



UNIwersytet
Warszawski



Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki

Warszawa, 26 Marca 2022

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Ilyi Hradovicha pt.

Efficient communication algorithms in shared channels with adversary

Rozprawa doktorska mgr. inż. Ilyi Hradovicha dotyczy problemu dostępu do wspólnego zasobu przez urządzenia w systemach rozproszonych. W wielu takich systemach, gdy więcej niż jedno urządzenie próbuje jednocześnie uzyskać dostęp do wspólnego zasobu, może dojść do kolizji i w efekcie żadne urządzenie nie może z niego skorzystać. W szczególności autor zajmuje się zagadnieniem tzw. *kanalów wielodostępowych* (ang. *multiple-access channels*, MACs), które stanowią dobry model teoretyczny, często używany w literaturze do analizy problemów algorytmicznych pojawiających się w takich sytuacjach.

W modelu tym urządzenia próbują wysyłać pakiety przez wspólny kanał komunikacyjny w dyskretnych odstępach czasu zwanych *rundami*, przy czym zakłada się, że w każdej rundzie może mieć miejsce co najwyżej jedna udana transmisja. Celem twórcy systemu jest konstrukcja protokołu, który pozostaje stabilny, gdy pakiety są umieszczone w buforach urządzeń w dowolny, nawet złośliwy sposób.

W swojej rozprawie mgr inż. Ilya Hradovich wprowadza nową taksonomię dla rozważanych klas modeli i algorytmów, która ujednocila modele istniejące w literaturze. Ponadto, jednym z filarów pracy mgr. Hradovicha jest rozszerzenie klasycznego modelu MAC na dwa sposoby. Pierwszym z nich jest wprowadzenie ograniczenia na liczbę urządzeń, które mogą być aktywne jednocześnie. Drugim jest dodanie możliwości routingu między urządzeniami uczestniczącymi w protokole.

Trzecim rezultatem zawartym w rozprawie jest nowatorska metoda analizy średnich przypadków (ang. *average case*) do badania i porównywania wydajności algorytmów MAC. Autor pokazuje podejście, które może być wykorzystane do analizy zachowania niektórych dobrze znanych algorytmów. Dowodzi również pewnych zależności pomiędzy średnim przypadkiem a analizą najgorszego przypadku, w tym odpowiednik prawa Little'a, w kontekście, w którym pakiety są dostarczane przez przeciwnika.

Szczegółowe omówienie pracy. Główne rezultaty rozprawy zawarte są w Rozdziałach 5,6,7 i 8. W Rozdziale 5 autor przedstawia ujednoliczoną taksonomię protokołów MAC. Rozdział ten oparty jest na wynikach z pracy

1. Elijah Hradovich, Marek Klonowski, Dariusz R. Kowalski: *New View on Adversarial Queueing on MAC*. IEEE Commun. Lett. 25(4): 1144-1148 (2021)

Rozdział rozpoczyna się przeglądem konwencji terminologicznych istniejących w tej dziedzinie. Stanowi to wartościowe wprowadzenie czytelnika do tej tematyki. W dalszej części rozdziału autor wprowadza własną terminologię, stosując podejście polegające na definiowaniu algorytmów w odniesieniu do możliwości kanałów oraz urządzeń (takich jak: synchronizacja, detekcja kolizji, rozmiar kolejki, i inne). W porównaniu z poprzednimi podejściami autor zwiększa jednak granularność tych możliwości, tak aby można je było postrzegać jako niezależne względem siebie. Jest to interesujące podejście, mające perspektywę na przyjęcie przez innych naukowców pracujących w tej dziedzinie.

Następnie, w Rozdziale 6 autor przedstawia propozycję, oraz dokonuje analizy, algorytmów dla kanałów z ograniczonym dostępem wielokrotnym w klasycznym modelu MAC, gdzie pakiet nie ma określonej stacji docelowej, ale musi być słyszalny w całym kanale. Rozdział ten jest znaczącym rozszerzeniem pracy

1. Elijah Hradovich, Marek Klonowski, Dariusz R. Kowalski: *Contention resolution on a restrained channel*. ICPADS 2020: 89-98

Autor przeprowadza symulację zaprojektowanych algorytmów i porównuje ich działanie z klasycznymi protokołami typu *backoff*. Według analiz dokonanych przez autora zaproponowane algorytmy są optymalne lub prawie optymalne dla różnych klas protokołów badanych w literaturze.

W Rozdziale 7 mgr inż. Hradovich bada protokoły dla ograniczonych kanałów wielokrotnego kanałów dostępu przy dodatkowym założeniu, że każdy pakiet musi być dostarczony do konkretnej stacji. Rozdział ten jest oparty na wynikach z pracy:

2. Bogdan S. Chlebus, Elijah Hradovich, Tomasz Jurdzinski, Marek Klonowski, Dariusz R. Kowalski: *Energy Efficient Adversarial Routing in Shared Channels*. SPAA 2019: 191-200

Konkretniej, autor rozważa model kanałów, w którym każdy pakiet ma za cel jedną ze stacji podłączonych do kanału jako miejsce przeznaczenia. Ponadto, w modelu tym pakiet może być dostarczony tylko wtedy, gdy jego stacja docelowa została włączona w danej rundzie transmisji pakietów oraz algorytmy mogą dostarczać pakiety w wielu węzłach, wykorzystując do routingu stacje inne niż źródłowa i docelowa. W modelu tym autor przedstawia deterministyczne algorytmy rozproszone i ocenia ich efektywność w najgorszym przypadku.

Rozdział 8 oparty jest na wynikach z pracy

3. Elijah Hradovich, Marek Klonowski, Dariusz R. Kowalski: *New View on Adversarial Queueing on MAC*. IEEE Commun. Lett. 25(4): 1144-1148 (2021)

Przedstawia on odpowiednik klasycznego prawa Little'a wraz z analizą średnich przypadków dla algorytmów dyskretnych kanałów wielokrotnego dostępu działających w warunkach, w których mogą być one zaatakowane przez przeciwnika. Stosuje on tę metodę do kilku dobrze znanych algorytmów, pokazując, jak poszczególne strategie przeciwników odnoszą się do oszacowań najgorszego przypadku. Rozprawę kończy Rozdział 9, w którym autor podsumowuje uzyskane rezultaty.

Ocena wyników zawartych w pracy. Praca wydaje się wartościowym wkładem w naukę, a zawarte w niej rezultaty są wg. mojej oceny poprawne. Niestety praca jest z dziedziny odległej

od moich zainteresowań naukowych i nie znam większości wcześniejszej literatury jej dotyczącej. Opanowanie tej wiedzy zajęłoby mi wiele miesięcy, co z licznych powodów nie jest możliwe. Dlatego o wadze wyników wnioskuję głównie na podstawie rangi konferencji/czasopisma, na których się one ukazały. Nie jest najlepsze podejście do oceny pracy naukowej, ale, z powodów opisanych wyżej, nie dysponuję innym.

Z trzech prac, na których oparta jest rozprawa mgr. inż. Ilyi Hradovicha „najwyżej” opublikowana została praca [2] która ukazała się na konferencji SPAA. Jest to znana i dobra konferencja z długą tradycją (odbywa się ona od roku 1989). O ile mi wiadomo, jest ona uważana za nieco mniej prestiżową od najważniejszych konferencji w tej dziedzinie, takich jak DICS, ale jest to zdecydowanie dobre miejsce do publikowania. Pozostałe prace [1,3] ukazały się w miejscach o niższej randze. W odróżnieniu od konferencji SPAA konferencja ICPADS nie była mi wcześniej znana, jednak z tego, co udało mi się ustalić na podstawie krótkiej kwerendy w Internecie, posiada ona pewną renomę. Trudno mi się natomiast wypowiadać na temat czasopisma *IEEE Commun. Lett.* W informatyce ogólnie rzecz biorąc, prace publikuje się w najpierw na konferencjach (które to określają rangę wyniku), a potem ewentualnie w czasopismach. Stąd moja rozeznanie w rankingach czasopism informatycznych jest ograniczone. Rozumiem jednak, że po części taki wybór miejsca publikacji dla pracy [1] wynikał z jej charakteru (zawiera ona propozycję terminologii, a nie „twardy wynik matematyczny”).

Powyższe prace są współautorskie, jednak liczba autorów mieści się w granicach normy w informatyce teoretycznej (mają one między 3 a 5 autorów). Według wyjaśnień mgr. inż. Hradovicha zawartych na stronie 12 rozprawy, jego wkład we wszystkie powyższe prace był kluczowy.

Opisany wyżej dorobek (jedna praca na bardzo dobrej konferencji i dwie w trochę gorszych miejscach) w zupełności wystarczyłby na doktorat np. na moim wydziale, choć już nie na doktorat z wyróżnieniem, ani na pozycję adiunkta. Oczywiście, jak zaznaczyłem powyżej, moja ocena, z konieczności oparta na randze konferencji/czasopism może być traktowana tylko jako pewne przybliżenie. Mam nadzieję, że drugi recenzent rozprawy mgr. inż. Ilyi Hradovicha jest bardziej kompetentny ode mnie i dostarczy komisji pełniejszą ocenę merytoryczną.

Drobne uwagi językowe i stylistyczne. Zasadniczo praca jest napisana poprawnym językiem angielskim. Mam jednak wrażenie, że w występuje w niej wiele błędów w użyciu rodzajników. Jest to częste zjawisko w pracach pisanych przez autorów, których języki ojczyste nie posiadają takich przedimków (w tym w pracach niżej podpisanego). Niestety taki błąd pojawia się prawdopodobnie już w samym tytule rozprawy, mianowicie przed słowem „adversary” moim zdaniem brakuje rodzajnika. Sugerowałbym sprawdzenie gramatyki przed ostateczną publikacją rozprawy.

Ponadto, numeracja rozdziałów w opisie struktury pracy (strona 11) wydaje się nie odpowiadać prawdziwej numeracji.

Mam też pewne wątpliwości odnośnie do zdania ze strony 12: “Apart from three published papers, this dissertation contains results included in two unpublished yet manuscripts (partially overlapping with the previous papers)” (podanych po tym zdaniu dwóch prac nie udało mi się odnaleźć w internecie). Mój niepokój wzbudziło stwierdzenie „partially overlapping with the previous papers” – czy oznacza to wersję czasopismową tych wcześniejszych prac? Dlaczego w taki razie tytuły są inne oraz prace są „partially overlapping”? Chciałbym uczulić autora, że wielokrotne publikowanie tych samych wyników w pracach konferencyjnych może skutkować zarzutami popełnienia autoplagerii.

Konkluzja. Uważam, że złożona rozprawa mgr. inż. Ilyi Hradovicha bez wątpienia spełnia wymagania ustawowe i zwyczajowe stawiane pracom doktorskim i może stanowić podstawę nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w zakresie informatyki.



Stefan Dziembowski