

Martina Pivoňková - *Dynamické epistemické logiky*

Oponentský posudok k diplomovej práci

Mgr. Igor Sedlár, PhD.  
Katedra logiky a metodológie vied  
Univerzita Komenského v Bratislave

Ťažiskom predloženej diplomovej práce s trocha všeobecným názvom je skúmanie slabých systémov logiky verejného vyhlásenia (public announcement logic). Zvolená téma nepatrí v rámci epistemickej logiky medzi najmodnejšie, no isto nie medzi nezaujímavé. Už preto som vznik oponovanej práce vítal ako príležitosť prispieť do súčasnej epistemickej logiky originálnym a zaujímavým príspevkom. Musím povedať, že predložená práca vôbec nesklamala, ba naopak.

Práca je napísaná veľmi zrozumiteľne a s primeraným dôrazom na detaily. Obsahuje originálne výsledky a čitateľovi ponúka zaujímavé otvorené problémy. Výborný dojem iba občas naruší príležitostný preklep. V nasledujúcom texte sa pristavím pri jednotlivých častiach práce.

Po úvode (kapitola 1) nasleduje štandardný výklad multiagentnej epistemickej logiky (kapitola 2), založený na špičkových učebniciach. Autorka predstavuje syntax, sémantiku a axiomatiku normálnych modálnych logík, uvádza epistemickú interpretáciu ich jazyka a sémantiky, doplnenú aj o multimodálne verzie. Kapitola končí prehľadom epistemických logík s pojmom spoločného poznania (common knowledge). K textu kapitoly mám niekoľko menších pripomienok. Po prvé, interpretovať axiómu (K) ako „poznatie všetkých logických dôsledkov [agentových] poznatkov“ (s. 10) je síce rozšírené, ale nie celkom presné. To, že  $\varphi$  implikuje  $\psi$ , neznamená, že  $\psi$  je logickým dôsledkom  $\varphi$ . Dôležité navyše je, že agent *vie*, že platí  $\varphi \rightarrow \psi$ . Presnejšie čítanie axiomy (K): „Poznanie je uzavreté na poznané implikácie“. Po druhé, meno axiomy (D), ako aj príslušného systému, nepochádza zo slova „diamond“ (s. 11, poznámka), ale zo slova „deontic“ (viď. Hughes and Cresswell: *A New Introduction to Modal Logic*, Routledge 1996, s. 43). Systém D je známy aj ako základný systém deontickej logiky. Po tretie, dôkaz schémy (C1) z Definície 2.9 v rámci systémov z Definície 2.11 (s. 19) nie je v poriadku. Z axiomy (C) dostaneme pomocou pravidla (RC) iba tautológiu  $C_G\varphi \rightarrow C_G\varphi$ , nie schému  $C_G\varphi \rightarrow C_G\psi$ , ako podľa autorky. Navyše, ak by v daných systémoch bola schéma  $C_G\varphi \rightarrow C_G\psi$  skutočne dokázateľná, zjavne by neboli korektné.

Nasleduje výklad najznámejšej logiky verejného vyhlásenia, teda dynamického rozšírenia  $S5_n$  (kapitola 3). Ide opäť o štandardný výklad a nasleduje niekoľko pripomienok. Po prvé, dôkaz skutočnosti, že  $[p]K_a q$  a  $K_a[p]q$  nie sú ekvivalentné (s. 26) nie je v poriadku (no pravdepodobne ide iba o preklep v popise príslušného modelu). Formula  $[p]K_a q$  nie je v bode  $s$  pravdivá. Po druhé, autorka priznáva, že jej nie sú známe ďalšie výsledky, týkajúce sa syntaktickej charakterizácie tzv. úspešných formúl (s. 31). Pre doplnenie, zaujímavé výsledky boli publikované v práci W. Holliday and T. Icard, „Morean Phenomena in Epistemic Logic“, In *Advances in Modal Logic*, vol. 8, College Publications, 2010.

Kapitolou 4 začína hlavná časť práce, teda skúmanie dynamických rozšírení logík slabších než  $S5_n$ . V spomínanej kapitole sa autorka venuje rozšíreniam systémov  $K_n$ ,  $K4_n$  a  $K45_n$ . Ide teda o systémy, v ktorých je axióma (T)  $K_i \varphi \rightarrow \varphi$  vypustená bez náhrady, a v ktorých sú operátory  $K_i$  lepšie interpretované ako presvedčenie než ako poznanie. Autorka vychádza z pozorovania známeho z literatúry, podľa ktorého by sa pravdivostné podmienky formúl s verejným vyhlásením  $[\varphi]\psi$  v rámci sémantiky pre tieto slabšie systémy mali opierať o redukciu relácií dosiahnuteľnosti, nie o redukciu domény príslušného modelu. Treba však zdôrazniť, že autorka toto pozorovanie detailne rozpracúva a ponúka axiomatizácie príslušných systémov s verejným vyhlásením ako aj axiomatizácie, v ktorých navyše vystupuje aj operátor spoločného poznania. Autorka navyše pridáva všeobecnú definíciu úspešných formúl. K tejto vydarenej kapitole mám iba jednu otázku (treba ju chápať ako námet na ďalšie premýšľanie). V rámci  $S5_n^{PAC}$  platí, že  $\varphi$  je úspešná (teda  $[\varphi]\varphi$  je platná v príslušnej triede štruktúr) práve vtedy, keď je platná  $\varphi \rightarrow [\varphi]C_A\varphi$ . Ide teda o akúsi sémantickú charakterizáciu úspešných formúl  $\varphi$  pomocou formuly obsahujúcej  $C_A\varphi$ . Dali by sa nejakou podobne charakterizovať aj úspešné formule v rámci slabších systémov?

V piatej kapitole sa autorka venuje dynamickým rozšíreniam systémov, v ktorých bola axióma (T) nahradená axiómou (D)  $\neg K_i \perp$ . Diplomantka zaujímavým spôsobom uvádza dôležitý problém, ktorému čelia pokusy o dynamické rozšírenie takýchto systémov, a ponúka dve parciálne riešenia, ktoré sa sčasti opierajú o literatúru. Autorka uvádza dve definície pravdivostných podmienok formúl  $[\varphi]\psi$  s verejným vyhlásením a dokazuje, že pre každý systém s axiómou (D), ktoré ju v práci zaujímajú, je vhodná aspoň jedna spomedzi ponúknutých definícií. Dá sa teda povedať, že na sémantickej úrovni načrtnutý problém uspokojivo rieši. (Nájdenie spoločnej definície pre všetky systémy z práce môžeme pokladať za zaujímavý otvorený problém.) Autorka ďalej priznáva, že sa jej nepodarilo nájsť axiomatizáciu pre dynamické rozšírenia systémov s (D). Toto však nevnímam ako vážne

zlyhanie, skôr ako ďalší zaujímavý otvorený problém, ktorý práca otvára. (Vzhľadom na súčasný trend, v rámci ktorého sa axiomatizáciám neprikladá rozhodujúca úloha, je tento problém možné hodnotiť ako zaujímavý, no nie zásadný.) K piatej kapitole tak nemám vážnejšie výhrady.

V šiestej kapitole autorka ponúka detailné dôkazy úplnosti pre axiomatizované systémy, ktoré predstavila v predchádzajúcich kapitolách práce. Opiera sa pritom o techniky známe z literatúry, ktoré prispôsobuje slabším systémom. K dôkazom nemám kritické výhrady. V poslednej kapitole 7 autorka stručne sumarizuje témy a výsledky predchádzajúcich kapitol.

Predloženú prácu hodnotím pozitívne, pokladám ju za zaujímavú, originálnu a kvalitnú. Za centrálny pôvodný výsledok, hodný samostatného publikovania vo vhodnom vedeckom časopise, pokladám najmä formuláciu systémov  $K_n^{\text{PAC}}$ ,  $K4_n^{\text{PAC}}$ ,  $K45_n^{\text{PAC}}$  a ich sémantiky, spolu s dôkazmi príslušných viet o úplnosti. Z textu záveru práce vyplýva, že autorke sa nepodarilo dosiahnuť všetky vytýčené ciele. To svedčí skôr o vysokých ambíciách, než o nízkych výkonoch. Navyše, predložená práca môže slúžiť ako kvalitné východisko ďalších skúmaní. Záverom, predložená diplomová práca spĺňa všetky relevantné kritériá a vzhľadom na jej kvalitu ju hodnotím známku 1 (výborne).

Bratislava  
14.9.2012