

Recenzja rozprawy habilitacyjnej
Ilościowe własności systemów z bogatą strukturą stanów
doktora Łukasza Kaisera

Na rozprawę habilitacyjną doktora Łukasza Kaisera składa się 6 prac:

- A. *Model checking games for the quantitative μ -calculus*; współautorzy Diana Fischer i Erich Graedel;
- B. *Model Checking the Quantitative μ -Calculus on Linear Hybrid Systems*; współautor Diana Fischer;
- C. *New algorithm for weak monadic second-order logic on inductive structures*; współautor Tobias Ganzow;
- D. *Synthesis for structure rewriting systems*;
- E. *A Counting Logic for Structure Transition Systems* współautor Simon Lessenich;
- F. *First-order logic with counting for general game playing*; współautor Łukasz Stafiniak;

Praca [A] została opublikowana w dobrym czasopiśmie Theory of Computing Systems. Prace [C] i [E] opublikowano na konferencji Computer Science Logic, zaś pracę [D] na konferencji Mathematical Foundations of Computer Science. Obie te konferencje mają status przyzwoitych ale nie bardzo prestiżowych. Praca [B] opublikowana była w przyzwoitym (ale znów nie wybitnym) czasopiśmie Logical Methods in Computer Science. Wreszcie pracę [F] opublikowano na konferencji AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-11). W rankingu serwisu Microsoft Academic Search jest to jedna z dwóch najlepszych konferencji ze sztucznej inteligencji (na 361 klasyfikowanych).

Praca [A] jest według Google Scholar cytowana niecałe 20 razy (nie licząc autocytowań), praca [C] 2 razy, zaś prace [B] (a dokładniej, jej wcześniejsza konferencyjna wersja), [D], [E] i [F] po razie (ponownie nie licząc autocytowań).

Omówienie prac składających się na rozprawę.

Podstawowym logicznym narzędziem specyfikacji i weryfikacji systemów jest rachunek μ . Ciężar jaki stanowi jego nieintuicyjna składnia jest możliwy do zniesienia dzięki eleganckim związkom między semantyką tego rachunku a szalenie intuicyjnym pojęciem gier parzystości.

Wspólną wadą wszystkich głównych narzędzi specyfikacji i weryfikacji (oprócz rachunku μ mamy tu na myśli różne logiki modalne i temporalne, typu LTL albo CTL) jest fakt, że opisują one jedynie zjawiska jakościowe. Potrafią wyrazić własność, że automat do kawy wyda w końcu kawę, ale nie nadają się ani do dyskusji o tym ile będziemy na tę kawę czekać ani na ile kubeczek z kawą będzie pełny.

Od pewnego czasu podejmuje się próby rozszerzenia języka (języków) logiki w informatyce o możliwość wyrażenia własności ilościowych. Do tego nurtu należą trzy z sześciu składających się na rozprawę prac: [A], [B] i [E].

Główna definicja w pracy [A] (definicja ilościowego rachunku μ) jest inspirowana podobnym pojęciem z wcześniejszej pracy de Alfaro, Faella i Stoelinga i stanowi rozszerzenie pojęcia wprowadzonego przez tych autorów.

Techniczna zawartość pracy [A] to badanie do jakiego stopnia znane, stosunkowo dobrze przebadane i elegancko związki między (jakościowym) rachunkiem μ a grami parzystości przeżywają w nowym kontekście. Praca jest technicznie nietrywialna i jestem daleki od tego aby rozumieć ją w szczegółach.

Praca [B] jest kontynuacją [A] (w szczególności zbiór autorów [B] jest podzbiorem zbioru autorów [A]) i pokazuje się w niej rozstrzygalność (w egzotycznym czasie 8EXPTIME) problemu model-checkingu dla (pewnej wersji) rozważanej w [A] logiki. Praca – podobnie jak [A] jest technicznie bardzo skomplikowana.

W pewnym sensie kontynuacją [A] i [B] jest również praca [E]. Rozważa się tu modyfikację rachunku z prac [A] i [B] polegającą na dodaniu możliwości liczenia obiektów, przy pomocy pewnego rodzaju monadycznych termów drugiego rzędu. Pokazuje się rozstrzygalność model-checkingu dla tej nowej logiki na nieskończonych strukturach będących grafami konfiguracji automatu ze stosem.

W pracy [D] rozważa się gry w przepisywanie grafów – reguły gry opisywane są poprzez pewne reguły przepisywania (podobne jak w *term rewriting*), gracze robią ruchy na zmianę, dążąc do tego, aby w uzyskanym w ten sposób ciągu grafów pewna ustalona formuła była prawdziwa (lub fałszywa). Formuła ta jest wyrażona w języku będącym kombinacją μ -rachunku i monadycznej logiki drugiego rzędu. Autor pokazuje tu, że problem istnienia strategii wygrywającej dla pierwszego gracza w takich grach jest rozstrzygalny jeśli ograniczymy się do grafów o *bounded tree width*. To nie jest wynik zaskakujący – jak się chwilę pomyśli, to widać, że w dowodzie będzie się korzystać z tego wszystkiego czego nauczył nas Bruno Cuurcelle. Ale pokonanie różnych technicznych trudności które się przy okazji pojawiają nie jest łatwe (praca, razem z dodatkami w których są dowody, ma około 20 stron). Od strony motywacji praca ta jest o tyle zbliżona do tematyki prac [A], [B] i [E], że dwuosobowe gry rozgrywane na najróżniejszych strukturach, w których to grach celem jednego z graczy jest spełnienie formuły („specyfikacji”), są od 25 lat tradycyjnym sposobem wyobrażania sobie scenariusza w którym weryfikuje się zachowanie systemu zanurzonego w nieprzewidywalnym środowisku.

W pracy [C] przedstawia się dowód rozstrzygalności problemu model-checkingu dla słabej logiki monadycznej na pewnym uogólnieniu drzew nieskończonych (na „strukturach induktywnych”). Oryginalność tej pracy polega nie na samym twierdzeniu, które wynika z wcześniej znanych, lecz na użyciu niestandardowej metody: od czasów Rabina przyjęło się że wszelkie dowody rozstrzygalności podobnych twierdzeń zaczynają się od tłumaczenia sprawdzanej własności na odpowiedni automat, a w omawianej pracy unika się tego kroku. Jako bonus pokazuje się rozstrzygalność logiki MSO+U („z kwantyfikatorem nieograniczoności”) dla pewnego szczególnego

przypadku. Nie mam jednak poczucia, że mamy tu do czynienia z ciekawym wynikiem – mam wrażenie że autorzy przycięli sobie założenia do tego co im akurat wychodzi z metody. Ale inny recenzent, ojciec MSO+U, pewnie będzie się mógł tu wypowiedzieć bardziej autorytatywnie.

Podobnie jak prace [A] i [B] również prace [C] – [F] są obszerne a rozumowania są technicznie nietrywialne. Odstępstwem od tej reguły jest natomiast praca [E], która ma 6 stron i nie ma w niej nic bardzo trudnego. Stanowi ona pomysłową próbę wykorzystania kompetencji habilitanta w dziedzinie dwuosobowych gier będących abstrakcją interakcji między systemem a środowiskiem w kontekście badanego w sztucznej inteligencji problemu *general game playing*. Praca ta, której częścią jest implementacja, dobrze świadczy o pomysłowości i o szerokości horyzontów habilitanta.

Ocena rozprawy habilitacyjnej.

Silną stroną rozprawy habilitacyjnej jest techniczne zaawansowanie i kompetencja autora. Robi wrażenie swoboda z jaką posługuje się – na głębokim technicznym poziomie – mnóstwem pojęć które bardzo znacznie wykraczają poza kanoniczny tuzin podstawowych metod i narzędzi. Ta kompetencja nie jest zresztą dla mnie niespodzianką. Wiele razy, jako członek komitetów programowych konferencji, prosiłem Łukasza o zrecenzowanie różnych zgłoszonych prac i zawsze otrzymawszy recenzję byłem pod wrażeniem jego wnikliwości i wiedzy.

Z drugiej jednak strony, żeby wskazać i na słabszą stronę rozprawy (a uwaga ta dotyczy chyba również pozostałej części dorobku), wydaje mi się dziwne że tak głębokie techniczne prace tak kompetentnego autora mają relatywnie niewielki *impact*. Ani cytowalność tych prac, ani miejsca publikacji, nie są rewelacyjne. A ja bym tu oczekiwał więcej niż tylko cytowalności i doskonałych konferencji – ja bym oczekiwał że ktoś o takiej wiedzy, wyobraźni i potencjale, kto w dodatku dojrzał w silnym środowisku naukowym, że ktoś taki będzie wytyczał drogi. Jeśli miałbym poszukiwać przyczyn tego niewielkiego *impactu* to moja główna hipoteza dotyczyłaby manieri w jakiej pisane są prace habilitanta. Właściwie w żadnej z nich nie ma porządnego wstępu, w którym wyjaśniałoby się w zrozumiały sposób jakie wyniki uzyskano w pracy i (najlepiej z przykładami) jaka jest motywacja dla poszukiwania tych wyników. Być może na przykład różnica między rachunkiem z pracy [E] a tym z prac [A] i [B] jest z jakiegoś powodu istotna. Ale ja nie znam tego powodu, i to nie jest moja wina że go nie znam, tylko autora tych prac, bo ja go chciałem poznać, a on mi nie chciał o nim opowiedzieć.

Porządna trudna praca z (szeroko pojętej) matematyki powinna być napisana w sposób umożliwiający czytanie na różnych poziomach szczegółowości. Czytelnik który chce rzucić okiem na zasadniczy sens twierdzeń i użytych w dowodach metod powinien móc to uczynić bez przegryzania się przez wszystkie szczegóły. Prace habilitanta nie oferują takich różnych poziomów i sprawiają wrażenie pisanych z myślą jedynie o tych najbardziej oddanych czytelnikach. W ten sposób można pisać dla wąskiego grona przyjaciół, ale mnie się zdaje, że autor traci w ten sposób szansę na szersze rozpropagowanie efektów swojego wysiłku intelektualnego.

Pozostały dorobek habilitanta.

Oprócz prac zawartych w rozprawie habilitacyjnej na dorobek habilitanta składa się ponad dwadzieścia publikacji czasopismowych i konferencyjnych. Ich jakość, sądząc bo przesłankach bibliograficznych (cytowania, miejsca publikacji), odpowiada mniej więcej jakości publikacji skła-

dających się na rozprawę. Na uwagę zasługuje potężna lista współautorów – według DBLP habilitant pisał prace łącznie z 15 współautorami. W liczbie tej znajdują się bardzo znani w środowisku uczeni starszego pokolenia (Wolfgang Thomas), średniego pokolenia (Erich Grädel) i młode gwiazdy (np. Vince Barany). Mnie na tej liście najbardziej imponują trzy prace wspólne z Alexandrem Rabinovichem, o którym wiem, że poważnie traktuje matematykę.

Uwaga na temat autoreferatu.

Nie potrafię się tu powstrzymać od napisania, że bardzo mnie rozczarował sposób w jaki habilitant przygotował swój autoreferat. Jak napisałem powyżej, prace składające się na rozprawę habilitacyjną są trudne i techniczne. Liczyłem że autoreferat będzie stanowił po nich przewodnik. Że autor skorzysta z okazji, popatrzy wstecz i napisze mi w ludzkim, intuicyjnym języku, z jakimiś przykładami, o czym te prace właściwie są. Że dostarczy mi klucz do ich sensu.

Nic takiego nie nastąpiło. Dostałem listę definicji, które potrafię sobie sam odszukać w publikacjach. Listę tym bardziej nieczytelną, że trzykrotnie w autoreferacie użyto tej samej przestrzeni nazw: do numeracji prac składających się na rozprawę, do numeracji cytowanej bibliografii i do numeracji prac składających się na pozostały dorobek (to znaczy np. napis [2] może tam znaczyć trzy różne rzeczy).

Konkluzja

Jak wynika z powyższych rozważań, rozprawa habilitacyjna doktora Łukasza Kaisera z łatwością i z nadmiarem spełnia – w przekonaniu recenzenta – zwyczajowe wymogi oraz warunki nakładane przez Ustawę o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym. Podobnie, wymogi te i warunki spełnione są przez pozostały dorobek habilitanta. Dlatego bez żadnych wątpliwości wnioskuję o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego.

Jerzy Marcinkowski

