

Recenzja osiągnięć habilitacyjnego
dr. Jakuba Michaliszyna
pod tytułem
WERYFIKACJA PRZYSTĘPNA DLA
UŻYTKOWNIKA

Marcin Kozik

4 marca 2022

1 Osiągnięcie naukowe

Osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego jest, w przypadku recenzowanej habilitacji, cykl 10 (choć właściwie 9) artykułów. W skład cyklu wchodzi:

- [1] *Model checking unbounded artifact-centric systems* z KR 2014
autorstwa Alessio Lamuscio i Jakuba Michaliszyna
- [2] *An epistemic Halpern-Shoham logic* z IJCAI 2013
autorstwa Alessio Lamuscio i Jakuba Michaliszyna
- [3] *Decidability of model checking multi-agent systems against a class of EHS specifications* z ECAI 2014
autorstwa Alessio Lamuscio i Jakuba Michaliszyna
- [4] *Model checking multi-agent systems against epistemic HS specifications with regular expressions* z KR 2016
autorstwa Alessio Lamuscio i Jakuba Michaliszyna
- [5] *Average stack cost of Büchi pushdown automata* z FSTTCS 2017
autorstwa Jakuba Michaliszyna i Jana Otopa
- [6] *Non-deterministic weighted automata on random words* z CONCUR 2018
autorstwa Jakuba Michaliszyna i Jana Otopa
- [7] *Decidability of model checking multi-agent systems with regular expressions against epistemic HS specifications* z IJCAI 2019
autorstwa Jakuba Michaliszyna i Piotra Witkowskiego

- [8] *Approximate learning of limit-average automata* z CONCUR 2019
autorstwa Jakuba Michaliszyna i Jana Otopa
- [9] *Non-deterministic weighted automata evaluated over Markov chains* z JCSS
autorstwa Jakuba Michaliszyna i Jana Otopa
która jest wersją czasopismową publikacji [6]
- [10] *Learning deterministic automata on infinite words* z ECAI 2020
autorstwa Jakuba Michaliszyna i Jana Otopa.

Prace podzielone są na trzy części: pierwsza część składa się z pracy [1], druga z prac [2], [3], [4] i [7], a trzecia z prac [5], [6], [8], [9] i [10].

1.1 Część pierwsza: Artefakty (praca [1])

Publikacja [1], *Model checking unbounded artifact-centric systems*, ukazała się na prestiżowej konferencji *Principles of Knowledge Representation and Reasoning, KR*. Praca powstała we współpracy z Alessio Lomuscio od którego pochodzi rozwiązywany w niej problem. Za to wszystkie dowody zawarte w publikacji są autorstwa habilitanta.

Artykuł zawiera, z grubsza rzecz biorąc, dwa wyniki: dowód pokazujący że sygnatura dwóch unarnych (lub jednej binarnej) relacji jest wystarczająca aby rozważany problem był nierozstrzygalny, oraz rozumowanie, że dla jednej unarnej relacji rozstrzygalny jest. Pierwszy dowód to standardowa redukcja polegająca na zakodowaniu obliczeń dwurejestrowych maszyn Minskyego, a drugi, choć nieco dłuższy i być może trochę bardziej skomplikowany, jest równie naturalny.

Pewnym zaskoczeniem był dla mnie, być może charakterystyczny dla dziedziny, duży rozdźwięk pomiędzy bardzo praktycznymi motywacjami, a bardzo niepraktycznymi wypowiedziami twierdzeń. Przecież, przy braku dalszych (np. aproksymacyjnych) wyników, z praktycznego punktu widzenia algorytm 3EXPTIME jest równie dobry jak algorytmu brak.

1.2 Część druga: logiki na przedziałach czasowych (prace [2], [3], [4] i [7])

Praca *An epistemic Halpern-Shoham logic*, [2], została opublikowana na konferencji IJCAI, poświęconej szeroko rozumianej sztucznej inteligencji. Praca wprowadza model służący do analizy zachowań systemów agentowych, po czym przechodzi do analizy kilku logik służących do jego opisu. Jako pierwsze opisane są logiki EIT i EIT_C dla których wykazano PSPACE-zupełność problemu sprawdzania modelu. Zarówno przynależność do PSPACE, jak i PSPACE-trudność wykazuje się bardzo prostymi rozumowaniami.

W dalszej części pracy wprowadzona jest logika EHS, oraz określona jest złożoność problemu sprawdzania modelu dla paru jej fragmentów. Prawie wszystkie wyniki dowodzone są modyfikacjami argumentów użytych do analizy EIT i EIT_C.

Druga praca, *Decidability of model checking multi-agent systems against a class of EHS specifications* [3], pochodzi z ECAI 2014. Dotyczy fragmentu EHS, gdzie dopuszczone są operatory ABL. Głównym wynikiem pracy jest twierdzenie mówiące że problem sprawdzania modelu dla tej części EHS jest rozstrzygalny. Jego dowód, choć nietrudny, jest dużo ciekawszy od wszystkich opisywanych wcześniej rozumowań. Opiera się na definicji „ograniczonej semantyki”, która pozwala zredukować (apriori nieskończoną) ilość rozważanych przypadków.

Praca trzecia, *Model checking multi-agent systems against epistemic HS specifications with regular expressions* [4], ukazała się na KR 2016. Praca wzbogaca rozważany wcześniej model o predykaty, których prawdziwość zależy nie tylko od początku i końca rozpatrywanego przedziału czasowego, ale może być zadana wyrażeniem regularnym (opisującym dopuszczalny ciąg stanów systemu). Praca zawiera dwa główne wyniki: PSPACE-zupełność pewnego fragmentu rozważanej logiki, dowiedzioną prościutką modyfikacją analogicznego dowodu z [2], oraz dowód rozstrzygalności innego fragmentu dowiedziony używający „ograniczonej semantyki”, czyli nieco zmodyfikowanego podejścia z [3].

Współautorem wszystkich trzech powyższych prac jest Alessio Lomuscio, od którego pochodzą niektóre z problemów i tematów badań. Znakomita większość, a być może wszystkie, dowody są autorstwa habilitanta.

Warto w tym miejscu wspomnieć, że wszystkie powyższe prace rozpoczynają się opisem modelu kładącym bardzo duży nacisk na jego „agentowość” (związaną np. z operatorami K_i i C_G). Za to w częściach poświęconych głębszej analizie operatory te natychmiast schodzą na drugi plan (oczywiście za wyjątkiem najprostszycy wyników: EIT i EIT_C) a sedno rozumowania wymaga pracy z operatorami pochodzącymi z HS. Ta prawidłowość sugeruje, że tak bardzo podkreślana „agentowość” nie jest najistotniejszą cechą rozważanych systemów.

Ostatnia praca w tej części to *Decidability of model checking multi-agent systems with regular expressions against epistemic HS specifications*, [7], z IJCAI 2019. Głównym wynikiem pracy jest dowód rozstrzygalności wspomnianej w tytule logiki. Dowód redukuje rozważany problem do spełnialności MSO nad nieskończonymi drzewami. Większość zaproponowanych przekształceń jest naturalna, ale, co pozytywnie wyróżnia tę publikację, właśnie epistemiczne operatory K_i i C_G wymagają pomysłowego rozwiązania. Dodatkowo praca zawiera redukcję pokazującą, że zmiana semantyki na opartą o nieskończone ścieżki prowadzi do nierozstrzygalności. Współautorem pracy jest Piotr Witkowski, który deklaruje minimalny wkład w jej powstanie. Spośród prac wchodzących w tę część osiągnięcia, ta właśnie wydaje się naj-

bardziej wartościowa.

Ani autoreferat, ani omówione powyżej artykuły nie prezentują przekonującej motywacji dla opisywanych badań. W pracach [2],[3],[4] i [7] wprowadza się wiele logik, od czasu do czasu przytaczając własności odróżniające je od siebie nawzajem. Niestety cel tego typu pracy naukowej jest dla mnie (osoby spoza dziedziny) niejasny. Ilość logik służących do opisów różnego rodzaju „ewoluujących” struktur (czy to wprowadzonych przez autora, czy obecnych w literaturze) już jest przytłaczająca, a zapewne wiele nowych zostanie wprowadzonych w przyszłości. Tworzenie kolejnych, alternatywnych logik wydaje się nie być podporządkowane żadnym długofalowym celom. To wielkie bogactwo bytów nie może być przecież (co poniekąd sugeruje autor w autoreferacie) motywowane zastosowaniami – tematyka omawianych prac habilitanta jest tak odległa od zastosowań, jak to tylko możliwe w informatyce teoretycznej.

1.3 Część trzecia: automaty (prace [5], [6], [8], [9] i [10])

Ta część osiągnięcia to formalnie pięć, a de facto cztery publikacje: [9] jest czasopismową wersją [6].

Average stack cost of Büchi pushdown automata, [5], ukazała się na indyjskiej konferencji FSTTCS. W pracy tej Büchi PDA wyposażane są w funkcję kosztu alfabetu stosu. Przy jej pomocy najpierw definiuje się koszt stosu w trakcie obliczeń, a potem średni koszt stosu w trakcie nieskończonego wykonania automatu (jako granicę \liminf lub \limsup średnich kosztów stosu początkowych części obliczeń). Praca prezentuje wielomianowy algorytm, który dla zdanego na wejściu PDA i funkcji kosztu weryfikuje istnienie akceptujących obliczeń z granicą poniżej zadanego progu. Dowód tego faktu jest bardziej zaawansowany niż we wcześniej omawianych pracach; prowadzi przez redukcję do problemu kosztu zdefiniowanego na słowach przetwarzanych przez automat. Praca jest ciekawa, choć mam do niej dwa zastrzeżenia: Po pierwsze autorzy zakładają że w danych na wejściu automatach ceny liter stosu zadane są w kodowaniu unarnym. To sztuczne, nie występujące w innych rozważanych automatach, założenie ułatwia konstruowanie algorytmów poprzez powiększenie wielkości danych wejściowych. Praca nie zawiera żadnych komentarzy na ten temat; czy podobny wynik da się wykazać przy standardowej, binarnej reprezentacji wag? Drugim zastrzeżeniem jest, dokładniej dyskutowany poniżej, znikomy związek z ogólną tematyką osiągnięcia habilitacyjnego.

Drugi i czwarty artykuł w tej części: *Non-deterministic weighted automata on random words* z CONCUR 2018 oraz *Non-deterministic weighted automata evaluated over Markov chains* z Journal of Computer and System Sciences 2019 opisują ten sam wynik i dotyczą niedeterministycznych automatów z wagami. Wejściami do tych automatów są słowa wygenerowane

przez łańcuchy Markova (ze skończoną liczbą stanów i dyskretnym czasem). Wartość wykonania automatu na słowie pochodzi z ustalonej funkcji agregującej zaaplikowanej do (najtańszej opcji) wartości poszczególnych transakcji automatu (ceny transakcji podane są, wraz z automatem, na wejściu). W tak zdefiniowanym problemie łańcuch Markova definiuje przestrzeń probabilistyczną, a automat zmienną losową na niej określoną. Praca analizuje rozstrzygalność i złożoność obliczeniową problemu obliczenia wartości oczekiwanej zmiennej losowej itp. Warianty problemu używają łańcuchów Markova generujących skończone i nieskończone słowa skojarzono z paroma funkcjami agregującymi. Otrzymane problemy, w zależności od precyzyjnych definicji bywają nierozstrzygalne, ale również PSPACE-zupełne, #P-zupełne, etc. Niektóre z dowodów są proste, ale zdarzają się również bardziej interesujące i zaawansowane rozumowania. I w tej pracy autorzy nie ustrzegli się przed założeniami, które nie są dobrze uzasadnione: wszystkie nieskończone przebiegi są akceptujące, a rozważając „terminating Markov chain” zakłada się, że w każdym stanie istnieje niezerowe prawdopodobieństwo zakończenia obliczeń (co więcej założenia te odgrywają rolę w dowodach). Podobnie jak w przypadku poprzedniej pracy odniesień do tematu autoreferatu jest bardzo niewiele.

Trzeci artykuł to *Approximate learning of limit-average automata*, [8], z CONCUR 2019. Artykuł rozważa kilka problemów obliczeniowych zadanych jednym schematem: celem jest skonstruowanie deterministycznego automatu który „przypomina” nieznany automat. Nieznany automat prezentowany jest w dwóch wersjach: jako niekontrolowana czarna skrzynka, lub w wersji „z nauczycielem”. Do pełni obrazu brakuje jeszcze dwóch faktów: jak zwięźle zapisywać nieskończone wejścia do funkcji którą aproksymujemy, oraz jak mierzyć jakość dopasowania skonstruowanego automatu do zadanej funkcji. W obu przypadkach definicje opierają się o wartość oczekiwaną zmiennej losowej, którą definiuje automat (np. na słowach rozpoczynających się od konkretnego, skończonego słowa). Artykuł jest kolekcją relatywnie prostych wyników, z których większość dotyczy NP-zupełności różnych wariacji głównego problemu. Dwa wyniki które wyłamują się z tego szablonu to: analiza wielkości próbki potrzebne do rozróżnienia dwóch automatów w podejściu czarno-skrzynkowym oraz dowód rozwiązywalności w czasie wielomianowym problemu „almost exact learning”. Praca wydaje się być zaproszeniem do kontynuowania badań w zaproponowanym kierunku, ale nie spotkała się z dużym odzewem środowiska naukowego.

Ostatni artykuł osiągnięcia: *Learning deterministic automata on infinite words* ukazał się w ECAI 2020. Spośród wszystkich omawianych w tej recenzji prac ta właśnie najbardziej przypadła mi do gustu. Praca dotyczy problemu podobnego do [8], ale w trochę innym kontekście. Algorytm próbuje skonstruować deterministyczny automat Büchiego rozpoznający nieznany język. Automat powinien być skonstruowany w czasie wielomianowym, a język poznajemy pytając: Czy dane, w końcu periodyczne, słowo jest akcepto-

wane? Czy ten automat to już to? Autorzy nie są w stanie podać algorytmu który (w czasie wielomianowym) skonstruuje automat Büchiego przy użyciu tych pytań. Wzbogacają więc język pytań o kolejne pytanie: kiedy, na danym, w końcu periodycznym słowie automat wpada w cykl? Dla tak rozszerzonego języka pytań autorom udaje się skonstruować algorytm. Zarówno konstrukcja jak i dowód są naturalne, choć wymagają paru ciekawych pomysłów i rozwiązań, co czyni wynik jeszcze bardziej interesującym.

Wszystkie wymienione w tej części prace powstały we współpracy z Janem Otopem. Z załączonych oświadczeń wynika, że dużą część wyników wypracowano w ramach aktywnej współpracy i trudno jednoznacznie przypisać autorom poszczególne rozumowania. Jest to zupełnie naturalna metoda prowadzenia badań i jestem w pełni usatysfakcjonowany dostarczonymi wyjaśnieniami.

Prace omawiane w tej części są tematycznie odległe od wcześniejszych publikacji i od tematu osiągnięcia. Techniki dowodowe i rozumowania są za to ciekawsze i zazwyczaj bardziej zaawansowane.

1.4 Redakcja autoreferatu

Mam sporo zastrzeżeń do redakcji autoreferatu. Najbardziej prozaicznym problemem jest brak wyróżnienia referencji odnoszących się do prac wchodzących w skład osiągnięcia. To, z pozoru trywialne, zaniedbanie zaskakująco skutecznie utrudnia lekturę tekstu, a tego typu problemów jest parę.

Dużo poważniejszym brakiem jest przyjęty sposób opisu prac. Wyniki z dwóch pierwszych części są co prawda opisane, ale autoreferat nie przedstawia szerszego kontekstu badań. Tekst powtarza lub parafrazuje wstępy prac wchodzących w skład rozprawy, rzadko merytorycznie wykraczając poza zawarte w nich informacje. Tyle że wstępy prac skierowane są do specjalistów, a właśnie autoreferat jest miejscem na umieszczenie prowadzonych badań w szerszym kontekście i przekonanie czytelnika co do ich celowości. Tego w recenzowanym autoreferacie brakuje.

Najpoważniejszy problem autoreferatu dotyczy trzeciej części wyników naukowych. Rzadko zdarza się aby habilitacje składały się z tak blisko ze sobą splecionych prac, że ich (wymagane ustawowo) „powiązanie tematyczne” można pozostawić bez komentarza. We wszystkich pozostałych przypadkach to właśnie autoreferat jest miejscem na taką prezentację wyników, która przekona czytelnika nie tylko o tych wyników wartości, ale również o ich wzajemnych związkach merytorycznych. Autoreferat Jakuba Michaliszyna zupełnie nie sprawdza się pod tym względem, a przedstawienie cyklu publikacji które nie są „powiązane tematycznie” nie spełnia ustawowego wymogu stawianego osiągnięciom habilitacyjnym.

Na koniec chciałbym zwrócić uwagę na, szalenie mylący, tytuł osiągnięcia: „Weryfikacja przystępna dla użytkownika”. Tytuł ten sugeruje praktyczne i stosowalne (przeznaczone dla „użytkownika”) wyniki naukowe. Po lekturze

zarówno autoreferatu jak i wszystkich prac wchodzących w skład osiągnięcia dalej nie widzę co ma być, w tych konkretnych wynikach naukowych, przystępne i jak na nich skorzysta jakikolwiek „użytkownik”.

2 Ocena pozostałego dorobku naukowego

Oprócz prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego habilitant opublikował po doktoracie 11 prac. W znakomitej większości prace te ukazywały się na dobrej jakości konferencjach. Prace czasopismowe wymienione w tej części ukazywały się w co prawda w *Fundamenta Informaticae* (2 prace) ale również w *SIAM Journal on Computing*. Sumarycznie dorobek ten oceniam dobrze.

3 Ocena dorobku dydaktycznego, współpracy międzynarodowej etc.

Jakub Michaliszyn był promotorem paru prac magisterskich, inżynierskich lub licencjackich. W latach 2015-2018 pełnił funkcję zastępcy dyrektora Instytutu Informatyki UWr, a obecnie jest członkiem Senatu UWr i kilku komisji uniwersyteckich. Był członkiem komitetu programowego wielu konferencji poświęconych sztucznej inteligencji: IJCAI, KR, AAAI etc.

Na szczególne uznanie zasługuje zaangażowanie habilitanta w promowanie matematyki i informatyki poza środowiskami uczelnianymi: organizacja dni otwartych, szkół matematycznych etc. Dorobek organizacyjny Jakuba Michaliszyna z nawiązką wypełnia ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

4 Podsumowanie

Wniosek habilitacyjny Jakuba Michaliszyna z łatwością spełnia zwyczajowe i ustawowe wymagania w kategoriach *Pozostałego dorobku naukowego* czy *Działalności organizacyjnej* itp. Niemniej jednak najważniejszym aspektem każdego wniosku habilitacyjnego jest naukowa wartość osiągnięcia poddanego ocenie. Pomimo pewnych, opisanych powyżej, zastrzeżeń uważam że jakość badań prowadzonych przez habilitanta spełnia ustawowe wymagania stawiane habilitacjom, a nawet poniekąd rekompensuje braki w autoreferacie. Z przyjemnością rekomenduję nadanie dr. Jakubowi Michaliszynowi stopnia doktora habilitowanego.