

dr hab. Piotr Wojtylak, prof. UO
Instytut Informatyki UO

Opole, 25 sierpnia 2021

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr-a Pawła Płaczka
Extensions of Lambek calculi: sequent systems,
conservativeness and computational complexity

Rozprawa napisana jest po angielsku i składa się ze wstępu (Chapter 1) oraz trzech rozdziałów zasadniczych (Chapters 2-4), w których doktorant przedstawia własne oryginalne rezultaty badań naukowych. Praca dotyczy rozszerzeń rachunków Lambeka: L (Associative Lambek Calculus) oraz NL (Nonassociative Lambek Calculus). System L jest lepiej znany i częściej pojawia się w literaturze, ale Doktorant koncentruje się raczej na nie-łącznym (słabszym) rachunku NL (i jego rozszerzeniach). Znaczenie systemów Lambeka wyszło daleko poza intencjonalne użycie w lingwistyce teoretycznej (gramatyce kategoryjnej); obecnie są one bardziej bazą dla licznej rodziny logik podstrukturalnych, liniowych logik Girarda, logik relewantnych i modalnych. Tematyka ta zawładnęła współczesną literaturą logiczną i znajduje liczne zastosowania, głównie informatyczne. Rozprawa porusza zatem kwestie istotne i często omawiane w czasopiśmie naukowych, przedstawiając oryginalne konstrukcje i niebanalne rezultaty, które w istotny sposób rozszerzają naszą wiedzę o logikach podstrukturalnych. Część wyników rozprawy została już opublikowana, a pozostałe (jak rozumiem z tekstu) wkrótce zostaną przygotowane do druku.

Najlepiej potraktować recenzowaną rozprawę jako próbę odpowiedzi na pytanie, jak (o ile w ogóle) zmieniają się własności bazowych systemów Lambeka L oraz NL , przy rozszerzeniach o nowe spójniki. Oczywiście te nowe spójniki nie mogą być całkowicie dowolne, Doktorant obraca się w kręgu znanych z literatury (multiplikatywnych lub addytywnych) operatorów. Bardzo ciekawie przedstawione zostały rozszerzenia systemów Lambeka negacjami - spójniki te definiowane są zawsze metasystemowo, tylko zmienne są explicite negowane. Wydaje się, że doktorant jest bardzo bliski sformułowania ogólnych kryteriów zapewniających zachowanie własności "bycia systemem Lambeka", przez rozszerzenia językowe systemów bazowych.

Tematyka poruszana w rozprawie jest bardzo różnorodna: twierdzenia o pełności, formalizacje systemów sekwencyjnych, konserwatywność ich rozszerzeń językowych, eliminowalność reguły cięcia, odwracalność reguł, interpolacja, złożoność obliczeniowa. Badania dotyczą mnóstwa różnych systemów logicznych. Doktorant zestawia swoje wyniki z rezultatami znanymi z literatury, zwłaszcza z prac Promotora. Sprawia to

że rozprawa miejscami ma charakter dzieła kompilującego; jak choćby Rozdział 2, gdzie podsumowane zostały twierdzenia o pełności, licznej rodziny systemów logicznych, względem odpowiednich klas semantyk. Podejście takie bardzo utrudnia ocenę rozprawy doktorskiej, bo czasami można przeoczyć oryginalne wyniki doktoranta. Znajduję tutaj jednak liczne nowości, które znakomicie uzupełniają rezultaty znane. Z pewnością nowe, i warte zauważenia, są wnioski dotyczące konserwatywności tzw. cyklicznych systemów Lambeka.

Najważniejsze dla całej rozprawy są, bez wątpienia, wyniki Rozdziału 3, gdzie dowodzone są twierdzenia o eliminacji reguły cięcia dla (bardzo mocnych) rozszerzeń systemów Lambeka: $InFNL_{1\perp}$ oraz $CyFNL_{1\perp}$. Systemy te pojawiły się w literaturze jako fragmenty liniowej logiki Girarda. Rezultaty są (przynajmniej dla mnie) nieoczekiwane. Konsekwencją eliminowalności reguły cięcia są różne własności rozważanych systemów t.j. subformuła property, lematy interpolacyjne oraz proste dowody rozstrzygalności, a nawet wielomianowej rozstrzygalności, pewnych fragmentów językowych tych logik. Wydaje mi się że kontynuowanie tej kwestii (rozstrzygalność relacji konsekwencji itd.) byłoby bardzo wskazane. Rozumiem z uwag Autora, że eliminacja cięcia jest możliwa w licznych dalszych przypadkach i mam nadzieję, że wszystkie te przypadki będą uwzględnione w publikacjach. Dowód eliminacji reguły cięcia jest ciekawy i oryginalny. Brak reguł strukturalnych wymaga użycia niekiedy nadzwyczajnych środków i ciekawych wariantów pojęć; choć oczywiście dowód jest całkowicie syntaktyczny i polega na żmudnym prześledzeniu wszystkich możliwych przypadków użycia reguł sekwencyjnych.


Rozdział czwarty jest nieco odmienny niż wszystkie poprzednie, mimo iż wciąż dotyczy pewnych rozszerzeń językowych bazowych systemów Lambeka L i NL . W tym przypadku jednak wzajemna konserwatywność rozszerzeń jest raczej rzadka i naturalną semantykę dla tych systemów stanowią algebry częściowe: kraty dystrybutywne, algebry Heytinga i algebry Boole'a. Autor definiuje algorytm pozwalający rozstrzygać czy dana struktura częściowa jest algebrą odpowiedniej klasy i algorytm ten pozwala na oszacowanie złożoności obliczeniowej systemów. W przeciwieństwie do systemów rozdziału trzeciego, mamy tutaj systemy wykładniczo złożone (exptime complete) i można uznać że ta różnica jest istotną przestrożą, aby nie oczekiwać (mimo twierdzeń o eliminowalności cięcia), że zawsze rozszerzenia systemów Lambeka będą wielomianowe.

Doktorant przekonująco dowodzi, iż rozszerzając bazowe systemy Lambeka nowymi operatorami otrzymamy bogatą klasę logik, zawierającą ważne systemy formalne (choćby fragmenty liniowej logiki Girarda). Istotną cechą tych rozszerzeń okazuje się być ich konserwatywność, która uznana zostaje za fundamentalne kryterium poprawności. Przyjęcie nie-łącznej logiki NL za system bazowy w istotny sposób

poszerza zakres badań. Nawet dla bardzo bogatych rozszerzeń językowych mogą zachodzić twierdzenia o eliminacji reguły cięcia, stanowiące jeden z fundamentalnych kanonów logicznych, znajdujące liczne zastosowania. Ponadto rozszerzenia systemów Lambeka mogą znacznie się różnić pod względem złożoności obliczeniowej. Zestawienie rezultatów dotyczących tej cechy najlepiej uzmysławia różnorodność otrzymanych logik.

Strona redakcyjna rozprawy przedstawia się znakomicie. W zasadzie nie dostrzegam żadnej redakcyjnej usterki; tylko bardzo drobne błędy typograficzne, których nie warto wyszczególniać. Doktorant próbuje wprowadzać nową terminologię, niekiedy odmienną od stosowanej w literaturze. Mimo, iż zgadzam się, że te propozycje są logiczne i lepsze niż najczęściej stosowane, to jakoś nie wierzę, aby się przyjęły.

Konkluzja. Stwierdzam, że rozprawa jest merytorycznie poprawna i wnosi ważny wkład do teorii logik podstrukturalnych. Omawia ona istotne kwestie naukowe i przedstawia oryginalne i niebanalne rezultaty badań. Tematyka rozprawy jest dobrze osadzona w literaturze przedmiotu i nawiązuje do czołowych wyników w tej dziedzinie. Spełnia ona, bez najmniejszych wątpliwości, wszystkie wymogi stawiane przed rozprawami doktorskiego, a w szczególności wymogi stawiane w Ustawie (Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z 2018 roku, Dz.U. z 2021, poz. 478) i uzasadnia nadanie mgr. Pawłowi Płaczkowi stopnia naukowego doktora w dyscyplinie matematyka. Wnoszę zatem o dopuszczenie mgr-a Pawła Płaczka do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto, uważam, że rozprawa zasługuje na wyróżnienie.



dr hab. Piotr Wojtylak, prof. UO
Instytut Informatyki UO

Opole, 25 sierpnia 2021

**Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pawła Płaczka
Extensions of Lambek calculi: sequent systems,
conservativeness and computational complexity**

Rozprawa zawiera oryginalne i niebanalne rezultaty, które w istotny sposób rozszerzają naszą wiedzę o logikach podstrukturalnych. Doktorant wykorzystuje w swoich badaniach aparat teorio-dowodowy, teorio-modelowy oraz algebraiczny. Strona redakcyjna rozprawy przedstawia się także znakomicie. Wnoszę zatem o uznanie rozprawy Pawła Płaczka za wyróżniającą.

