednej možno začať s druhou. Pritom ma napr. nezaujímá, po akej dráhe budú jednotlivé prvky brané z zásobníka a ukladané do šasi prevodovky. Mňa zaujíma, aby tie súčiastky boli na správnom mieste v presne definovanom čase. V opačnom prípade montáž stojí alebo celý proces sa vyradí. Preto sa k pojmu diskkrétne udalostné systémy pripája ďalší prívlastok – „dynamické“. Presné časovanie udalostí odlišuje diskkrétne systémy od spojitých. To však prináša aj určité okruhy netriviálnych problémov.

**Jedným z dôležitých krokov pri formulovaní akejkoľvek stratégie je poznanie vlastností daného systému. Možno z hľadiska opisu systému hľadať analógiu medzi spojitými a diskkrétnymi systémami?**

V prípade diskkrétnych systémov platí známe „niečo za niečo“. Hndikepom diskkrétnych systémov v porovnaní so spojitými je to, že to, čo platí pre jeden diskkrétny proces, nemožno vždy použiť pre iný. Destilačnú kolónu ako reprezentanta spojitých procesov využívanú v chemickom priemysle možno opísať sústavou diferenciálnych rovníc s konštantnými alebo premenlivými parametrami, pričom tie sú všeobecne použiteľné. Stále sú to „nejaké“ diferenciálne rovnice. Pre diskkrétne procesy takýto všeobecný nástroj na opis systému neexistuje. Skladanie prevodoviek pri Forde a Škodovke možno riešiť jedným opisom systému, ale tento opis nie je vhodný pre dopravný systém. A to je tiež diskkrétny systém! Charakter diskkrétno procesu sa teda mení.

**Aké nástroje sú teda k dispozícii na opis diskkrétnych udalostných systémov?**

Na opis systémov diskkrétnych udalostí možno využiť niekoľko prístupov. Na začiatku sa využívali tzv. automaty – napr. Mealyho, Moorov a pod. Moorov automat patrí do kategórie tzv. automatov s konečným počtom stavov, kde výstupy závisia len od aktuálneho stavu a nie od vstupu. Mnohé elektronické systémy pracujú s tzv. časovanými sekvenčnými systémami, čo je obmedzená forma Moorovho automatu. V nich sa mení stav len pri zmene globálneho časového signálu, ktorý je pripojený na časový vstup ich impulzných číslicových obvodov, v ktorých je uchovaný aktuálny stav. Automat je teda typický opis diskkrétno procesu, kde sú definované jeho jednotlivé stavy. Automaty môžu byť deterministické, ale aj stochastické, čo však vedie k veľmi zložitým riešeniam. Preto sa hľadalo iné riešenie, iné možnosti opisu diskkrétnych systémov. Ďalej sa pozornosť sústredila na Markovovské procesy. Z hľadiska teórie pravdepodobnosti patria medzi stochastické procesy charakterizované tým, že nejaký stav v nejakom čase je jedným z konečných čísel z rozsahu 1 až napr. M. Za predpokladu, že proces prebieha v čase od nuly po nejaké N a že poznáme začiatkový a konečný stav, možno postupnosť stavov opísať istým

konečným vektorom s N členmi. Všeobecné Markovovské procesy opisujú stavy systému niekoľko krokov dozadu. Zovšeobecnené Markovovské procesy z hľadiska diskretných udalostných systémov prispeli k zjednodušeniu tým, že nezohľadňujú všetky predchádzajúce stavy systému, ale na predpovedanie nasledujúceho stavu stačí poznať predchádzajúci a súčasný stav. Autorom tohto prístupu je už spomínaný americký vedec P. W. Glynn. Jeho prínos spočíval v tom, že zadefinoval, ako má vyzerat predchádzajúci stav, aké informácie má v sebe niesť, aby bolo možné predpovedať nasledujúci stav. Podľa môjho názoru, práve zovšeobecnené Markovovské procesy boli veľkým krokom dopredu pri riešení dynamických systémov diskretných udalostných. Takmer v rovnakom čase, ako prezentoval Glynn svoju teóriu zovšeobecnených Markovovských procesov, objavili sa možnosti úspešnej aplikácie Petriho siete. Ich autorom bol v roku 1962 nemecký matematik a počítačový výskumník Carl Adam Petri. Zjednodušene možno povedať, že Petriho siete sa skladajú z pozícií a z hradiel. Ak sú podmienky na hradielach splnené, systém môže prejsť do novej pozície (stavu).

### **Mali však Petriho siete prínos pre riešenie úloh praxe?**

Petriho siete prispeli významnou mierou k zjednodušeniu opisu výrobných liniek. Aby som bližšie vysvetlil ďalší vývoj, vrátim sa na chvíľu k príkladu o výrobnej linke zloženej z viacerých strojov. Aby som ju vedel presne opísať, musím brať do úvahy, že každý stroj je iný, či svojou funkciou alebo konštrukciou, rýchlosťou spracovania materiálu a pod. Okrem toho aj materiál, ktorý prichádza k jednotlivým strojom, je iný. Takže aj v rámci Petriho siete došlo k tomu, že bolo treba isté stavy značiť a vytvorili sa tzv. označované Petriho siete. Značky – bodky sa pridávajú do jednotlivých stavov (pozícií) podľa toho, ako je daný stav charakterizovaný. Navyše jednotlivé bodky sú aj váhované podľa dôležitosti toho, čo opisujú. Po prechode do nového stavu už netreba brať so sebou všetky značky. Napr. ak bude predchádzajúci stav charakterizovaný tromi bodkami, z ktorých jedna bude hovoriť o tom, že v danom stave sa súčiastka obrábila, tak po skončení obrábania prejde súčiastka do nového stavu už len s dvomi bodkami. Ukázalo sa však, že ešte aj tento prístup môže v prípadoch, keď vo výrobnej linke pracuje napr. viac strojov naraz, viesť k zložitým riešeniam. Preto sa okrem značiek pridali do Petriho siete aj farby. Farby reprezentujú charakteristiku danej udalosti. Napr. zelená farba značí príchod konkrétnej súčiastky na pozíciu. Podobne ako značky, aj farby možno v rámci jednotlivých stavov ďalej posúvať. Takýto prístup dáva riešiteľovi väčšie možnosti.

**Zdalo by sa, že už máme vcelku komplexný nástroj na opis diskretných udalostných dynamických systémov. Ale vývoj sa nezastavil ani na tomto mieste a požiadavky praxe priniesli opäť nové výzvy.**

Ďalším nevyhnutným krokom bolo objavenie sa multiagentových systémov, ktoré boli odpoveďou na riešenie veľkých pružných výrobných systémov. Agent možno charakterizovať ako fyzický a softvérový. Agent môže byť autonómny, adaptívny, inteligentný. Autonómny agent dokáže na základne vstupnej informácie a svojho vnútorného algoritmu samostatne niečo vykonať. Obrázne povedané, keď dostane stolár vstupnú informáciu, že ma vyrobiť skriňu, tak ju dokáže vyrobiť sám, napr. bez pomocného personálu.

**Majú šancu aj inžinieri automatizácie stretnúť sa s takýmto agentom?**

Typickým príkladom autonómneho agenta je regulátor na najnižšej úrovni riadenia. Ak napr. dostane informáciu, aby otvoril klapku na 30 %, tak ju otvorí. Adaptívny agent sa dokáže navyše prispôbovať zmeneným podmienkam prostredia, ktorého je súčasťou. Inteligentný agent sa učí na základe skúseností získaných z predchádzajúcich udalostí. Na základe nich dokáže upraviť svoj

algoritmus správania. Navyše môže mať aj sociálne vlastnosti, t. j. schopnosť spolupracovať s inými agentmi. Ak by sme sa pozreli konkrétnejšie napr. na už spomínanú výrobnú linku, tak medzi fyzické agenty možno v tomto prípade zaradiť NC stroj, robot a pod. Na základe vstupu a svojho vnútorného algoritmu, riadiaceho programu dokážu vykonať požadované operácie. Rovnako sa v rámci tejto výrobnéj linky vyskytuje aj niekoľko softvérových agentov. Ich reprezentantmi sú riadiace programy pre jednotlivé stroje a zariadenia. Na základe tohto rozčlenenia možno hovoriť o multiagentových systémoch.

### **Ako možno teda charakterizovať multiagentové systémy?**

Tie pracujú na základe troch pravidiel: lokálne vyhodnotenie (agent vie sám vyhodnotiť svoju činnosť), vzájomná komunikácia a tretím, najdôležitejším pravidlom je rokovanie. Na základe rokovania sa môžu vytvárať aj tzv. koalície agentov. Aby sme objasnili tieto tri základné vlastnosti, povedzme si kvázi konkrétny príklad. Dostanem vyriešiť nejakú úlohu. Na to potrebujem vytvoriť určitú stratégiu, ktorá bude viesť k optimálnemu, najlepšiemu riešeniu zadanej úlohy. Na riešenie úlohy mám množinu autonómnych, adaptívnych, inteligentných agentov s rôznymi vlastnosťami. Na princípe hierarchického systému začnem vybrať tých agentov, ktoré sa na splnenie cieľa zadanej úlohy hodia najlepšie. Rokovanie medzi agentmi prebieha tak dlho, kým nie je splnené optimálne riešenie zadanej úlohy – t. j. dosiahnutie globálneho cieľa. V princípe v koalícii nemusia byť zastúpené najlepší agenti. Ak je jeden agent rýchlejší ako iný, ale náklady na jeho prácu sú vysoké, nie je vhodným pre koalíciu, pretože globálne kritérium úlohy hovorí síce o krátkych termínoch výroby, ale aj za prijateľnú cenu. Medzi hlavné globálne kritériá môžu patriť časové kritérium, nákladové kritérium a kritérium splnenia požiadaviek zákazníka.

**Výskumným prácam v oblasti multiagentových systémov sa venujú mnohé významné zahraničné aj domáce pracoviská. Zazneli v tomto smere nejaké nové myšlienky na minuloročnom sympóziu IFAC?**

Na poslednom svetovom kongrese IFAC, ktorý sa konal minulý rok v júni v Prahe, odzneli ďalšie pokrokové myšlienky týkajúce sa multiagentových systémov. Už nešlo len o metódy výberu najlepšej koalície agentov, ale o rokovanie medzi rôznymi koalíciami. Ide o sieťové zapojenie koalície agentov. Zoberme si ako príklad opäť automobilový priemysel. Výrobca áut má ponuky od niekoľkých firiem, ktoré sú schopné pre neho vyrobiť prevodovku, nárazníky, sedadlá, elektroniku a pod. Každá z týchto firiem sa v rámci výrobného reťazca auta javí ako koalícia agentov, pretože napr. aj na výrobe nárazníkov sa podieľa niekoľko strojov a zariadení, teda niekoľko fyzických agentov s vlastnými riadiacimi programami – teda softvérovými agentmi. Výrobca áut teda začne sieťové rokovanie s koalíciami a rokuje dovtedy, kým nie je vyriešená jeho optimalizačná úloha – čas dodávky, neprekročenie nákladov a splnenie požiadaviek zákazníka napr. na konštrukčné vyhotovenie.

**Na takéto fungovanie je však nevyhnutné využívanie údajov medzi jednotlivými koalíciami. Aké nástroje sú v tomto prípade k dispozícii?**

Aby sa mohli začať akékoľvek rokovania či už medzi samostatnými agentmi alebo koalíciami, potrebujem na to databázu a znalostnú bázu. Efektívne vybudovanie znalostnej bázy sa nezaobíde bez ontológie. Tento pojem je známy z filozofie a jeho obsahom je štúdium bytia a existencie, ako aj poznanie základných kategórií – snaží sa nájsť, aké objekty a aké typy objektov existujú. Z hľadiska počítačovej vedy je pre ontológiu charakteristické hierarchické usporiadanie údajov obsahujúcich všetky možné objekty a ich vzájomné väzby a pravidlá v rámci nejakej skupiny. Vďaka ontológii možno vytvoriť koncept, teda skupiny a podskupiny

prvkov, vykonať modelovanie nad týmito údajmi pomocou diagramov, grafov, tabuliek a nakoniec vykonať formalizáciu úlohy prostredníctvom jedného zo špeciálnych, tzv. značkových jazykov (ako napr. OWL – Web Ontology Language). Až teraz možno efektívne a optimálne budovať komunikáciu a hľadať riešenie pri multiagentových systémoch.

**Doteraz sme hovorili o systémoch diskretných udalostí z hľadiska ich definícií a princípov činnosti. Aké výsledky dosiahlo v tomto smere vaše oddelenie a na ktoré oblasti sa prioritne váš výskum zameriava?**

Na našom pracovisku sa snažíme prístupy, ktoré som tu uviedol, integrovať. V súčasnosti máme rozpracovaný projekt v rámci grantového systému VEGA, na ktorom sa podieľajú aj niektoré univerzitné pracoviská. Projekt je zameraný na systémy diskretných udalostí a ich modelovanie pomocou Petriho sietí. V rámci projektu sme pokročili až do fázy modelovania tzv. hybridných systémov, kde časť procesov je spojitých, časť diskretných. S možnosťou aplikovať Petriho siete aj na hybridné systémy, akým je napr. aj robot, sa zaoberal Dr. René David z Technickej univerzity v Grenobli. Prišiel s teóriou, kde pri vzorkovaní v dostatočne krátkych časových intervaloch možno aj spojité procesy diskretizovať. Druhou oblasťou nášho výskumného snaženia sú spomínané multiagentové systémy. V rámci grantu APVT, ktorý koordinuje v rámci Ústavu informatiky SAV moje oddelenie, sme zase riešili úlohu vybudovania podporného systému na modelovanie a riadenie distribuovaných výrobných systémov. Tento projekt, známy pod označením MARABU, o ktorom sme sa už s kolegami podrobne zmienili aj v AT&P journali č. 4/05, je svojím rozsahom ojedinelý. Pri jeho tvorbe sme opäť spolupracovali aj s univerzitnými pracoviskami z FEI TU Košice, FEI a SjF STU Bratislava. Výnimočnosť tohto systému spočíva v tom, že používateľ zadáva svoje požiadavky prostredníctvom elektronického formulára, na základe ktorých mu systém dokáže vybrať optimálnu metódu riadenia a celý systém aj odsimulovať. Systém MARABU disponuje rozsiahlou znalostnou bázou algoritmov a štruktúr riadenia spojitých aj diskretných procesov, ktoré poskytli spomínané univerzitné pracoviská a ktoré boli odskúšané aj na reálnych procesoch. Reálne modely nám poskytli podniky z oblasti sklárskeho a hutníckeho priemyslu či energetiky.

**Bude spomínaný systém dostupný aj pre pracovníkov priemyselných podnikov, ktorí sa s návrhom riadenia a modelovania technologických procesov stretávajú pomerne často?**

K systému sa od februára bude môcť pripojiť každý, kto má prístup na internet. Zoberme si technológa z ľubovoľného podniku. On dokonale pozná technologický proces, pričom nemusí úplne presne vedieť, ako má tento proces riadiť, resp. modelovať. Zadaním požiadaviek prostredníctvom formulárov mu generický blok systému MARABU nájde vhodný algoritmus riadenia a ponúkne aj simuláciu, teda kvázi verifikáciu správnosti navrhnutého algoritmu pre zadaný proces. Povedzme si konkrétny príklad. Nieкто má záujem riadiť a modelovať výmenníkovú stanicu. Používateľ zadá prostredníctvom vstupného dotazníka prvú charakteristiku svojho procesu. Systém MARABU ponúka tri modely pre výmenníkovú stanicu, ktorých autormi sú odborníci FEI STU, resp. z košickej Technickej univerzity. Následne sa už systém MARABU priamo prepojí na vybrané pracovisko napr. do Košíc, pričom v druhom kroku – dotazníku už používateľ detailnejšie špecifikuje parametre procesu. Na základe týchto údajov potom systém vytvorí model procesu a odsimuluje navrhnutý algoritmus riadenia.

**Jedna vec je odsimulovať výsledky cez internet, druhá vec je mať danú štruktúru riadenia aj následne k dispozícii. Má šanca záujemca získať odsimulovaný algoritmus riadenia?**

Ak je používateľ spokojný, má možnosť zakúpiť matematický model spolu s riadiacim algoritmom. Má teda v rukách riešenie, kto-

ré možno s minimálnymi úpravami a nákladmi nasadiť priamo do prevádzky.

**V riadení a modelovaní systémov diskretných udalostí sa za posledné obdobie udial významný pokrok. Máte predstavu do budúcnosti, kde možno očakávať ďalšie zlepšenia?**

V súčasnosti sa už pojem umelá inteligencia stáva sprofanovaným. Aj v oblasti riadenia dynamických systémov diskretných udalostí sú totiž biele miesta, kde by bolo možné aplikovať práve algoritmy umelej inteligencie – evolučnú výpočtovú techniku (genetické algoritmy), fuzzy logiku, neurónové siete a pod. Práve touto oblasťou sa budeme zaoberať v ďalších projektoch na našom oddelení. Jedným z nových prístupov je aj rozhodovanie na báze predchádzajúcich prípadov, tzv. Case Based Reasoning. Rozhodovanie je totiž jedným z kľúčových krokov pri riešení akejkoľvek úlohy. Chyba v tomto kroku môže viesť k zdĺhavému a nie najlepšiemu riešeniu.

**Ako vidíte možnosti prenosu výsledkov teórie a výskumných prác do praxe v tejto oblasti?**

V rámci štrukturálnych fondov Európskej únie je zakotvená téza o zvyšovaní konkurencieschopnosti priemyslu členov EÚ. Z tohto pohľadu je nevyhnutné, aby podniky pristúpili na akceptovanie a praktické zavádzanie moderných metód, pretože ináč budeme zaostávať. Niektorí majú názor, že akadémia a všetci výskumníci sa len hrajú s nepotrebnými teóriami. Ale viete, ak sa nebudeme zaoberať aj teóriami, stratíme kontakt a komunikáciu s tými, ktorí sa tým zaoberať budú a my tomu už nebudeme rozumieť. Nie všetko sa z teórie využije hneď. Možno za päť, desať rokov. Ale keď sa zanedbá teoretický výskum, jednoducho stratíme kontakt so svetom a zostaneme „banánovou“ krajinou. Na druhej strane si myslím, že by bolo dobré vytypovať niektoré vybrané smery aj v rámci vedy a výskumu, ktoré prispievajú k spomínanej konkurencieschopnosti priemyslu a ekonomiky a tie výraznejšie finančne podporovať. A ako by mohol výskum a univerzity viac spolupracovať s praxou? Poviem vám jeden príklad z Grenoblu, kde mám veľmi úzky kontakt s vedeckou komunitou. Jeden mladý absolvent inžinierskeho štúdia sa rozhodol pokračovať v doktorandskom štúdiu. Keby bol išiel pracovať do praxe, mal by dvakrát, trikrát vyšší plat. Pýtal som sa ho, prečo sa tak rozhodol. On povedal, že až keď ukončí doktorandské štúdium, až potom pôjde do podniku a s takýmto vyšším vzdelaním sa dostane aj na vyššiu pozíciu. Keď mu potom bude zverená nejaká úloha, obráti sa na univerzitu a vie, že tam nájde správnych odborníkov, ktorí jemu a jeho podniku pomôžu túto úlohu vyriešiť. Takto si vzájomne univerzity a podniky pomáhajú. Toto u nás nefunguje.

*Ďakujeme za rozhovor.*

**i** [www.atpjournalsk](http://www.atpjournalsk)

Ďalšie zaujímavé informácie k téme dynamických systémov diskretných udalostí nájdete na našej internetovej stránke [www.atpjournalsk](http://www.atpjournalsk) v online vydaní tohto čísla:

#### **Agentový prístup k plánovaniu a rozvrhovaniu výroby**

Riadenie dynamických systémov diskretných udalostí je komplexný a zložitý problém, zahŕňajúci otázky decentralizácie, komunikácie, globálne a lokálne riadenie, rozhodovacie procesy a pod. V tomto článku je uvedené základné predstavenie rozvrhovania a riadenia výrobných systémov s využitím hierarchických štruktúr a rozhodovacích procesov.

**Anton Géer  
Branislav Bložon**