

Agentové systémy ako nástroj sociologického skúmania

Marek Mathias¹

Katedra sociológie TU, Trnava

Agent-Based Systems as a Tool of Sociological Research. The aim of this article is to present agent-based systems, and of course multiagent-based systems, as a new tool for sociological research. Agent-based systems have broader potential than just a modelling and simulation method. This article as a whole has an ambition to understand and identify main possibilities of use that agent-based systems can have in sociology. Agent-based systems, agent-based approach or methodology can be understood as a new tool to observe, collect or analyse data sets. In this article are shown some possible pathways and functions of agent-based systems and discussed a few methodological issues connected with the contemporary character of society. In the first two sections are presented the basic characteristics of the agent-based systems and the types of the agents. In the third section are argued theoretical issues about character of contemporary societies and their relations to agent-based methodology. Further it is focused on the ways in which agent-based systems are used in sociology. Last, but not least it introduces new approaches of agent-based methodology: SPA approach and GMABS methodology.
Sociológia 2016, Vol. 48 (No. 1: 25-47)

Key words: *agent-based modelling; agent-based system; cyberculture; cyberspace; information and communication technology; information society; multiagent-based modelling; multiagent system; role-played games*

V súčasnosti sa dynamicky rozvíjajú pri analýze komplexných dynamických systémov tzv. multiagentové modely a simulácie, ktoré umožňujú zachytiť určité charakteristické vlastnosti týchto systémov. Multiagentové a agentové modelovanie predstavuje iba časť celkového potenciálu agentových systémov v sociálnovednom, špecificky sociologickom skúmaní. Z tohto dôvodu je pozornosť v tejto štúdii zameraná na vymedzenie tohto potenciálu vo vzťahu k charakteru agentových systémov a k premenám, ku ktorým dochádza v spoločnosti pod vplyvom informačných a komunikačných technológií.

Vzhľadom na skutočnosť, že agentové a multiagentové modelovanie stále nie je súčasťou bežnej metodologickej výbavy sociológie, je v prvej časti predstavená agentová paradigma, resp. agentový prístup, kde sú vymedzené rozdiely medzi modelom a systémom a vybrané základné pojmy a vlastnosti týchto systémov.

V druhej časti textu je predstavený agent a jeho typy, ktoré súvisia s diskutovanou problematikou. Nie je možné opísať všetky, v súčasnosti existujúce typy agentov. Z hľadiska zámeru tohto textu, ktorým je vymedzenie poľa aplikácií agentových systémov v sociológii, sa autor rozhodol zamerať na tie typy, ktoré priamo odkazujú k rozličným aplikáciám a funkciám agentov.

¹ Korešpondencia: Mgr. Marek Mathias, PhD., Filozofická fakulta Trnavská univerzita, Katedra sociológie, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava. E-mail: mathaes@gmail.com

Agentové systémy sú jedným z výdobytkov informačného veku, a súčasne môžu byť i nástrojom na jeho pochopenie a zvládnutie. Nie je možné uvažovať o šírke aplikácie týchto systémov bez toho, aby bol odkrytý vzťah ku kyberpriestoru. Vzťah medzi agentovou metodológiou a informačnou spoločnosťou a kyberpriestorom je venovaná tretia časť. V štvrtej časti sú predstavené jednotlivé funkcie agentových systémov v sociologickom skúmaní.

Záverečná časť práce je venovaná dvom špecifickým prístupom využívajúcim agentové systémy. Prístup SPA a GMABS metodológia predstavujú zaujímavý príklad rozvíjania agentového prístupu.

Základná charakteristika agentových systémov

Pre lepšie porozumenie problematike agentového prístupu v sociologickom skúmaní, ktoré je predmetom záujmu tejto práce, je nevyhnutné objasniť niektoré základné pojmy, charakteristické prvky a znaky súvisiace s agentovými, resp. multiagentovými systémami. Zároveň, je nevyhnutné poukázať na terminologickú rozmanitosť, spojenú s vymedzením a prácou s týmito systémami vo vedeckom, špecificky v sociologickom skúmaní. Predovšetkým, je potrebné objasniť zásadné, vo svojej podstate jemné, rozlíšenie medzi agentovým, resp. multiagentovým systémom a modelom na jednej strane a na strane druhej medzi agentovými a multiagentovými systémami.

Rozvoj a rozšírenie používania agentových a multiagentových systémov vo vedeckom skúmaní, sociálne vedy a špecificky sociológiu nevynímajúc, viedlo k vzniku rozličného pojmoslovia a pomenovania tohto prístupu, ktoré sú často ovplyvnené vedecko-výskumnou orientáciou a záujmami vedcov, využívajúcich vo svojej činnosti agentové a multiagentové systémy. Následkom toho, je dnes možné hovoriť o agentovom modelovaní (*agent-based modeling, ABM*), o modelovaní založenom na agentoch, resp. o modelovaní konania agentov, o agentovom modelovaní a simulácii (*agent-based modeling and simulation, ABMS*), o modelovaní založenom na individuálnom správaní (*individual-based modeling, IBM*), o modelovaní umelých spoločností (*artificial society*), o agentovom počítačovom modelovaní (*agent-based computational modeling, ABC*), alebo o počítačovom modelovaní (*computational modelling*) a v rámci sociológie ako o počítačovej sociológii (*computational sociology*). Zároveň, je možné stretnúť sa s multiagentovým modelovaním, ktoré je spojené s použitím multiagentových systémov (*multiagent systems, MAS*).

Všetky tieto pomenovania je možné zahrnúť pod zastrešujúci pojem **agentového prístupu** (*agent-based approach*), niekedy chápaný ako agentová paradigma. Ukazuje sa, že jednotlivé názvy a pomenovania upresňujú a rozširujú základné vymedzenie tohto prístupu v špecifických prípadoch a pre špecifické potreby toho, ktorého postupu, modelu alebo systému, ktorý je na agentovej báze budovaný. Okrem toho, je nevyhnutné poukázať na niektoré

podstatné diferenciácie, ktoré orientujú používanie agentov na vedecko-výskumné účely. Ako je možné vidieť na predchádzajúcich príkladoch, dominantne sa pozornosť vo vedeckom skúmaní orientuje na problematiku simulácií a modelovania. V tejto štúdii ide predovšetkým o identifikáciu a odkrytie celkového potenciálu agentového prístupu v sociologickom skúmaní.

Aby bolo možné preskúmať potenciál agentového prístupu v sociologickom skúmaní, je vhodné uviesť spomínané diferenciácie. Prvá diferenciácia je najjednoduchšia. Odkazuje k rozlíšeniu medzi jednoagentovým a multiagentovým systémom. Rozdiel medzi nimi spočíva v skutočnosti, či ide o systém pozostávajúci z jedného a/alebo viacerých agentov. U jednoagentových systémov môže agent interagovať výhradne s prostredím, v ktorom je situovaný a manipulovať s objektmi, ktoré sa v tomto prostredí môžu, ale nemusia nachádzať. Jednoagentový systém môže pozostávať výhradne z agenta, ktorý zvažuje rôzne svoje stavy. Multiagentové systémy, na rozdiel od jednoagentových, pozostávajú z viacerých agentov, čo umožňuje pracovať, okrem interakcií s prostredím a objektmi tohto prostredia, so vzájomnými interakciami medzi agentmi systému.

Druhá diferenciácia odkazuje k rozlíšeniu medzi MAS a ABM. Vychádza sa pritom z veľmi jemného rozlíšenia, ktoré identifikovala Rosaria Conteová. Podľa Schenka (Schenk 2011: 10-11) MAS slúži na skúmanie spoločnosti a/alebo spoločností zložených z autonómnych agentov, kým na druhej strane, ABM slúži na skúmanie umelých spoločností pozostávajúcich z autonómnych agentov.

Tretia je funkčná diferenciácia agentových systémov, ktorá odkazuje k rozlíšeniu z hľadiska funkcií, ktoré tieto systémy plnia. Na túto diferenciáciu odkazuje Husáková (Husáková 2006), keď poukazuje na rozdiel medzi ABMS (*agent-based modeling and simulation; ABMS*) a tzv. mobilnými agentmi. Mobilnými agentmi sa rozumejú takí agenti, ktorí sú tvorení softwarom plniacim rozličné funkcie pre užívateľa. Takýto software, resp. mobilný agent má schopnosť správať sa autonómne, alebo aspoň relatívne autonómne. Na druhej strane, ABMS nie je orientované na porozumenie a návrh agentov, ale jeho zmyslom je modelovať a skúmať sociálne správanie a procesy týkajúce sa rozhodovania jednotlivcov v rámci určitých skupín, kolektív a populácií. Modely tohto typu umožňujú zachytiť sociálne správanie, konanie a rozhodovanie v oblasti sociálnych interakcií, v problematike kooperácie a/alebo súťaženía (kompetitívne správanie), prípadne skupinové správanie a emergentné javy vzťahujúce sa k dynamike a genéze sociálnych štruktúr a sociálnych systémov.

Posledná diferenciácia odkazuje k rozlíšeniu medzi agentovým (multiagentovým) modelom a agentovým (multiagentovým) systémom. Agentovým systémom sa rozumie každý systém, ktorý pozostáva z jedného a/alebo viacerých agentov. Agenti sú komponentmi tohto systému. Agentový systém, ale nemusí

byť vždy modelom. Zároveň ale platí, že každý agentový model je súčasne agentovým systémom. Agentové modely predstavujú rozsiahlu podmnožinu agentových systémov, ktorých funkcia je na základe abstrahovaných a idealizovaných vlastností a prvkov modelovaného objektu, simulovať určitý reálny a/alebo teoreticky konštruovaný systém za určitým účelom, ktorý je tomuto modelu implementovaný. Agentovými systémami môžu byť aj počítačové programy alebo robotické systémy, plniace konkrétne úlohy vo virtuálnom a/alebo reálnom fyzickom prostredí. V niektorých prípadoch sa za agentové systémy považujú aj reálne autonómne entity.

Práve posledné dve diferenciácie poukazujú na rozsiahly potenciál agentových systémov v sociológii. Ukazujú, že popri agentovom modelovaní, ktoré je hlavným nástrojom využívaným vo vedeckom skúmaní, existuje celý rad ďalších netriviálnych možností. Je výhradne na sociológoch či dokážu odkryť a následne aj plnohodnotne využiť tento potenciál.

Agent a jeho vlastnosti

Agent, ktorý je základným komponentom všetkých agentových a multiagentových systémov a tým aj modelov, nie je doteraz jednoznačne, dostatočne presne a jasne definovaný. Gilbert (Gilbert 2008) chápe agenta ako program, prípadne podprogram, na ktorý je možné nazerať ako na autonómne konajúcu reprezentáciu individua, organizácie, štátu, sociálneho aktéra či iného subjektu sociálneho sveta. V Gilbertovom chápaní je agent vzťahnutý výhradne k virtuálnemu multiagentovému modelovaniu, čím dochádza k zúženiu celkového pojmu agenta. A to aj napriek tomu, že táto definícia poukazuje na jednu z charakteristických vlastností agenta, ktorou je jeho relatívna autonómnosť.

Gilbertovo chápanie nie je vyčerpávajúce, ani dostatočné. Svojím chápaním agenta obmedzuje priestor pre jeho ďalšie využitie v sociologickom skúmaní. Castellani a Hafferty (Castellani – Hafferty 2009) poukazujú na širšie chápanie agenta. Pod pojmom agent je možné rozumieť entity rozmanitého druhu ako napríklad „genetický kód, neurón, biologická bunka, osoba, živočích, sociálna skupina, organizácia, ekosystém, krajina atď.“. (Castellani – Hafferty 2009: 135) Na túto skutočnosť odkazuje aj Schenk (Schenk 2011 : 12), ktorý uvádza, že „obrazne povedané,..., agentom tak môže byť takmer čokoľvek.“

Na tomto mieste je možné uviesť definíciu, ktorá je síce minimalistická, ale pragmatická a funkčná. Agentom sa rozumie taká entita (virtuálna alebo reálna) a/alebo systém, prípadne podsystem, ktorá je schopná pomocou svojich senzorov, receptorov a svojich vlastných perцепčných schopností vnímať prostredie, v ktorom je situovaná, reagovať na vonkajšie stimuly, prichádzajúce z tohto prostredia a pomocou efektorov a aktuátorov aktívne a nezávisle na tomto prostredí vykonávať akcie, modifikovať ho, adaptovať sa naň, vymieňať si s okolím energiu, materiál alebo informácie a/alebo meniť svoj vnútorný stav, a to

výhradne na základe vlastných vnútorných zdrojov, ktorými môžu byť rôznorodé motívy, túžby, priania, očakávania, viery a pover, emócie, potreby, ciele a/alebo inkorporovaný a implementovaný zdrojový kód správania, konania a stratégie, a to bez ohľadu na vonkajšiu kontrolu zo strany centrálného riadenia.

Uvedená definícia agenta priamo odkazuje k niekoľkým fundamentálnym vlastnostiam agentov. Prvou fundamentálnou vlastnosťou agenta je jeho **autonómnosť**, presnejšie relatívna autonómnosť, ktorou sa rozumie schopnosť agenta konať nezávisle na centrálnom riadení, prípadne na iných vonkajších zásahoch. Agenti svoje konanie a správanie orientujú podľa implementovaných, vnútorných a inkorporovaných pravidiel. Môžu disponovať modulmi na spracovávanie informácií, pamäťou, prípadne deliberatívnymi modulmi, ktoré im umožňujú zvažovať vhodné operácie a akcie. Druhou fundamentálnou vlastnosťou agentov je **proaktívnosť**. Proaktívnosť odkazuje na schopnosť agentov aktívne modifikovať svoje okolie, svoje prostredie, v ktorom sú situovaní. Agenti sú zdrojom aktivity v systéme, sú aktívnou zložkou systému. Treťou fundamentálnou vlastnosťou agentov je **reaktívnosť**. Je to schopnosť agentov vnímať a reagovať na stimuly prichádzajúce z prostredia, od iných objektov alebo od ďalších agentov. Poslednou, štvrtou fundamentálnou vlastnosťou agentov je ich **situovanosť**, ktorou sa rozumie skutočnosť, že agent je situovaný v určitom prostredí, v ktorom interaguje len s vymedzeným počtom presne lokalizovaných agentov alebo objektov.

Okrem týchto fundamentálnych vlastností agenti môžu disponovať aj ďalšími typovo a účelovo určenými vlastnosťami. Vlastnosti ako adaptabilnosť, komunikatívne, percepčné, kognitívne a deliberatívne vlastnosti, či pamäť alebo rôzne vlastnosti spojené s agentovými heuristikami alebo evolúciou agentov sú plne závislé na zámeroch tvorcu, účeloch použitia a cieľoch, ktoré sa ich používaním sledujú.

Zo štruktúrneho hľadiska je možné na agenta nazerať prostredníctvom jeho informačnej štruktúry, tzn. zohľadniť informačné toky, resp. procesy. Agentova informačná štruktúra pozostáva z procesov recepcie (percepce), ktorú zabezpečujú receptory spracovávajúce surové informácie, zo spracovania deskriptívnych informácií zabezpečovanej procesormi a z preskriptívnej informácie, ktorú zabezpečujú efekty (aktuátory).

Na základe toho akými, takpovediac nadstavbovými, vlastnosťami agenti disponujú, je možné ich typovo klasifikovať. Existujú rôzne klasifikácie a typológie agentov ako napríklad Wooldridgova typológia (Wooldridge – Jennings 1995; Wooldridge 1999), Goldspinkova typológia (Goldspink 2000), Schweitzerova diferenciacia komplexných a minimalistických agentov (Schweitzer 2007) alebo Franklin-Graesserova taxonómia agentov. (Franklin – Graesser 1997)

Všetky uvedené klasifikácie, rovnako aj klasifikácie a typológie, ktoré boli vytvorené, ale nie je priestor na ich uvedenie a rozpracovanie, vychádzajú z klasifikovania agentov na základe ich špecifických a variabilných vlastností a ich charakteru. S ohľadom na zámer tejto štúdie, je vhodné podrobnejšie sa venovať diferenciacii agentov na základe ich existenčného a ontologického charakteru. Burgin a Dodig-Crnkovicova (Burgin – Dodig-Crnkovic 2009) vychádzajú z tzv. **existenčnej triády**, ktorá odkazuje k všeobecnej štruktúre sveta a umožňuje klasifikovanie agentov do troch tried. Prvú triedu predstavujú fyzickí agenti, druhú mentálni agenti a do tretej triedy sú zaradení štruktúrní a informační agenti. Medzi fyzických agentov sú radení rôzni biologickí a robotickí agenti. Pod mentálnymi agentmi sa rozumejú softwaroví agenti a ego vo význame, aký má v psychoanalýze. Štruktúrnym agentom je napr. Turingov stroj.

Prvá trieda agentov sa delí na tri podtriedy: 1. na biologických agentov, ktorými môžu byť biologické bunky, vyššie organizmy alebo ľudia, 2. na umelých agentov (artificial agents), ktorí bývajú označení aj ako technickí agenti a do tejto skupiny sú zaradované rozličné robotické systémy, resp. robotickí agenti (Kelemen 1994; 2010; Markoš – Kelemen 2004) a 3. na tzv. hybridných agentov, ktorí pozostávajú z biologických a umelých častí.

V rámci druhej triedy agentov je dôležité rozlišovať nielen medzi egom a softwarovými agentmi, ale programových agentov (software agents) diferencovať do dvoch podskupín. V prvom rade je nevyhnutné vymedziť: 1. tzv. softbotov, medzi ktorých patria agenti pre špecifické úlohy (*task-specific agents*), ktorými sú rozliční agenti ako napr. internetové vyhľadávače, agenti pre analýzu dát, antivírusové programy atď. Patria sem aj počítačové vírusy a agenti pre zábavu (*entertainment agents*), obvykle agenti počítačových hier. 2. agentov umelého života (*artificial life agents*) a/alebo modelových agentov, ktorí majú charakter určitej počítačom vytvorenej simulovanej modelovej entity.

Klasifikácia agentov v podobe, v akej je vytvorená v prípade existenčnej triády, odkazuje k ontologickému nazeraniu na agentov. Z ontologického hľadiska je možné identifikovať dve dichotomické dimenzie diferenciacie agentov. Na úrovni prvej dimenzie sú agenti diferencovaní dichotomicky na fyzických a virtuálnych agentov. S týmto rozlíšením pracuje aj existenčná triáda. Druhá dimenzia dichotomicky diferencuje agentov na reálnych a umelých. Prvá dimenzia vyjadruje skutočnosť, že agenti sa líšia z hľadiska toho, aký majú charakter, tzn. či sú materiálnej, fyzickej povahy alebo sú povahy nemateriálnej, virtuálnej, čiže sú programom, podprogramom alebo segmentom programového kódu. Charakter agenta z tejto perspektívy vypovedá o tom, v akom prostredí sa nachádza. Druhá dimenzia vyjadruje vzťah agentov k danému prostrediu. Agent môže byť k prostrediu, v ktorom je situovaný, reálny, tzn.

v tomto prostredí je schopný plniť určité úlohy a vykonávať konkrétne akcie, ktoré majú na toto prostredie reálny vplyv, alebo môže byť umelý, čím sa rozumie, že agent je umelou konštrukciou, umelo konštruovanou reprezentáciou v modeli alebo vo virtuálnom tzv. druhom svete (second life, artificial life). Virtuálni agenti sú vždy umelo konštruovaní a projektovaní. Napriek tejto skutočnosti, môžu byť s ohľadom na charakter virtuálneho prostredia považovaní za reálnych v tom zmysle, že v tomto prostredí sú reálne pôsobiacimi entitami. Je možné konštatovať, že sú v tomto zmysle tomuto prostrediu „prirodzení“, pretože vo vzťahu k tomuto prostrediu majú určitý funkčný vzťah.

Z uvedených dichotomických dimenzií je možné skonštruovať typológiu, ktorá sa skladá zo štyroch teoretických možných typov. (Tab. č. 1)

Tabuľka č. 1: **Typológia agentov na základe ontologického statusu**

Dichotómia fyzický - virtuálny		
Dichotómia reálny – umelý	Fyzický reálny agent	Virtuálny reálny agent
	Fyzický umelý agent	Virtuálny umelý agent

Fyzický reálny agent je typom agenta, ktorý má materiálny charakter, tzn. existuje v reálnom fyzickom svete a nebol projektovaný alebo umelo konštruovaný. Pod tento typ agenta je možné zahrnúť hlavne biologických agentov, ale patria sem aj krajinné celky, či ekosystémy.

Fyzický umelý agent je typom agenta, ktorý sa nachádza v reálnom fyzickom svete a má teda fyzický, materiálny charakter, ale bol vytvorený umelo. Takýto agent má svojho autora, ktorý ho naprojektoval a skonštruoval za určitým účelom. Do reálneho prostredia bol vložený neprírodzene a je tomuto prostrediu neprírodzený. Pod tento typ agenta sa zaraďujú predovšetkým robotické systémy a technickí agenti.

Pri zohľadnení existenčnej triády by pod fyzický a umelý typ agenta mali byť zaraďovaní aj hybridní agenti. Problémom je, že hybridný agent môže byť aj agentom prvého typu. Rozlišovanie hybridných agentov podľa tejto typológie je možné pri zohľadnení pôvodu hybridného agenta. Príkladom pre porozumenie môže byť, ak pôvodne prirodzený biologický agent nadobudol počas svojej existencie určité umelé komponenty, potom je agentom prvého typu tzn. fyzickým reálnym agentom, ale ak bol vytvorený zámerne z umelých a biologických komponentov, potom je agentom druhého typu, čiže fyzickým umelým agentom.

Virtuálny reálny agent je typom agenta, ktorý predstavuje v tejto typológii určitý sémantický problém. Dôvodom je, že vo svojej podstate má charakter umelo konštruovaného agenta, ale pritom je dôležité o tomto type agenta uvažovať ako o reálnom agentovi. Vyplýva to z predchádzajúcich teoretických úvah, kde bola diferenciácia vysvetlená na základe funkčného vzťahu agenta

k prostrediu, do ktorého prináleží. Tento typ agenta tak zahŕňa rozmanitých softwarových agentov – softbotov. Softboti sú síce virtuálni, nachádzajú sa vo virtuálnom prostredí, ale sú tomuto prostrediu funkčne prirodzení. Každý agent tohto typu je konštruovaný, resp. programovaný, ale z hľadiska jeho funkcie vo virtuálnom priestore je mu prirodzený.

Na základe vzťahu k prostrediu je nevyhnutné poukázať na skutočnosť, že agent tohto typu môže byť aspoň na teoretickej úrovni chápaný ako prirodzený aj v pravom zmysle slova. Agent, ktorý by bol prirodzený a pritom virtuálny, tzn. nachádzajúci sa vo virtuálnom prostredí, môže vzniknúť ako reprodukovateľný agent, resp. je generovaný prostredím bez vonkajšieho zásahu tvorcu. Je možné uvažovať o pravom virtuálne reálnom agentovi v niekoľkých modifikáciách, resp. podtypoch. Prvým podtypom je agent vzniknutý reprodukovaním alebo replikovaním inými agentmi, druhým je agent generovaný prostredím a tretím je spontánne vzniknutý agent. Hypoteticky by agenti pri určitom stupni umelej inteligencie mohli byť schopní zmeniť svoj kód. Zvyšné druhy agentov, ktoré je možné zahrnúť pod tento typ je možné definovať ako nepravých. Sú to agenti vytvorení tvorcom, ale následne vykonávajúci úlohy v danom prostredí.

Medzi takýchto agentov vo všeobecnosti patria agenti pre špecifické úlohy (task-specific agents), počítačové vírusy a agenti určené pre zábavu (entertainment agents). Jansen (Jansen 1996) vytvoril štyri charakteristické varianty virtuálnych agentov:

1. Agenti ako semiautonómne počítačové programy schopné inteligentnej asistencie pri riešení bežných úloh využívajúcich techniky umelej inteligencie. Agenti sú schopní učenia prostredníctvom riešenia príkladov a zlepšovať sa v priebehu času.
2. Agenti ako počítačové systémy nachádzajúce sa v komplexnom, dynamic-kom prostredí so schopnosťou konať autonómne a realizovať určité úlohy a ciele.
3. Softboti (softwaroví roboti), ktorí majú danú schopnosť uvažovať a konať v mene užívateľa. Predstavujú podporu pre užívateľa a komunikáciu medzi ním a systémom.
4. Agenti ako softwarové systémy implementujúce používateľove požiadavky. Umožňujú zvládať komplexnosť a podporujú mobilitu užívateľa.

Ontologický status virtuálneho reálneho agenta je určený skutočnosťou, ako to naznačuje Jansenova deskripcia, že je súčasťou virtuálnej reality, v ktorej vykonáva a plní určité definované úlohy semiautonómne. Nie je iba zobrazením reálnych objektov. Naopak, prostredie, v ktorom sa nachádza aktívne spoluutvára.

Virtuálny umelý agent je typ agenta, ktorý sa nachádza v umelo konštruovanom virtuálnom prostredí a predstavuje simulovanú a modelovú entitu. Ako komponent modelu by mal agent vhodným spôsobom reprezentovať zobrazo-

vaný objekt a/alebo objekty reálneho sveta. Agenti tohto typu sú komponentmi agentových modelov a tzv. umelých spoločností (artificial societies). Ontologický status týchto agentov je určený tým, že sú zobrazením z množiny komponentov reálneho systému do množiny komponentov daného agentového systému.

Práve posledné dva typy agentov z hľadiska ich ontologického statusu sú zaujímavé pre sociologické skúmanie, resp. ako nástroje sociologického skúmania. Je nevyhnutné poukázať na skutočnosť, že v doterajšej praxi sa dominantne sústreďovala pozornosť na agentov štvrtého typu. Je to spôsobené tým, že v sociológii, ale aj v ďalších sociálnych vedách, sa pri využívaní agentových systémov pracuje predovšetkým s modelmi a simuláciami. Z tohto dôvodu je dôležité ukázať, že nielen multiagentové modelovanie predstavuje vhodný nástroj sociologického skúmania, ale je možné a dokonca časom bude zrejme aj nevyhnutné využívať ostatné, zatiaľ skryté možnosti agentových systémov.

Charakter súčasných spoločností a agentový prístup

Zjednať si porozumenie pre význam a potenciál agentového prístupu v sociológii, rovnako ako aj uchopiť jednotlivé funkcie, ktoré môžu agentové systémy plniť v tomto skúmaní, nie je možné bez uvedenia si rozsiahlych sociálnych zmien a procesov, ktoré sa uskutočnili a ktoré prebiehajú v súčasných spoločnostiach. Z tohto dôvodu, je vhodné uviesť aspoň niektoré z týchto charakteristických javov a procesov. Mnohé z nich sú v sociológii všeobecne známe a preto im na tomto mieste nie je nevyhnutné venovať obširnejší výklad.

Procesmi a javmi, ktoré majú zásadný význam z uvedeného hľadiska, sú predovšetkým javy spojené so vznikom a rozširovaním informačnej spoločnosti, spoločnosti vedenia, sieťového charakteru viacerých sociálnych štruktúr a fenomén globalizácie. Všetky uvedené fenomény sa vzťahujú k technologickému vývoju, predovšetkým k rozšíreniu a využívaniu informačných a komunikačných technológií (information and communicational technologies, ICT).

Podstatnú úlohu zohráva predovšetkým internet a v jeho rámci vznik internetových sociálnych sietí typu Facebook, Twitter, LinkedIn atď. ICT predstavuje pre sociologické skúmanie veľkú výzvu a vyžaduje si rozvinutie adekvátnej metodológie a nástrojov pre získavanie primárnych i sekundárnych dát o vzťahoch, o štruktúrach, o funkciách, o konaní a správaní užívateľov internetu, o formách komunikácie, o formovaní sociálnych identít a o dynamike sociálnych skupín a komunít. Klasické metodologické postupy a nástroje sociologického skúmania, napriek ich nespornému a stále aktuálnemu významu, sú v súčasnosti nedostačujúce na zvládnutie tejto výzvy a potenciálnych budúcich výziev, ktorým bude sociologické poznávanie vystavené.

V teoretickej rovine sú už dnes rozpracované viaceré konceptuálne rámce, ktoré identifikujú nové okruhy a fenomény zasluhujúce si pozornosť sociológie. Tieto koncepcie do určitej miery zachytávajú a reflektujú rozsiahle a hlboké zmeny a procesy, ktorými prechádzajú súdobé spoločnosti. Prvou teoretickou koncepciou, ktorá poukázala na charakter týchto procesov je Bellova koncepcie postindustriálnej spoločnosti. (Bell 1976; 1999) U Bella prechádza sociálny vývoj od predindustriálnej spoločnosti cez spoločnosť industriálnu k spoločnosti postindustriálnej.

Súčasná spoločnosť², o ktorých je možné uvažovať ako o postindustriálnych alebo aspoň ako o transformujúcich sa na postindustriálne, sa vyznačujú, oproti spoločnostiam industriálnym, presunom ekonomickej aktivity do terciárneho a kvartérneho sektora. Plyní z toho zvýznamnenie služieb v ekonomike týchto spoločností. Rozširovanie sektora služieb nie je len extenzívne, ale dochádza aj k diferenciácii služieb. Služby sú diferencované na 1. podporujúce výrobu, 2. na informačné, distributívne a poradenské, 3. na služby saturačné, ktoré sú orientované na saturáciu potrieb ľudí a ich využívanie voľného času a 4. služby všeobecné, ktoré zabezpečujú segmenty zdravotníctva, vzdelávania a riadenia apod.

Diferenciácia sektora služieb reaguje na zmeny v riadení a fungovaní spoločnosti, pokračujúce trendy špecializácie a individualizácie, s ktorými súčasne rastie potreba koordinácie a predovšetkým komunikácie, čiže zvládanie a spracovanie informácií. Bell zvýznamňuje informácie a vedenie v sociálnom svete a odкрýva charakteristický znak spoločnosti služieb, ktorým je tzv. hra medzi ľuďmi. Do tohto sociálneho priestoru, pre Bella netušeným spôsobom, vstupujú technológie ICT, predovšetkým internet.

Podobne ako Bell aj manželia Alvin a Heidi Tofflerovci (Toffler – Tofflerová 1996) vo svojej koncepcii vlnovej teórie vývoja civilizácie, predovšetkým v jej časti venovanej tzv. tretej vlne, identifikovali sociálne zmeny súvisiace s nárastom významu vedenia a informácií. Tretia vlna Tofflerovcov v mnohých ohľadoch pripomína Bellovu postindustriálnu spoločnosť. V spoločnostiach tretej vlny sú hlavným produktívnym faktorom ekonomiky poznanie a informácie. Podľa Tofflerovcov „krajiny Tretej vlny predávajú svetu informácie a inovácie, manažment, kultúru i pop-kultúru, špičkové technológie, software, vzdelanie, výchovu, lekársku starostlivosť, finančné a iné služby“. (Toffler – Tofflerová 1996: 31)

² Pod súčasnými spoločnosťami, ktoré majú postindustriálny charakter alebo smerujú k postindustriálnej spoločnosti, je potrebné chápať predovšetkým spoločnosti Spojených štátov, Európskej únie a niektoré krajiny Britského spoločenstva národov (Commonwealth) a Japonsko. Bell v čase, keď formuloval svoju koncepciu v 60. a začiatkom 70. rokov, rozdelil vtedajšie spoločnosti do uvedených troch spoločenských foriem. Za spoločnosti nachádzajúce sa v predindustriálnom štádiu považoval spoločnosti v regiónoch Ázie, Afriky a Latinskej Ameriky, medzi industriálne spoločnosti zaradil Západoeurópske krajiny a spoločnosťou na ceste k postindustriálnej spoločnosti považoval výhradne Spojené štáty (USA). Podľa Šubrtu (Šubrt 2008) Bell považoval aj vtedajší Sovietsky zväz za spoločnosť, ktorá má potenciál stať sa postindustriálnou spoločnosťou.

Súčasne dochádza k demasifikácii produkcie a k segmentácii trhu. Vzniká supersymbolická ekonomika, kde poznanie a informácie zohrávajú kľúčovú úlohu takmer nevyčerpatelného zdroja bohatstva. (Čadová 2007) V takejto spoločnosti je čas významným ekonomickým zdrojom. V spoločnostiach tretej vlny sa ekonomické procesy zrýchľujú a náklady redukujú, čo je dôsledok zavádzania nových informačných technológií, a vedie k vzniku „extrémne heterogénnej ekonomike a spoločnosti“. Ako poznamenávajú „elektronické cesty tvoria základnú infraštruktúru ekonomiky Tretej vlny“ (Toffler – Tofflerová 1996: 47) a z proletariátu Druhej vlny sa v dôsledku supersymbolickej ekonomiky vlny Tretej stáva kognitariát.

Podrobnejšie sa informačnému charakteru súčasných spoločností venujú Manuel Castells a Pierre Lévy. Castells (Castells 1989; 1997; 1998; 2000; 2001) identifikuje proces sociálnej zmeny, ktorá prechádza od industrializmu k informacionalizmu. Podľa Castellsa je nová ekonomika charakterizovaná tým, že je informačná, globálna a má sieťový charakter. Castells (Castells 2000) poukazuje na evolučný proces počítačmi sprostredkovanej komunikácie, ktorá vedie k vzniku interaktívnej spoločnosti. Interaktívna spoločnosť vyrastajúca v podmienkach nových informačných a komunikačných technológií je charakteristická horizontálnou sieťovou komunikáciou, ktorá prebieha v aktuálnom reálnom čase a nie je determinovaná priestorovou vzdialenosťou.

Pierre Lévy (Lévy 2000), sa podobne ako Castells, sústreďuje na problém vplyvu nových technológií na kultúru a spoločnosť. Identifikuje „kyberpriestor“ a „kyberkultúru“. Kyberpriestorom rozumie sieť, ktorá tvorí prostredie komunikácie určené spojeniami medzi počítačmi. Pod pojmom kyberpriestor zaraďuje na jednej strane hmotnú infraštruktúru a digitálnu komunikáciu a zároveň „oceán informácií“. (Lévy 2000: 15) Kyberkultúra je u Lévyho „súbor techník (materiálnych a intelektuálnych), praktických zvyklostí, postoje, spôsoby uvažovania a hodnoty, ktoré sa rozvíjajú vo vzájomnej väzbe s rastom kyberpriestoru.“ (Lévy 2000: 15) Kyberkultúra je v podstate kultúrou kyberpriestoru. V takomto prostredí je nevyhnutné podľa Lévyho uvažovať v pojmoch kolektívnej inteligencie a virtuálnej spoločnosti, ktorou sa rozumie „skupina osôb, ktoré si píšú prostredníctvom vzájomne prepojených počítačov“³. (Lévy 2000: 25) Castells i Lévy poukazujú na hlboké premeny v kultúre a spoločnosti vyvolané rozvojom a difúziou ICT.

Z toho, čo bolo doteraz uvedené, vyplýva, že veľká časť individuálneho, kolektívneho, sociálneho a kultúrneho, ale aj ekonomického a politického života a priestoru sa presúva z fyzického, materiálneho a reálneho socio-kultúr-

³ V súvislosti s Lévyho chápaním virtuálnej spoločnosti je nevyhnutné poznamenať, že virtuálna spoločnosť nemusí byť spoločnosťou prepojených osôb, ale môže mať úplne virtuálny charakter. V takom prípade v nej operujú autonómne objekty – agenti a/alebo avatari (virtuálne vytvorené identity reálnych osôb). V zmysle agentového modelovania sa vždy uvažuje v kontexte druhého chápania virtuálnych umelých societ.

neho sveta do sveta virtuálneho, digitálneho, nehmotného a hyperreálneho. Časť žitého sveta sa presunula do kyberpriestoru vyplneného kyberkultúrou a prepojeného kybernetickými väzbami sociálnych sietí a vytvárajúceho virtuálne komunity a society. Charakteristickými znakmi tohto sveta je exponenciálny rast objemu informácií, záplava obrazov a slov v podobe elektronických textových, audiovizuálnych a fotografických dokumentov. Súčasne narastá komplexnosť sociálneho sveta, sveta ktorý je globálne prepojený internetovou sieťou.

Sociologické skúmanie tohto sveta si už nevystačí s klasickou sociologickou metodológiou. V tejto situácii sa ukazuje ako vhodné riešenie agentový prístup, ktorý je založený na využívaní agentov a agentových systémov schopných v tomto novom svete operovať relatívne samostatne – semiautónomne. Agentový prístup, resp. využívanie agentov v sociologickom skúmaní neznamená rezignáciu, či opustenie klasických metodologických postupov, ale ich doplnenie a rozšírenie. Výhodou agentového prístupu je, že vznikol súčasne s kyberpriestorom a je s ním prirodzene spojený. Agentové systémy vyrastajú z prostredia distribuovanej umelej inteligencie, sú imanentné virtuálnemu priestoru a disponujú prostriedkami vhodnými do diverzifikovanej, fragmentárnej, diferencovanej a segmentovanej heterogénnej reality. Navyše, je možné odôvodnene predpokladať, že vývoj agentových systémov bude prebiehať súbežne s vývojom informačných a komunikačných technológií, a tým i kyberpriestoru.

Funkcie agentových systémov v sociologickom skúmaní

Agenti môžu plniť rôznorodé úlohy a ciele v závislosti od zámeru ich autora. Doterajšia vedecko-výskumná prax v sociálnovedných disciplínach nedostatočne využíva ich rozsiahly potenciál. V podstate je možné konštatovať, až na niekoľko výnimiek, že používanie agentov v sociológii a iných sociálnych vedách je redukované na simulácie a modelovanie. Modelovanie a simulovanie sociálnych javov zďaleka nevyčerpáva všetky možnosti ponúkané agentovými systémami. Potenciál agentov vo vedeckom, špecificky sociologickom skúmaní, je závislý od funkcie, ktorú agenti plnia.

Predchádzajúce časti práce boli zamerané na dva okruhy problémov súvisiacich s určením miesta agentového prístupu v sociologickom skúmaní. V prvej časti tejto práce, boli predložené základné vlastnosti a charakteristické znaky agentov a z nich vyplývajúce typy agentov tvoriacich početné typológie. Druhá časť, bola zameraná na charakter súdobých spoločností. V nadväznosti na tieto časti, je možné vymedziť niekoľko základných, rámcujúcich funkcií agentových systémov, ktoré by mohli plniť v sociologickom skúmaní. Funkcie agentov v sociológii, v podobe v akej sú uvedené v tejto práci, majú explicitne analytický charakter. Jednotlivé funkcie sa môžu vzájomne dopĺňať, nadväzovať na seba alebo sa prekrývať, či byť vzájomne prepojené.

Agentové systémy – agenti – môžu plniť v sociológii päť základných funkcií: 1. podpornú, 2. exploračnú, 3. observačnú a evidenčnú, 4. experimentálnu a 5. modelovaciu a simulačnú. Zoznam funkcií agentov v sociologickom skúmaní v uvedenej podobe nemusí byť konečný. Okrem toho, je možné tieto funkcie vnútorne ďalej diferencovať a štruktúrovať. Na tomto mieste je postačujúce uviesť ich len v rámcovej podobe, z ktorej by mal byť zrejmý ich význam.

Prvá funkcia agentových systémov, **funkcia technickej podpory – podporná funkcia** (support function) je pravdepodobne najvyužívanejšou a najrozšírenejšou funkciou vo všeobecnosti i v sociologickom skúmaní, a to aj napriek tomu, že si užívatelia neuvedomujú skutočnosť, že využívajú pri svojej práci agentové systémy. Nevedomosť o využívaní agentov vyplýva zo skutočnosti, že agentovými systémami sú aj niektoré internetové vyhľadávače a podporné programy a subprogramy operačných programov a iného softwarového vybavenia.

Význam tejto funkcie spočíva v tom, že agenti pomáhajú riešiť a zvládať v reálnom čase rozsiahly počet úloh, ktoré by v opačnom prípade vyžadovali rozsiahle personálne zdroje, dlhý čas a energiu potrebné na ich riešenie, alebo sú pre výskumníka či početný výskumný tím nedosiahnuteľné. Agentové systémy plniace tieto úlohy predstavujú pre výskumníka akúsi predĺženú ruku. Rozširujú jeho senzorické, operačné a pracovné schopnosti.

Už vyššie bolo naznačené, že agentové systémy zabezpečujúce technickú podporu sú využívané výskumníkmi obvykle nevedome. V situácii nárastu informácií, vzniku rozsiahlych databáz a v dôsledku rozširovania sa internetu, je vhodné začať uvažovať o zámernom, vedomom a cielenom využívaní týchto systémov v sociologickej výskumnej praxi. V súčasnosti už existujú agenti, ktorí slúžia na dolovanie dát (data mining), rovnako ako aj agenti, poskytujúci informácie rôznym subjektom o správaní jednotlivcov, či o iných subjektoch. Agenti sú vhodným nástrojom pre zvládnutie, v súčasnosti sa vynárajúcej rozsiahlej oblasti tzv. veľkých dát (big data). Autor tejto práce si je vedomý skutočnosti, že i v budúcnosti bude množstvo aktivít, v ktorých budú agenti figurovať naďalej ako neuvedomovaní, ale to neznamená, že by sociológovia mali rezignovať na ich zámerné využívanie v tomto smere.

Pod podpornú funkciu je možné zaradiť niekoľko parciálnych funkcií. V prvom rade ide o funkcie spojené s vyhľadávaním dokumentov a informácií, čiže o funkciu vyhľadávania. Druhou možnosťou je využívanie agentov na analytické účely, tzn. na spracovanie, kategorizovanie alebo šandardizovanie údajov, prípadne na ich selekciu a štrukturáciu.

Na funkciu technickej podpory v určitom zmysle nadväzuje **exploračná funkcia**. Agent, resp. agentový systém plní funkciu anketára, tzn. získava informácie o respondentoch nachádzajúcich sa v kyberpriestore. Výhodou

agenta je, že môže formulovať otázky a interaktívne sledovať a reagovať na reakcie respondenta, prípadne vstupovať do skupín, ktoré je schopný aktívne vyhľadávať podľa vopred definovaného cieľa. Selekcii respondentov uskutočňuje agent na základe stanovených podmienok a požiadaviek zo strany výskumníka.

Ďalšou výhodou agenta je, že je možné zaznamenávať a analyzovať jeho stavy, resp. zmeny vnútorných stavov agenta v priebehu komunikácie. Z toho vyplýva možnosť vysielat' do kyberpriestoru agentov s určitými modelmi identity alebo sociálnymi modelmi a získavať tak informáciu, ktorú by sme inak nemohli získať. Informáciu ako je ovplyvňovaný pýtajúci sa reakciami opytovaného a súčasne ako reaguje respondent na určité postupy pýtajúceho sa.

Už v súčasnosti existujú postupy pre konštruovanie tzv. MUD agentov, resp. TinyMUD agentov, ktorí sú schopní interaktívnej komunikácie. Foner (Foner 1993; 1997) definuje agentový systém typu MUD ako typ multipersonálnej textovej virtuálnej reality (multiperson text-based virtual reality). Uvádza príklad agenta Julie. Agent Julia, vychádzajúci z koncepcie tzv. Turingovho testu, je konštruovaný na základe dvoch častí: disponuje utilitárnymi funkciami a kompetenciou Turingovho testu. Agentové systémy typu MUD sú sociálnymi prostrediami. Foner uvádza, že „veľká časť ľudských interakcií sa presúva do reality kyberpriestoru a hranice medzi správaním človeka a stroja sa stávajú rozmazanejšími“. (Foner 1997: 40)

Tretou funkciou agentových systémov je **observačná a evidenčná funkcia**. Agentové systémy môžu pozorovať správanie sa ľudí v kyberpriestore a zároveň získavať evidenciu topológie ich sociálnych vzťahov, prípadne prehľadávať a analyzovať dokumenty, ktoré sa nachádzajú v tomto priestore. V súčasnosti sa týmto spôsobom získavajú ekonomické informácie o klientoch alebo o potenciálnych klientoch, či dopade marketingových kampaní. Barabási (Barabási 2005) poukazuje na využívanie agentov ako je napr. agent Inquirus, ktoré získavajú, dolujú dáta z dokumentov podľa zadaného účelu. Podobní agenti skúmajú topológiu celých sociálnych a internetových sietí, ktoré ostávajú skryté.

Barabási v tejto súvislosti poukazuje na určité etické problémy, spojené s využívaním týchto systémov v praxi. Ako poznamenáva, agent by mal mať „slušné vychovanie“, čo v tomto prípade znamená, že by mal disponovať schopnosťou identifikovať protokoly, ktoré mu zakazujú prehľadávať určité dokumenty. Tieto protokoly umožňujú do určitej miery riešiť etické problémy spojené s agentovými systémami, využívanými na pozorovanie a analýzu online dokumentov.

Vymedziť a jednoznačne rozlíšiť **experimentálnu a modelovaciu funkciu** agentových systémov nie je jednoduché. Problém spočíva v skutočnosti, že u agentových systémov, ktoré plnia funkciu modelu, sa experiment uskutočňuje

na modeli, a zároveň v niektorých prípadoch, je možné využiť model, resp. simuláciu založenú na agentoch na vytvorenie experimentálnej situácie. Z týchto dôvodov, je nevyhnutné uvažovať o čisto analytickom rozlíšení. Špecificky vystupuje tento problém v prípade využívania agentov v prístupe SPA (simulovaní a fyzickí agenti, simulated and physical agents) a v prístupe využívajúcom hranie rolí (role-played games, RPG).

Agentový systém, ktorý plní experimentálnu funkciu, môže mať charakter prirodzeného aj laboratórneho experimentu, prípadne byť kombináciou oboch. Vyplyva to zo skutočnosti, akým spôsobom je možné prostredníctvom agentových systémov pracovať s experimentálnou situáciou. Na základe experimentálnej situácie, spôsobu a formy akým je navodená, je možné uvažovať o troch formách experimentu s využitím agentov: 1. úplne kontrolovaná virtuálna realita bez experimentálnej skupiny alebo respondenta, v ktorej sa experiment uskutočňuje výhradne na simulačnom modeli, 2. úplne kontrolovaná virtuálna realita s respondentom alebo s experimentálnou skupinou, kde je respondent alebo skupina vystavená simulovaným situáciám generovaným príslušným modelom, ktorý je plne kontrolovaný výskumníkom a 3. agentový systém plniaci funkciu stresoru v prirodzenom prostredí kyberpriestoru respondenta.

Dalšou skutočnosťou, na ktorú je vhodné poukázať, je možnosť rozšírenia experimentálneho dizajnu o priebežné testovanie, ktoré dopĺňa štandardné experimentálne plány. Znamená to, že okrem pre testu a post testu, je možné uskutočňovať získavanie informácií o respondentovi alebo o skupine v reálnom čase a to nielen zaznamenávaním a monitorovaním ich správania, ale v určitých prípadoch, ich priamo v priebehu experimentu testovať. Ide o formu kontinuálneho testu, ktorý sa týka výhradne druhého a tretieho spôsobu experimentovania prostredníctvom agentových systémov. Agentové systémy sú vhodným nástrojom na experimentovanie v kyberpriestore.

Modelovacia a simulačná funkcia agentových systémov je v súčasnosti najprepracovanejšou formou využívania agentov v sociologickom skúmaní. Agentové systémy plnia funkciu modelov sociálnych systémov a/alebo simulačných modelov. Gilbert (Gilbert 2004) identifikoval šesť dimenzií, ktoré umožňujú dichotomicky diferencovať agentové modely z hľadiska ich charakteru. Rozlíšil modely na:

- **Abstraktné vs. Deskriptívne.** Modely sú diferencované podľa miery inkorporovania osobitých detailov modelovaného objektu. Abstraktný model je zameraný predovšetkým na pochopenie základných princípov dynamiky. Pracuje sa s ním na vyššej úrovni abstrakcie a idealizácie. Nemusí byť viazaný na konkrétne, časovo a priestorovo určené objekty. Deskriptívny model si vyžaduje väčšie množstvo údajov a informácií o modelovanom objekte. Poznanie modelovaného objektu je úplnejšie.

- **Umelé vs. Realistické modely.** Modely umelých spoločností slúžia na teoretické pochopenie procesov a javov v spoločnosti. Nemusí pritom existovať reálny objekt, ktorý by takémuto modelu zodpovedal. V týchto modeloch sa simulujú mechanizmy a procesy, ktoré majú vyššiu mieru všeobecnosti, kým v prípade realistických modelov sa pozornosť sústreďuje na simuláciu reálnych sociálnych problémov.
- **Pozitívne vs. Normatívne modely.** Diferenciácia vychádza zo vzťahu modelu k rozhodovacím procesom. Pozitívne modely slúžia skôr na deskriptívne a analytické účely ako pomoc pri pochopení sociálnych procesov, než ako nástroj poskytujúci určité odporúčania. Normatívne modely slúžia na formulovanie a podporu normatívnych odporúčaní pre rozhodovacie procesy a decíznu sféru.
- **Priestorové vs. Sieťové.** Modely sú diferencované na základe toho, či sú konštruované v prostredí, ktoré má konkrétnu geografiu alebo topografiu, alebo zodpovedajú topológii nejakej siete.
- **Modely s jednoduchým vs. Komplexným agentom.** Rozlišujú sa na základe úrovne zložitosti agenta, kde najjednoduchším agentom je agent, ktorý má definovanú množinu usporiadaných dvojíc stimul – akcia. Komplexní agenti disponujú kognitívnou architektúrou, ktorá im umožňuje predikovať budúce stavy väčších celkov, alebo zahrnúť do svojho konania určité sociálne znaky o iných agentoch.

Gilbertovo rozlíšenie agentových modelov vychádza z účelu a základných konštrukčných prvkov týchto modelov. V tejto štúdii je pozornosť zameraná na spôsob použitia agentov v sociologickom skúmaní. Multiagentové modely a simulácie môžu plniť celú škálu úloh v sociálno-vednom skúmaní. Axelrod (Axelrod 2003) uvádza sedem spôsobov, ktorými môžu byť tieto simulácie využívané. Podľa Axelroda je možné využívať agentové simulačné modely na 1. predikciu, 2. performáciu, 3. tréning, 4. zábavu, 5. testovanie a dokazovanie hypotéz a teórií, 6. objavovanie a 7. výchovu. Z Axelrodovej klasifikácie je možné odvodiť funkcie multiagentových modelov a simulácií vo vedeckom, špecificky sociologickom skúmaní, ktorými sú 1. prediktívna, 2. performatívna, 3. heuristická, 4. edukatívna, 5. verifikačná a 6. inštrumentálna funkcia.

Simulačné modely plniace funkciu predikcie umožňujú získavať informácie vo forme konzekvencií vyplývajúcich z mechanizmov zakomponovaných do modelu. Prediktívne modely si vyžadujú rozsiahle porozumenie skúmanému javu a obsiahle vstupné údaje, z ktorých v priebehu simulácie je možné odkryť určité možné budúce stavy alebo vývojové scenáre daného sociálneho systému. Funkcia performácie umožňuje prostredníctvom simulácie imitovať niektoré techniky, procesy alebo mechanizmy využívané jednotlivcami a skúmať ich limitácie a možnosti ich modifikácie. Performácia slúži na znázornenie a následné navrhovanie určitých techník a postupov.

Heuristická funkcia slúži na odhaľovanie sociálnych vzťahov, princípov dynamiky a riadiacich mechanizmov sociálnych systémov. Pomáha identifikovať skryté vplyvy a účinky predpokladaných mechanizmov prostredníctvom veľmi jednoduchých modelov.

Funkciu edukácie je možné vnímať v troch rovinách. Simulačný model plní funkciu trenažéru a simulátora, na ktorom je možné testovať a kultivovať určité zručnosti a schopnosti. Simulátory sú schopné dynamickej interaktívnej reprezentácie určitého prostredia. Multiagentové simulácie umožňujú rozvíjanie človeka v priestore virtuálnej reality, v jej interaktívnom dynamickom prostredí. Simulátor môže byť aj technikou získavania primárnych dát.

Verifikačná funkcia slúži na testovanie hypotéz a teoretických konštrukcií, ktoré nie je možné testovať empiricky. Je možné uskutočňovať tzv. existenčné dôkazy. Dôležitou skutočnosťou je, na ktorú poukazuje Schenk, že „simulácia môže empiricky validizovať teóriu len v tej miere, v akej je sama empiricky validná“. (Schenk 2007: 11) Inštrumentálna funkcia je určená na testovanie a rozvíjanie vlastného modelovania a zisťovanie vhodnosti modelov a postupov ABM a MAS.

Uvedené funkcie agentových systémov, ktoré môžu plniť v sociologickom skúmaní a ich doterajšie využívanie ukazujú, že systémy ABS a MAS boli využívané predovšetkým na simulovanie sociálnych javov, pričom už dnes existuje celý rad príkladov ich využitia aj na iné účely. V tejto súvislosti je vhodné poznamenať, že sociológia so svojou metodologickou výbavou a praxou má potenciál rozvinúť a obohatiť nielen svoje vlastné inštrumentárium, ale aj oblasť MAS a ABS. Špecificky sa ukazuje rozsiahly priestor v oblasti etiky získavania údajov z verejných a súkromných zdrojov a databáz. V blízkej budúcnosti bude nevyhnutné otvoriť niektoré etické otázky spojené s dolovaním dát z kyberpriestoru a ich využívanie na vedecké účely. Sociológia nesmie zostať bokom aktuálneho diskurzu o etike využívania dát nachádzajúcich sa v kyberpriestore. Rovnako nesmie tento novoutvorený priestor ignorovať, pretože je to priestor sociálny so špecifickou kultúrou. Je potrebné si uvedomiť, že agentové systémy riešia svojím charakterom celý rad etických problémov minulosti, ale otvárajú úplne nové problémy a otázky.

Prístup SPA a GMABS metodológia

Prístup využívajúci simulovaných a fyzických agentov (simulated and physical agents, SPA) a participatívna metodológia vytvorená z kombinácie multiagentového modelovania a prístupu hrania rolí (role-played games, RPG) označovaná ako GMABS (Games and Multi-Agent Based System Methodology) predstavujú z hľadiska vyššie uvedených funkcií agentových systémov špecifické prístupy, ktoré kombinujú jednotlivé funkcie. Predstavujú špecifické

metodologické stratégie agentových systémov v priestore sociálne vedných disciplín.

Agentové systémy SPA

Prístup SPA predstavuje integrovaný agentový rámec pre analýzu správania vo vnútri a medzi organizáciami, ktorý využíva dva typy agentov: simulovaných a fyzických⁴. Simulovaní agenti zachytávajú organizačnú štruktúru entít nachádzajúcich sa v určitom prostredí, pravidlá ich správania a simulujú ich interakcie. Fyzickí (reálni) agenti zabezpečujú komunikáciu, koordináciu a kolaboráciu s inými fyzickými (reálnymi) agentmi reprezentujúcimi ďalšie entity. Sú schopní interagovať s fyzickým prostredím. V doterajšej praxi SPA dominujú obchodné modely a agenti interagujú v ekonomickom prostredí, kde reálni agenti reprezentujú entity alebo organizácie v priestore trhu.

Zmyslom integrovaného prístupu SPA, ktorý vychádza z modelovania obchodných vzťahov, je simulácia a analýza vzájomných interakcií medzi organizáciami, ktorú uskutočňujú simulovaní agenti a poskytujú tak prostriedky pre rozhodovacie procesy fyzických agentov, ktorí zabezpečujú interakcie s prostredím. Simulovaní agenti podľa Lina a Lina (Lin – Lin 2006) využívajú informačné zdroje a analyzujú procesy participujúcich organizácií, kým fyzickí agenti interagujú v priestore organizačného informačného systému, z čoho vzniká určitá medziorganizačná štruktúra.

SPA ako integrovaný prístup umožňuje modelovať a analyzovať rozličné komponenty systému a ich správanie v dynamicky sa meniacom prostredí a súčasne s týmto prostredím interagovať a pôsobiť v ňom. Podľa zámeru môžu plniť systémy tohto typu viaceré funkcie súčasne, môžu zbierať informácie z prostredia a súčasne slúžiť ako model, na ktorom sa uskutočňuje experiment, prípadne slúži na experimentovanie vo virtuálnom i v reálnom prostredí.

Multiagentové systémy a RPG

Rozvoj agentových a multiagentových systémov a modelovania viedol k identifikácii určitých problémov, ktoré sa vzťahujú ku konštrukcii a identifikácii vzorcov správania vkladaných do agentov. Otázkou je, ako simulovať a konštruovať agentov tak, aby dobre reprezentovali reálne individua. Okrem riešení, ktoré ponúkajú rozličné validačné a kalibračné postupy a metódy, sa postupne rozvinula metodológia GMABS (Games and Multi-Agent Based Systems), ktorá vychádza zo spojenia oblastí MAS a RPG. Hranie rolí umožňuje identifikovať vzorce správania na individuálnej i na kolektívnej úrovni. Rovnako sa

⁴ Fyzický agenti sú v tomto prístupe chápaní ako skutočne fyzicky existujúci, alebo ako agenti, ktorí sú virtuálne reálni v zmysle vyššie uvedenej typológie. Môže ísť o agentov, ktorí predstavujú, resp. reálne reprezentujú určité entity alebo organizácie konštruované na báze umelej inteligencie komunikujúce s reálnym prostredím.

ukazuje ako vhodný nástroj identifikovania inštitucionálnych vzorcov správania. RPG modely, podobne ako multiagentové modely, sú schopné plniť rovnaké funkcie a významným spôsobom koexistovať, prípadne sa nachádzať v komplementárnom vzťahu.

Barreteau (Barreteau et al. 2001) identifikoval vzťah MAS a RPG vo forme spojeného poľa, ktoré je zložené z troch komponentov: 1. dizajn MAS, 2. dizajn hry a organizácie a 3. experimentálnej spätnej väzby, ktorú poskytuje RPG experiment modelom MAS. Barreteau nazera na RPG ako na „živý multiagentový systém“. (Barreteau et al. 2001)

Vzájomné sklbenie MAS a RPG vedie vo väčšine prípadov k dvom cyklickým procesom: 1. z pozorovaného sveta sú identifikované určité parametre a charakteristiky, ktoré sú následne formalizované a konceptualizované do podoby MAS, pričom MAS umožňuje simuláciu reálneho sveta. 2. cyklický proces prebieha podobne: Z charakteristík pozorovaného sveta je vytvorený model MAS, ktorý slúži ako prostredie na experimentovanie prostredníctvom RPG modelu a prostredníctvom RPG je možné získať informácie o procesoch a vzorcoch správania v reálnom svete.

Základný princíp, z ktorého RPG metodológia vychádza, je založený na skutočnosti, že prostredníctvom reálnych hráčov, je možné v kontrolovaných podmienkach laboratórneho experimentu, pri kontrolovaných askriptívnych rolách získať informácie pre analýzu individuálneho a kolektívneho správania. Barreteau (Barreteau 2003) vymedzuje základné ciele využívania RPG vo vedeckom skúmaní: testovanie teórií, poznávanie ľudského správania a testovanie inštitucionálnych vzorcov. MAS a RPG podľa neho pozostávajú z troch polí: 1. konceptuálneho modelu, 2. kontrolovaného experimentu a 3. poznávanej reality. V tejto súvislosti je nevyhnutné poukázať na d'Aquinov princíp samodizajnovania systému, ktorý tvrdí, že „čím je dizajn modelu endogénnejší, tým je nástroj vhodnejší“. (d'Aquino et al. 2003)

Barreteau (Barreteau 2003) klasifikoval možné vzťahy medzi multiagentovým modelom a modelom RPG na základe dvoch zložiek: podľa konceptuálneho modelu a súbežnosti užívania. V prvom prípade ide o skutočnosť, či je používaný jeden totožný konceptuálny model alebo ide o rozličné konceptuálne modely. V druhom prípade sa pracuje s tým, či modely pracujú simultánne a interaktívne, alebo sú synchronizované na časovej osi. Z čoho je možné zostaviť vzájomné vzťahy medzi modelom a hrou. (Tab. č. 2)

Na vzťahu medzi MAS a RPG vyrastá tzv. GMABS metodológia, ktorá podľa Adamattiovej (Adamatti et al. 2009) pozostáva zo šiestich krokov. V prvom kroku, sú hráči informovaní o svojej role, tzn. o konaní a pravidlách vzťahujúcich sa k ich role, ako aj o charaktere prostredia. Druhý krok pozostáva z troch rozličných činností: z individuálneho konania, bilaterálnej negociácie a z vytvárania kolektívnych stratégií. V treťom kroku sú údaje od hráčov

vložené a spracované multiagentovým systémom, následne v kroku štyri generuje MAS počiatočný scenár. Piaty krok predstavuje predloženie scenára hry hráčom. Posledný, šiesty krok predstavuje ukončenie a analýzu hry.

Tabuľka č. 2: Barreteauova klasifikácia vzťahov medzi modelom a hrou

	Rozličné konceptuálne modely		Rovnaký konceptuálny model
	Paralelné použitie	model ako herná podpora model ako súčasť hry hra ako premostenie medzi modelom a realitou	súťaženie
Použitie modelu a hry	Nadväzné použitie	hra ako nástroj porozumenia modelu	model opakujúci hru hra validujúca model model ako podpora herného dizajnu hra ako podpora modelového dizajnu vzájomná konštrukcia modelu a hry model ako miera

Zdroj: Barreteau 2003

V tejto práci nie je možné podrobnejšie opísať GMABS metodológiu, ale na základe uvedeného je možné vytvoriť aspoň určitú predstavu ako spojenie hier a MAS funguje. GMABS metodológia otvára celý rad nových možností pre aplikáciu agentových systémov v sociálnych vedách, sociológiu nevynímajúc. Netriviálnym spôsobom, na úrovni metodológie, prepája mikroúroveň individuálneho správania a konania, formovania stratégií a aliancií, negociácie s makroúrovňou systémovej dynamiky.

Záver

V tejto štúdii bola pozornosť sústredená na priestor aplikácie agentových systémov v sociologickom skúmaní. Ukazuje sa, že modelovanie a simulácia nie sú jediným spôsobom, akým môže sociológia využívať agentové systémy. Agentové a multiagentové systémy sú vzhľadom na svoj charakter vhodným nástrojom na skúmanie súčasných sociálnych fenoménov vyrastajúcich z využívania nových informačných a komunikačných technológií, ktoré vedú k premene charakteru súdobých spoločností. Vznik kyberpriestoru a kyberkultúry predstavuje metodologickú výzvu aj pre sociologické skúmanie.

Agentové systémy, ktoré sú schopné v reálnom čase spracovávať a vyhľadávať, či analyzovať celú škálu prejavov ľudí pripojených k sociálnym sieťam, uverejňujúcim informácie o sebe na internete alebo konajúcim prostredníctvom ICT, predstavujú významný sociologický nástroj novej generácie. Ako bolo uvedené vyššie, sú v tomto priestore schopné plniť evidenčné, exploračné a observačné funkcie. Otvárajú nové možnosti v oblasti sociálneho

experimentovania. Zároveň, si ale vyžadujú aj hlbšie zamyslenie na možnými etickými otázkami a problémami, ktoré prinášajú. Niektoré je možné riešiť technologickým rozvojom, k iným bude musieť sociológia zaujať určité stanovisko a na niektoré je možné aplikovať etické princípy, ktoré boli počas vývoja sociológie vypracované pre prácu s klasickými metódami a nástrojmi, a ktoré majú potenciál presiahnuť oblasť sociológie a difundovať do sféry kybernetiky alebo informatiky.

Agentové systémy sú metodologickým nástrojom, ktorý umožňuje a uľahčuje zvládanie komplexných fenoménov súčasných sociálnych systémov.

Marek Mathias je odborný asistent Katedry sociológie Filozofickej univerzity Trnavskej univerzity v Trnave. Dlhodobu sa venuje téme agentového a multiagentového modelovania v sociológii, ktoré bolo témou jeho dizertačnej práce. Okrem toho sa venuje štatistickým a matematickým metódam a ich aplikácii v sociológii. V súčasnosti sa ďalej venuje výskumu kultúrneho kapitálu a jeho vplyvu na úspešnosť v škole, štatistike kultúry a metodológii sociálnych vied, špecificky sociológii.

LITERATÚRA

- ADAMATTI, D. F. – SICHMAN, J. S. – COELHO, H., 2009: An Analysis of the Insertion of Virtual Players in GMABS Methodology Using the Vip-JogoMan Prototype. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation Vol. 12, No. 3. [dostupné na internete 18.09.2015] <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/3/7.html>
- AXELROD, R., 2003: Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences. In: Journal of the Japanese Society for Management Information Systems, Vol. 12, No. 3.
- BARABÁSI, A.-L., 2005: V pavučině síti. Praha: Paseka.
- BARRETEAU, O. – BOUSQUET, F. – ATTONATY, J.-M., 2001: Role-Playing Games for Opening the Black Box of Multi-Agent Systems: Method and Lessons of its Application to Senegal River Valley Irrigated Systems. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Vol. 4, No. 2. [dostupné na internete 18.09.2015] <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/4/2/5.html>
- BARRETEAU, O., 2003: The Joint use of Role-Playing Games and Models Regarding Negotiation Processes: Charakterization of Associations. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Vol. 6, No. 2. [dostupné na internete 18.09.2015] <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/3.html>
- BELL, D., 1976: The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting. Harmondsworth: Penguin.
- BELL, D., 1999: Kulturní rozpory kapitalismu. Praha: SLON.
- BURGIN, M. – DODIG-CRNKOVIĆ, G., 2009: A Systematic Approach to Artificial Agents. Computing Research Repository. <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0902/0902.3513.pdf>.

- CASTELLANI, B. – HAFFERTY, F. W., 2009: *Sociology and Complexity Science, A New Field of Inquiry*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- CASTELLS, M., 1989: *The Informational City*. Oxford: Blackwell Publishers.
- CASTELLS, M., 1997: *The Information Age: Economy, Society and Culture*. Volume II: *The Power of Identity*. Oxford: Blackwell Publishers.
- CASTELLS, M., 1998: *The Information Age: Economy, Society and Culture*. Volume III: *End of Millennium*. Oxford: Blackwell Publishers.
- CASTELLS, M., 2000: *The Information Age: Economy, Society and Culture*. Volume I: *The Rise of the Network Society*, 2nd ed.. Oxford: Blackwell Publishers.
- CASTELLS, M., 2001: *The Internet Galaxy: Reflections on the Internet, Business, and Society*. Oxford: Oxford University Press.
- ČADOVÁ, N., 2007: Alvin a Heidi Tofflerovi aneb cesta do budoucnosti. In: Šubrt, J. a kol.: *Soudobá sociologie I. Teoretické koncepce a jejich autoři*. Praha: Karolinum, s. 52-67.
- D'AQUINO, P. – LE PAGE, Ch. – BOUSQUET, F. – BAH, A., 2003: Using Self-Designed Role-Playing Games and a Multi-Agent System to Empower a Local Decision-Making Process for Land Use Management: The SelfCormas Experiment in Senegal. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* Vol. 6, No. 3. [dostupné na internetu 18.09.2015] <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/3/5.html>
- FONER, L. N., 1993: What's an Agent, Anyway? A Sociological Case Study. Agents Group, MIT Media Lab. [dostupné na internetu 22.08.2015] <http://www.student.nada.kth.se/kurser/kth/2D1381/JuliaHeavy.pdf>
- FONER, L. N., 1997: Entertaining Agents: A Sociological Case Study. In: AGENTS '97 Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agents, s. 122-129. [dostupné na internetu 22.08.2015] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.210.2279&rep=rep1&type=pdf>
- FRANKLIN, S. – GRAESSER, A., 1997: Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents In: *Intelligent Agents III Agent Theories, Architectures, and Languages*. Berlin – Heidelberg: Springer.
- GILBERT, N., 2004: *Agent-Based Social Simulation: Dealing with Complexity*. University of Surrey: Center for Research on Social Simulation. [dostupné na internetu 20.07.2015] <http://cress.soc.surrey.ac.uk/resources/ABSS%20-%20dealing%20with%20complexity-1-1.pdf>
- GILBERT, N., 2008: *Agent-Based Models*. Los Angeles: Sage Publications.
- GOLDSPINK, C., 2000: Modelling Social Systems as Complex: Towards a Social Simulation Meta-Model In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* Vol. 3, No. 2, [dostupné na internetu 20.07.2015] <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/3/2/1.html>.
- HUSÁKOVÁ, M., 2006: Agentově orientované modelování a simulace. [dostupné na internetu 20.11.2012] http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/lekarnicky/zt3/zt3_dokumenty/AgentModelSimul.pdf.
- JANSEN, J., 1996: Using Intelligent Agents to Enhance Search Engine Performance. In: *Firstmonday* No. 2/3 [dostupné na internetu 22.01.2011] <http://www.firstmonday.dk>.

- KELEMEN, J., 1994: Strojovia a agenty. Bratislava: Archa.
- KELEMEN, J., 2010: Myslenie a stroj. Bratislava: Kalligram.
- LÉVY, P., 2000: Kyberkultura. Zpráva pro Radu Evropy v rámci projektu „Nové technologie: Kulturní spolupráce a komunikace“. Praha: Karolinum.
- LIN, F.-R. – LIN, S.-M., 2006: Enhancing the Supply Chain Performance by Integrating Simulated and Physical Agents into Organizational Information Systems. In: Journal of Artificial Societies and Social Simulation, Vol. 9, No 4. [dostupné na internete 14.01.2014] <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/9/4/1.html>>.
- MARKOŠ, A. – KELEMEN, J., 2004: Berušky, andělé a stroje. Praha: Dokořán.
- SCHENK, J., 2007: Multiagentové modelovanie ako metodologická inovácia In: Filozofia, č. 9, s. 777-789.
- SCHENK, J., 2011: Metodologické problémy multiagentového modelovania v sociológii. Bratislava: Stimul.
- SCHWEITZER, F., 2007: Brownian Agents and Active Particles Collective Dynamics in the Natural and Social Sciences, Heidelberg – New York: Springer.
- ŠUBRT, J., 2008: Koncepcie sociální změny v pojetí Daniela Bella. In: Šubrt, J. a kol.: Soudobá sociologie III. Diagnózy soudobých společností. Praha: Karolinum, s. 23-44.
- TOFFLER, A. – TOFFLEROVÁ, H., 1996: Utváranie novej civilizácie. Politika tretej vlny. Bratislava: Open Windows.
- WOOLDRIDGE, M. J., 1999: Intelligent Agents In: Weiss, G. (ed.) Multiagent Systems, MIT Press. [dostupné na internete 20.07.2015] <http://www.cs.ox.ac.uk/people/michael.wooldridge/pubs/mas99.pdf>.
- WOOLDRIDGE, M. J. – JENNINGS, N. R., 1995: Intelligent Agents: Theory and Practice. In: Knowledge Engineering Review, 10(2), s. 115-152. [dostupné na internete 14.03.2008] <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/iag/IntellAgents.Wool.pdf>.