

JAKUB BIJAK

RECENZJA KSIĄŻKI BOGUMIŁA KAMIŃSKIEGO PT. „PODEJŚCIE  
WIELOAGENTOWE DO MODELOWANIA RYNKÓW. METODY  
I ZASTOSOWANIA”, WYDANEJ PRZEZ OFICYNĘ WYDAWNICZĄ SGH,  
WARSZAWA, 2012

Symulacje wieloagentowe zdobywają obecnie wielu zwolenników w naukach społecznych – nie tylko w ekonomii, lecz także w naukach politycznych, naukach o bezpieczeństwie i obronności, antropologii, etnografii, archeologii, socjologii, demografii, czy geografii ludności. Możliwości eksperymentowania komputerowego *in silico*, analizowania na tej podstawie mikropodstaw obserwowanych zjawisk, mechanizmów przyczynowych i sprzężeń zwrotnych, oraz formułowania nowych hipotez badawczych, pozwalają wyjść poza sztywne ramy wyznaczone przez modele czysto analityczne lub empiryczne. Elastyczność podejścia wieloagentowego pozwala wykorzystać wyniki modelowania na wiele niestandardowych sposobów: J. Epstein (2008) wymienia szesnaście zastosowań poza predykcją – od wyjaśniania zjawisk, przez opisywanie ich dynamiki, niepewności oraz sugerowanie analogii, po edukację opinii publicznej i „dyscyplinowanie dialogu politycznego”.

Z drugiej strony, w przypadku podejścia wieloagentowego istnieje spore ryzyko oderwania się budowanych modeli od rzeczywistości społecznej, którą mają opisywać. Aby temu zapobiec, konieczne jest poddanie procesu modelowania rygorom metody naukowej, takim jak stawianie i weryfikacja hipotez, zarówno ilościowych i jakościowych. Ponieważ metodologia badań wieloagentowych wciąż się rozwija, konieczne jest opracowanie szczegółowych technik pozwalających na analizowanie wyników budowanych modeli. To właśnie aspektom metodologicznym poświęcona jest w głównej mierze unikatowa na polskim rynku książka Bogumiła Kamińskiego, podsumowująca szereg badań prowadzonych przez autora w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie.

Książka podzielona jest na trzy części: koncepcyjno-metodologiczną (rozdziały 1–3), aplikacyjną (rozdziały 4–7), oraz uzupełnienia i dodatki. Rozdział 1 zawiera wprowadzenie do modelowania wieloagentowego, zilustrowane klasycznym modelem segregacji rasowej Schellinga oraz wybranymi modelami rynków. Poszczególne aspekty konstrukcji i badania własności symulacji wieloagentowych prezentowane są w rozdziale 2. Z punktu widzenia wkładu do literatury przedmiotu kluczowy jest rozdział 3, poświęcony oryginalnym, probabilistycznym metodom weryfikacji hipotez o wynikach modelowania. Szczególny nacisk kładziony jest na projektowa-

nie eksperymentów symulacyjnych oraz rolę *metamodeli* – głównie statystycznych modeli opisujących relacje między wejściami (parametrami) modelu symulacyjnego, a wybraną zmienną wyjściową.

W drugiej części książki prezentowane są kolejne etapy budowy wieloagentowego modelu rynku telekomunikacyjnego. Proces rozpoczyna prosty model duopolu (rozdział 4), który uogólniony zostaje następnie na przypadek z wieloma operatorami (rozdział 5). Najpełniejszy wariant modelu, zakładający dodatkowo heterogeniczność klientów (rozdział 6), opisywany jest z wykorzystaniem aparatu analitycznego zaproponowanego w pierwszej części. Podsumowanie i wnioski końcowe przedstawione są w rozdziale 7. Dodatki zawierają dyskusję dotyczącą implementacji i dokumentacji modeli wieloagentowych w świetle standardu ODD – *Overview, Design concepts, Details* (dodatek A), kody programów w językach R i Java dla wybranych symulacji (dodatek B), oraz szczegółowe wyniki modelowania (dodatki C–E).

Cytowana literatura jest bardzo bogata, zwłaszcza w odniesieniu do prac z dziedziny badań operacyjnych. Pewien niedosyt pozostawia natomiast dyskusja statystycznych metod metamodelowania (s. 90), pomijająca główny nurt bayesowskiego opisu i analizy *źródeł* niepewności w modelach złożonych. Wspomniany w pracy *kriging* zainspirował dynamiczny rozwój *emulatorów* (metamodeli) stochastycznych opartych na procesach gaussowskich. Czołowe prace z tego nurtu, powstałe w zespole A. O’Hagana (Kennedy i O’Hagan, 2001; Oakley i O’Hagan, 2002), poruszają takie kwestie, jak analiza niepewności i wrażliwości, kalibracja statystyczna, czy problem niedopasowania modelu symulacyjnego do rzeczywistości (*model discrepancy/inadequacy*). Równolegle rozwijały się takie techniki, jak metoda scalenia bayesowskiego (*Bayesian melding*, Poole i Raftery, 2000, z późniejszymi uogólnieniami), czy liniowe podejście bayesowskie (*Bayes linear approach*, Vernon i in., 2010). W tym ostatnim przypadku, metody tzw. dopasowywania historii (*history matching*) pozwalają na systematyczne przeszukiwanie przestrzeni parametrów modelu.

W książce zwraca uwagę bardzo staranne opracowanie redakcyjne. Notacja matematyczna jest spójna i drobiazgową, a lapsusy językowe są wyłącznie incydentalne. Większość książki jest napisana przystępnym językiem; jedynie w metodologicznej sekcji 3.2 prezentacja jest mocno skondensowana i wymaga bardzo uważnej lektury. W tym przypadku, czytelnicy niespecjalizujący się w rachunku prawdopodobieństwa skorzystaliby niewątpliwie z bardziej intuicyjnej dyskusji dotyczącej wprowadzanych pojęć i dowodzonych twierdzeń.

Niezależnie od wspomnianych detali, rola książki Bogumiła Kamińskiego na polskim rynku naukowym jest nie do przecenienia. Walory edukacyjne, zwłaszcza pierwszej części, oraz precyzja opisu sprawiają, że tekst może stanowić ogólne wprowadzenie do problematyki modelowania wieloagentowego dla szerszej grupy czytelników. Oryginalny wkład autora w obszarze testowania hipotez aż prosi się o publikację w formie artykułu w renomowanym czasopiśmie międzynarodowym. Książka jest tego warta: tylko poprzez rozwój rygorystycznych metod analiz wyników

---

modeli można sprawić, że podejście wieloagentowe będzie w pełni mogło – cytując J. Epsteina (2008) – „propagować naukowe nawyki umysłu”.

## LITERATURA

- Epstein J., (2008), Why Model? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 11 (4), 12, <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/4/12.html>.
- Kennedy M., O’Hagan A., (2001), Bayesian Calibration of Computer Models, *Journal of the Royal Statistical Society B*, 63 (3), 425–464.
- Oakley J., O’Hagan A., (2002), Bayesian Inference for the Uncertainty Distribution of Computer Model Outputs, *Biometrika*, 89 (4), 769–784.
- Poole D., Raftery A. E., (2000), Inference for Deterministic Simulation Models: The Bayesian Melding Approach, *Journal of the American Statistical Association*, 95 (452), 1244–1255.
- Vernon I., Goldstein M., Bower R. G., (2010), Galaxy Formation: a Bayesian Uncertainty Analysis, *Bayesian Analysis*, 5 (4), 619–670; dyskusja, 671–708.

*Jakub Bijak – University of Southampton*

