

Ocena rozprawy habilitacyjnej dr. Łukasza Kaisera

ILOŚCIOWE WŁASNOŚCI SYSTEMÓW Z BOGATĄ STRUKTURĄ STANÓW

1 Rozprawa habilitacyjna

W skład rozprawy habilitacyjnej dr. Łukasza Kaisera wchodzi sześć prac (z czego dwie ukazały się w czasopiśmie, a cztery w materiałach konferencyjnych) opublikowanych w latach 2009-2012:

[1] Model Checking Games for the Quantitative μ -Calculus

QTS (Quantitative Transaction System) to etykietowany system transakcyjny, w którym predykaty przyjmują wartości liczbowe (lub ∞) a przejścia mogą być obciążane kosztami. W pracy [1] zaprezentowano $Q\mu$ – rozszerzenie modalnego rachunku μ pozwalające na wyrażanie własności ilościowych tak zdefiniowanych systemów.

Podejście zaprezentowane w pracy nie jest nowe: jest to modyfikacja, występującego wcześniej w literaturze, rozszerzenia modalnego rachunku μ . Jedną ze zmian (w stosunku do rozszerzanego podejścia) jest wprowadzenie operatora negacji. Autorzy pracy wykazują, że wprowadzony przez nich operator jest jedynym operatorem spełniającym pewne naturalne postulaty.

Głównym wynikiem [1] jest zdefiniowanie gier służących do ustalania wartości formuł $Q\mu$ w QTS. Te ilościowe gry parzystości rozszerzają klasyczne gry parzystości i pozostają w ścisłym związku z zaprezentowaną w pracy logiką: zarówno wartości formuł $Q\mu$ mogą być zdefiniowane przy pomocy wartości ilościowych gier parzystości, jak i wartości tych gier mogą być opisane przy pomocy formuł $Q\mu$ w odpowiadającej grze strukturze.

Choć praca [1] ukazała się w roku 2010, to jest ona pełną wersją pracy konferencyjnej (STACS 2008). Według WoS praca wchodząca w skład habilitacji ma jedno cytowanie (własne) a jej wersja konferencyjna trzy.

[2] Model Checking the Quantitative μ -calculus on Linear Hybrid Systems

Systemy hybrydowe to modyfikacja QTS z pracy [1], polegająca na wzbogaceniu struktury systemu o ustaloną liczbę zmiennych. Wartości zmiennych zmieniają się wraz z upływem czasu, a przejście w systemie dozwolone jest pod warunkiem przynależności wartości zmiennych do (skojarzonych z przejściem) przedziałów.

Dalsze ograniczenia narzucone na rozważane w pracy systemy to: zmienne zmieniają się ze stałą (zależną od stanu) prędkością, oraz zmiana prędkości zmian (przy przejściu do innego stanu) powoduje wyzerowanie zmiennej. Dla tak zdefiniowanych systemów autorzy prezentują odpowiadającą im wersję $Q\mu$.

Głównym wynikiem pracy jest konstrukcja algorytmu pozwalającego na obliczenie przybliżonej wartości formuł w, tak ograniczonych, systemach hybrydowych. Dowód

tego wyniku to ciąg redukcji kończący się na obliczaniu wartości gier parzystości z licznikami (które zostały zanalizowane w innej pracy habilitanta).

Praca, opublikowana w roku 2012, nie posiada cytowań.

[3] New Algorithm for Weak Monadic Second-Order Logic on Inductive Structures

Pojęcie *rozłącznej sumy z połączeniami* rozszerza pojęcie rozłącznej sumy struktur relacyjnych poprzez wprowadzenie możliwości definiowania dodatkowych krotek w relacjach. Przynależność nowych krotek do relacji zależy może jednak wyłącznie od sumandów z których pochodzą jej elementy, a nie od konkretnych elementów.

Taka definicja pozwala na formowanie, używając stałych których rolę pełnią struktury relacyjne, strukturalnych układów równań. Struktury indukcyjne otrzymuje się z minimalnych punktów stałych odwzorowań zdefiniowanych poprzez takie układy równań.

Praca prezentuje algorytm "model-checking" dla WMSO na strukturach indukcyjnych (zadanych przy pomocy układów równań je definiujących). Algorytm rozkłada formułę ze względu na produkt, a następnie weryfikuje ją używając analizy gry opartej na danym systemie.

Praca pochodzi z 2010 roku i posiada jedno cytowanie.

[4] Synthesis for Structure Rewriting Systems

Przepisywanie struktur relacyjnych polega na sukcesywnym zastępowaniu, zgodnie z regułami przepisywania, ich podstruktur. W pracy analizowane są systemy przepisyjące struktur spełniające warunki separowalności: każdy element struktury wchodzi w skład co najwyżej jednej krotki występującej w relacji nieterminalnej, oraz lewa strona każdej produkcji składa się ze struktury relacyjnej w której co najwyżej jedna relacja zawiera co najwyżej jedną krotkę. Co więcej przepisywanie dla struktur odbywa się poprzez globalne aplikacje reguł przepisywania: reguła stosowana jest jednocześnie we wszystkich miejscach w których może być dopasowana.

Dla tak zdefiniowanych przepisywań zdefiniowana jest gra w której dwóch graczy wybiera kolejne produkcje do zastosowania. Cel gry określony jest przy pomocy MSO na strukturze będącej granicą gry, lub przy pomocy L_{μ} [MSO] na ciągu struktur wyprodukowanych w trakcie gry.

Głównym wynikiem pracy jest wykazanie rozstrzygalności tych gier, oraz konstrukcja strategii dla gracza wygrywającego. Dowód przeprowadzony jest przez redukcję do drzew a następnie do słów.

Praca pochodzi z 2009 roku i posiada jedno cytowanie.

[5] A Counting Logic for Structure Transitions Systems

Praca wprowadza pojęcie strukturalnego systemu przejść (STS) który jest zdefiniowany jako etykietowany model Kripkego wzbogacony o mapowanie przyporządkowujące wierzchołkom skończone struktury relacyjne o ustalonej sygnaturze. Odpowiednio zdefinio-

wane STS modelować mogą automaty ze stosem, maszyny Turinga, systemy przepisывania termów i wiele innych systemów.

Dla tak zdefiniowanych systemów wprowadzona jest logika $Q\mu[\#\text{MSO}]$: $\#\text{MSO}$ pozwala na zliczanie ewaluacji spełniających formuły MSO w strukturach relacyjnych przyporządkowanych wierzchołkom, a logika $Q\mu$ pochodzi z [1].

Głównym wynikiem pracy jest twierdzenie mówiące, że wartości formuł logicznych $Q\mu[\#\text{MSO}]$ mogą być wyliczone dla STS wygenerowanych przez *tree-producing-pushdown-systems* (uogólnienie zarówno systemów generowanych przez automaty ze stosem, jak i wariantu gramatyk dla drzew podobnych do rozważanych w [4]).

Praca nie jest indeksowana w WoS.

[6] First-Order Logic With Counting for General Game Playing

GGP (General Game Playing) polega na rozgrywaniu gier zdefiniowanych w GDL (Game Description Language). Gracz GGP otrzymuje zasady gry, a następnie rozgrywa partię według tych zasad. Od roku 2005 (w ramach konferencji AAAI) odbywają się coroczne zawody GGP.

Język GDL jest oparty na języku Datalog. W pracy [6] zaproponowano nowy formalizm służący do opisu zarówno reguł gry jak i funkcji celu: gry prezentowane są jako systemy przepisывania struktur, a dozwolone ruchy definiowane są przy pomocy formuł FO. Funkcja celu dla każdego z graczy zdefiniowana jest również w oparciu o formuły FO.

Praca zawiera dwa, oparte na nowym formalizmie, modele heurystyk pozwalające na tworzenie programów grających w niektóre z powyżej zdefiniowanych gier. Heurystyki te zostały zaimplementowane i przetestowane w grach przeciwko graczowi GGP o nazwie FluxPlayer. W większości przypadków FluxPlayer przegrał z systemem opartym na pracy [6].

Praca nie jest indeksowana w WoS.

2 Opinia o rozprawie

Wyniki zawarte w rozprawie dotyczą badania, szeroko pojętych, własności ilościowych temporalnych systemów relacyjnych.

Historia badań logik temporalnych sięga lat pięćdziesiątych XX wieku i wyników Prior'a. Rachunek μ został zaproponowany na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych przez Scott i de Baker'a, a rozwinięty do postaci używanej dzisiaj przez Kozen'a.

Modalny rachunek μ to logika modalna wzbogacona o operatory największego i najmniejszego punktu stałego. Część logik używanych w rozprawie habilitacyjnej to właśnie rozszerzenia modalnego rachunku μ . W pracy [1] modalny rachunek μ jest rozszerzony o możliwość wyrażania własności ilościowych. Rozszerzeniu, oznaczonemu przez $(Q\mu)$, odpowiadają ilościowe gry parzystości. W pracy [2] podejście z pracy [1] zastosowane do systemów hybrydowych, a w pracy [5] do systemów STS.

Prace [3] i [4] dotyczą pośrednio, lub bezpośrednio, rozdzielnych systemów przepisywania struktur. Praca [6] używa mechanizmu przepisywania struktur jako modelu dla gier będącego alternatywą dla GGP i prezentuje heurystyki dla algorytmów rozgrywających niektóre z tych gier.

Wyniki zawarte w rozprawie są nowe, a prace wchodzące w skład rozprawy zredagowane zostały w sposób przejrzysty. Lektura prac wchodzących w skład rozprawy nie nastęrcza problemów. Zastosowane techniki dowodowe są często standardowe; w niektórych przypadkach są modyfikacjami technik używanych przy dowodach klasycznych wersji odpowiednich twierdzeń.

Najsłabszym punktem rozprawy jest brak motywacji dla wybranego kierunku badań. Prace wchodzące w skład rozprawy odnoszą się do podobnych badań prowadzonych równolegle, ale nie przedstawiają przekonujących argumentów za wyborem proponowanego przez nie podejścia. W mojej opinii jest to jeden z powodów małej (nawet po uwzględnieniu lat w których ukazywały się artykuły) liczby cytowań prac: na sześć prac wchodzących w skład rozprawy cztery są indeksowane przez WoS i posiadają tam w sumie trzy cytowania (z czego jedno własne).

Mała liczba cytowań prac rozprawy ma tym większe znaczenie, że znaczna ich część proponuje nowe logiki służące do opisu i modelowania różnych systemów temporalnych. Brak cytowań i prac nawiązujących do rozprawy może wskazywać na brak zainteresowania, ze strony środowiska naukowego, zaproponowanymi modelami.

Na korzyść wyników zebranych w rozprawie świadczą niektóre z miejsc publikacji artykułów. Prace [1] i [2] ukazały się w dobrych (choć nie "z najwyższej półki") czasopismach (*LMCS*, *Theory of Computing Systems*). Praca [6] ukazała się na konferencji AAAI uważanej za jedną z najlepszych konferencji w dziedzinie sztucznej inteligencji. Pozostałe prace konferencyjne ukazały się na CSL i MFCS które są konferencjami o dużo niższej randze (na przykład, według rankingu Microsoft Research, MFCS znajduje się w drugiej, a CSL w czwartej setce konferencji informatycznych).

Pięć, z sześciu składających się na rozprawę prac, posiada więcej niż jednego autora. Zarówno oświadczenia współautorów, jak i własne oświadczenia habilitanta w każdym z pięciu przypadków przyznają mu pięćdziesięcio-procentowy lub ponad pięćdziesięcio-procentowy wkład w osiągnięty rezultat. Również szczegółowy opis podziału prac świadczy o dużym merytorycznym wkładzie habilitanta w osiągnięte wyniki.

3 Opinia o pozostałym dorobku

W skład dorobku naukowego habilitanta wchodzi, poza pozycjami zawartymi w rozprawie, monografia oparta na jego rozprawie doktorskiej, pięć artykułów w czasopismach naukowych i jedenaście prac w materiałach konferencyjnych. Prace te dotyczą w dużej części tematów związanych z zagadnieniami poruszonymi w rozprawie.

Odnosząc się do kryteriów oceny dorobku habilitanta sprecyzowanych w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011:

- sumaryczny IF publikacji wchodzących w skład dorobku nie jest duży – jest to

po części skutkiem publikacji konferencyjnych które nie posiadają IF, a po części publikowania w czasopismach o niskich IF

- liczba cytowań według WoS wynosi 23 i jest, jak na ten etap kariery, niska, najczęściej cytowana praca habilitanta posiada zaledwie 4 cytowania
- indeks Hirsha habilitanta, według WoS, wynosi 3
- habilitant koordynował jeden projekt badawczy
- habilitant otrzymał nagrodę Beth Prize za rozprawę doktorską
- habilitant brał udział w międzynarodowych konferencjach naukowych o dużej randze (np. AAAI)
- habilitant był współ-opiekunem trzech magistrantów i dwóch doktorantów

4 Podsumowanie

Rozprawa habilitacyjna składa się z sześciu prac o tematyce dzielącej się na dwie, powiązane części. Pierwsza część dotyczy ilościowej analizy temporalnych systemów przy użyciu wariantów modalnego rachunku μ , a druga systemów przepisywania struktur.

Wyniki wchodzące w skład rozprawy prezentowane są w kontekście (choć z niewystarczającą w mojej opinii motywacją) aktualnie prowadzonych na świecie badań. Prezentowane klarownie dowody nie zawierają technicznych ani koncepcyjnych trudności. Część z nich stanowi adaptację dowodów klasycznych (tzn. nie-ilościowych) wersji prezentowanych twierdzeń.

Wielkość pozostałego dorobku naukowego habilitanta: monografia, pięć artykułów i jedenaście publikacji w materiałach konferencyjnych z nadwyżką spełnia ustawowe i zwyczajowe wymagania. Podobnie jak w przypadku rozprawy habilitacyjnej, również tutaj najsłabszą stroną jest niewielka liczba cytowań.

Uważam że, pomimo wspomnianych wyżej zastrzeżeń, dorobek dr. Łukasza Kaisera spełnia zarówno ustawowe jak i zwyczajowe warunki stawiane osiągnięciom i dorobkowi naukowemu koniecznemu do nadania stopnia doktora habilitowanego.


Marcin Kozik