



Kraków, 26 lutego 2023

Prof. dr hab. Marek Zaionc  
Theoretical Computer Science  
Jagiellonian University,  
ul. Łojasiewicza 6,  
30-348 Kraków, Poland.

phone: (48 12)–664 6649  
fax: (48 12)–664 6672  
secretary: (48–12) 664 6647  
web-page: [www.tcs.uj.edu.pl/zaionc](http://www.tcs.uj.edu.pl/zaionc)  
email: [marek.zaionc@uj.edu.pl](mailto:marek.zaionc@uj.edu.pl)

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. Tomasza Draba

### "Reduction Strategies in the Lambda Calculus and Their Implementation through Derivable Abstract Machines"

Rozprawa doktorska magistra Tomasza Draba składa się z trzech prac pokonferencyjnych i jednej umieszczonej w czasopiśmie. W rozprawie zostały zaprezentowane kolekcje różnych strategii redukcji w rachunku lambda. Badanie relacji redukcji w rachunku lambda jest jednym z centralnych problemów praktycznej implementacji programowania funkcyjnego. Redukcja w programowaniu funkcyjnym modeluje stosowalność beta konwersji do termów lambda w sytuacji gdy jest możliwość jej zastosowania jednocześnie w wielu miejscach lambda termu. Algorytm decydujący o wyborze właściwego miejsca redukcji jest centralnym problemem implementacyjnym. Całość prac to studium praktycznej implementacji beta redukcji w rachunku lambda gdzie centralnym problemem jest wydajność stworzonych przez autora (autorów) abstrakcyjnych maszyn realizujących rozpatrywane strategie redukcji termów.

#### Wstęp do pracy doktorskiej.

Samą prezentację prac konferencyjnych poprzedziły dość precyzyjne i ładnie napisane rozdziały wstępne zawierające wprowadzane pojęcia jak i trafnie dobrane uwagi historyczne. Bardzo spodobał mi się styl tej prezentacji wstępnej a zwłaszcza swada i temperament z jaką autor pisze o pomysłach później zawartych w prezentowanych pracach.

#### Praca pierwsza<sup>1</sup>.

Jest to bardzo świeża praca konferencyjna przedstawiona w zeszłym roku na dobrej konferencji *International Conference on Interactive Theorem Proving (ITP)* która ma kategorię A w klasyfikacji *CORE Conference Portal*. Praca zawiera dyskusję nad strategiami redukcji w rachunku lambda przedstawianych jako zbiorów możliwych dekompozycji termu. Praca jest o tyle ciekawa, że dostarcza formalizacji każdej strategii w języku *Coq* co daje jednolity sposób opisu strategii i możliwość formalnego ich porównywania. Takie podejście ułatwia zwięzły i formalny opis strategii oraz umożliwia przeprowadzanie rozumowań o charakterze algebraicznym o ich własnościach. W opisywanym *ZOO* znanych strategii zmieściły się takie znane sposoby redukcji jak *Call by Name*, *Call by Value*, redukcja głowowa (head reduction) normalny porządek, pełna  $\beta$ -redukcja itp. Dla każdej z tych technik redukcji powstaje abstrakcyjna maszyna zapisana w *Coq* realizująca konkretną strategię. Ze względu na formalny opis działania w *Coq* mamy możliwość sprawdzania poprawności. Możliwa jest też analiza wydajnościowa opisująca złożoność czasową procesu redukcji. Praca jest dobrze napisana, ciekawa i świetnie umotywowana.

---

<sup>1</sup>Biernacka, Witold Charatonik, Tomasz Drab. *The Zoo of Lambda-Calculus Reduction Strategies, And Coq*. International Conference on Interactive Theorem Proving (ITP) 2022: 7:1-7:19

## Praca druga<sup>2</sup>.

Praca została przedstawiona na przyzwoitej konferencji APLAS Fukuoka, Japan, która ma kategorię B w klasyfikacji *CORE Conference Portal* w pandemicznym roku 2020. Praca została przedstawiona zdalnie. Praca zawiera analizę wołania *Call by Value* w wersji silnej. Praca prezentuje konstrukcję stosownej maszyny abstrakcyjnej wykonującej obliczenia w  $\lambda$  rachunku przy pomocy tej strategii wyboru miejsca redukcji. Jak zawsze w takich praktycznych zastosowaniach praca powołuje do życia maszynę abstrakcyjną, która wydaje się być lepsza niż dotychczasowe. Ta użyta w pracy stanowi uzupełnienie pomysłu maszyny Creguta<sup>3</sup> opisanego w pracy z roku 2007, która daje lepsze wyniki poprzez pozbycie się wielokrotnego ewaluowania argumentów funkcyjnych. W pracy dostarczono dowód poprawności takiej strategii, jednak na poziomie abstrakcji typowym dla prac konferencyjnych w których z braku miejsca pozostawia się czytelnikowi wiele swobody interpretacyjnej. Pomimo swojej zwięzłości praca ta jest niezłe napisana, zrozumiała i mająca czytelne inspiracje praktyczne.

## Praca trzecia<sup>4</sup>.

Praca została przedstawiona na konferencji PPDP w Tallinie. Konferencja ma kategorię C (dawniej B) w klasyfikacji *CORE Conference Portal* w pandemicznym roku 2021. Praca udoskonala technikę analizy wołania *Call by Value* w wersji silnej zaproponowaną w pracy poprzedniej opartą o klasyczny już pomysł zaczerpnięty z pracy Danvy<sup>5</sup> dotyczącej odpowiedniości pomiędzy ewaluatorami wyższego rzędu a maszynami abstrakcyjnymi. Dodatkowo praca wzbogacona jest o ciekawą analizę złożoności liczby tranzycji redukcji termów. Pokazane przykłady wyglądają dość arbitralnie, aczkolwiek pewnie ich dobór był poprzedzony głębszymi przemyśleniami które w pracy nie są jasne.

## Praca czwarta<sup>6</sup>.

Praca została przyjęta do nowego czasopisma ICFP wydawanego dopiero od 2017 roku. Czasopismo *Proceedings of the ACM on Programming Languages* według mojej wiedzy nie jest jeszcze wykazywane i ocenione w bazie czasopism. Aczkolwiek jest ono sygnowane przez ACM i redagowane przez Philipa Wadlera co jest pewną gwarancją jakości. W pracy analizowana jest strategia redukcji *Call by Need* w tak zwanej wersji silnej. Aby zapobiec nieefektywności wołania *Call by Name*, praktyczne implementacje (takie jak Haskell) optymalizują strategię i ewaluują argumenty jedynie według potrzeb czyli leniwie. W słabej strategii *Call-by-Need* argumenty funkcji nie są oceniane wcześniej, ale ilekroć argument wymaga ewaluacji, jego obliczona wartość jest zapamiętywana i pobierana przy następnej próbie ewaluacji, gdy będzie potrzebna, bez ponownego obliczania. Należy dodać, że taka słaba strategia *Call by Need* jest realizowana praktycznie w kompilatorze języka Haskell. Wzmocnienie tej klasycznej już strategii jest proponowane ostatnio w pracach Balabonskiego<sup>7</sup> gdzie niedawno udoskonalono to podejście i zaproponowano silne *Call-by-Need*, które daje krótsze sekwencje normalizujące niż w klasycznym *Call by Need*. Warto wspomnieć że autorami te-

---

<sup>2</sup>Małgorzata Biernacka, Dariusz Biernacki, Witold Charatonik, Tomasz Drab, *An Abstract Machine for Strong Call by Value*, Asian Symposium on Programming Languages and Systems (APLAS), 2020: 147-166

<sup>3</sup>Pierre Crégut, *Strongly reducing variants of the Krivine abstract machine*, In: High. Order Symb. Comput. 20.3 (2007), pp. 209–230

<sup>4</sup>Małgorzata Biernacka, Witold Charatonik, and Tomasz Drab, *A Derived Reasonable Abstract Machine for Strong Call by Value*, In 23rd International Symposium on Principles and Practice of Declarative Programming (PPDP 2021), September 6–8, 2021, Tallinn, Estonia. ACM, New York, NY, USA,

<sup>5</sup>Mads Sig Ager, Dariusz Biernacki, Olivier Danvy, and Jan Midtgaard, *A Functional Correspondence between Evaluators and Abstract Machines*, In Proceedings of the Fifth ACM-SIGPLAN International Conference on Principles and Practice of Declarative Programming (PPDP'03), Dale Miller (Ed.). ACM Press, 2003, Uppsala, Sweden, 8–19.

<sup>6</sup>Małgorzata Biernacka, Witold Charatonik, Tomasz Drab, *A simple and efficient implementation of strong call by need by an abstract machine*, Proceedings of the ACM on Programming Languages, Volume 6 (ICFP): 109-136 (2022)

<sup>7</sup>Thibaut Balabonski, Antoine Lanco, and Guillaume Melquiond. 2021. *A Strong Call-By-Need Calculus*, In 6th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction, FSCD 2021, July 17-24, 2021, Buenos Aires, Argentina (Virtual Conference) (LIPIcs, Vol. 195), Naoki Kobayashi (Ed.). Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum für Informatik.

go pomysłu są również promotorka Małgorzata Biernacka i Witold Charatonik. Praca czwarta jest podsumowaniem tego praktycznego pomysłu. Analizowana jest złożoność w rozdziale piątym jak i udowodnione są standardowe twierdzenia o pełności (twierdzenie 5.15). Praca jest dobrze napisana i umotywowana oraz zdecydowanie pełniejsza niż wcześniej przedstawiane prace konferencyjne tego doktoratu.

#### **Uwagi co do sposobu prezentacji pracy doktorskiej.**

Przedstawiona praca doktorska jest kompilacją czterech prac doktoranta poprzedzoną wspólnym wstępem. Składają się na nią wszystkie prace jakie autor przywołuje w spisie publikacji, pomijając dwa popularne artykuły o treści jedynie edukacyjnej. Żadna z przedstawionych prac nie jest jego własnym opracowaniem autorskim. Prace na które składa się doktorat są pisane w podobnym zestawie autorów. Występują w nich osoby promotorów rozprawy, Małgorzaty Biernackiej, która sygnuje wszystkie cztery prace, promotora Dariusza Biernackiego autora jednej pracy jak i Witolda Charatonika autora wszystkich czterech artykułów doktoratu. Brakuje mi w opisie doktoratu (chyba że to przeoczyłem) wprowadzenia jasno rozdzielającego wkład intelektualny poszczególnych autorów ze szczególnym uwzględnieniem wkładu doktoranta. Doktorat jest zawsze świadectwem dojrzałości naukowej kandydata. Nie mając wglądu w ten podział trudno jest stwierdzić czy kandydat osiągnął już ową dojrzałość w wystarczającej dla doktoratu mierze.

Pomimo zastrzeżeń co do braku wskazania intelektualnego udziału doktoranta w procesie redakcji prac wieloautorskich stwierdzam:

**Rozprawa doktorska magistra Tomasza Draba spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i wnioskuje o dopuszczenie jej do publicznej obrony. Ze względu na poziom pracy, jej charakter, poziom argumentacji matematycznej i możliwe zastosowania praktyczne, wnioskuje również o jej wyróżnienie. Mój wniosek o wyróżnienie jest jednakże warunkowany wyjaśnieniem problemu wielkości udziału magistra Draba w redakcji wszystkich czterech prac. Mam nadzieję, że dyskusja w gronie Komisji Doktorskiej rozwieje moje wątpliwości w tym względzie.**

