

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. Bartłomieja Przybylskiego z Uniwersytetu im Adama Mickiewicza
pt. *Parallel-machine scheduling of generalized unit-time jobs*

Niniejszą recenzję opracowałem na wniosek pana dziekana Wydziału Matematyki i Informatyki UMK prof. dr. hab. Jerzego Kaczorowskiego z dnia 25.02.2019.

1. Wprowadzenie

Problem szeregowania zadań ma długoletnią historię, sięgającą początków ubiegłego stulecia i wczesnych prac Gantta.

Rozprawa doktorska mgr. Bartłomieja Przybylskiego dotyczy modnej tematyki tzw. szeregowania zadań z efektem uczenia się. Składa się ona z pięciu rozdziałów merytorycznych obramowanych wprowadzeniem z jednej strony i bibliografią z drugiej. Bibliografia zawiera kilkadziesiąt pozycji, w tym 5 samodzielnych prac autorstwa doktoranta, z czego 2 to artykuły w pismach z listy ISI JCR (filadelfijskiej). Całość spisana jest na 64 stronach z pomocą edytora TEX.

2. Omówienie zawartości rozprawy

W rozprawie rozważa się dwa modele szeregowania zadań z ograniczeniami kolejnościowymi i zmiennymi czasami wykonywania zadań na wielu równoległych maszynach. W przypadku pierwszego modelu mamy do czynienia ze zmiennymi czasami wykonywania zadań, będącymi iloczynami podstawowych czasów wykonywania oraz wartości pewnej funkcji $\varphi(r)$ zależnej od numeru r pozycji zadania w uszeregowaniu. Ograniczenia kolejnościowe mogą być opisane zbiorem łańcuchów, drzewem typu in-tree bądź dowolnym innym acyklicznym grafem skierowanym. Kryterium optymalności to C_{\max} , $\sum C_j$ bądź suma ważona $\sum w_j C_j$. W przypadku drugiego modelu czasy wykonywania opisane są za pomocą całek Riemanna.

Rozdział 0. jest wstępny. Rozdział 1. wprowadza podstawowe definicje i oznaczenia. Rozdział 2. opisuje aktualny stan wiedzy nt. szeregowania zadań na maszynach

równoległych. Główne wyniki rozprawy, mówiące jak rozwiązać wybrane problemy z tej grupy, są przedstawione w rozdziale trzecim i czwartym.

Rozdział 3. dotyczy zmiennych czasów wykonywania postaci $p_{j,r} = \varphi(r)$, gdzie $\varphi(r)$ jest pewną funkcją pozycji r zadania w uszeregowaniu. Istotną rolę odgrywa tutaj przekształcenia, Λ , zdefiniowane w początkowej części rozdziału. Główne wyniki tego rozdziału to następujące twierdzenia:

- problem $P|in-tree, p_{j,r}=\varphi(r)|C_{\max}$ można rozwiązać w czasie $O(n)$ dla słabo malejącej funkcji $\varphi(r)$ (twierdzenie 3.2),
- problem $P|in-tree, p_{j,r}=\varphi(r)|\Sigma C_j$ można rozwiązać w czasie $O(n^m)$ dla słabo malejącej funkcji $\varphi(r)$ (twierdzenie 3.14),
- problem $P|p_{j,r}=\varphi(r)|\Sigma w_j C_j$ można rozwiązać w czasie $O(n \log n)$ dla słabo malejącej funkcji $\varphi(r)$ (twierdzenie 3.17),
- problem $P2|chain, p_{j,r}=\varphi(r)|\Sigma C_j$ można rozwiązać w czasie $O(n^3)$ dla dodatniej funkcji $\varphi(r)$ (twierdzenie 3.18).

Rozdział 4. poświęcony jest zmiennym czasom wykonywania opisanym za pomocą (oznaczonych) całek Riemanna postaci $p_{j,r} = \int \mu$, gdzie μ jest pewną funkcją, a całkę liczy się po pewnym przedziale. Podobnie jak w rozdziale 3. istotną rolę odgrywa przekształcenie Δ , analogicznej natury co przekształcenie Λ z rozdziału 3. Główne wyniki rozdziału 4. to następujące twierdzenia:

- twierdzenie 4.7 (jeżeli μ jest dodatnią i słabo malejącą funkcją, to jeżeli istnieje optymalne uszeregowanie dla instancji problemu $P|prec|C_{\max}$ i spełnia ono pewne warunki, to odpowiadające mu uszeregowanie otrzymane na pomocą pewnego przekształcenia Δ jest optymalne dla instancji problemu $P|prec, p_{j,r}=\int \mu|C_{\max}$ z czasami całkowymi)
- twierdzenie 4.8 (podobne do twierdzenia 4.7, ale dotyczące kryterium ΣC_j)
- twierdzenie 4.11 (problem $P|prec, p_{j,r}=\int \mu|\Sigma C_j$ można rozwiązać w czasie pseudowielomianowym)
- twierdzenie 4.15 (podzielne odpowiedniki problemów z twierdzeń 4.7 i 4.11 można rozwiązać w czasie pseudowielomianowym).

3. Uwagi ogólne

W rozprawie stosuje się jednolite podejście polegające na konstruowaniu uszeregowania badanego problemu ze zmiennymi czasami za pomocą przekształceń harmonogramów dla problemu z czasami stałymi, z wykorzystaniem klasycznych algorytmów szeregowania zadań

jednostkowych (Hu, Coffman-Graham). Pozwala to na zbadanie granic stosowalności tych algorytmów.

Ogólnie, treść rozprawy znamionuje dużą wiedzę kandydata w rozpatrywanej tematyce. Plusem wydaje mi się zdefiniowanie kilku nowych typów uszeregowania dla problemów ze zmiennymi czasami, co pozwala na łatwiejszą klasyfikację konstruowanych harmonogramów. W rozprawie nie znalazłem istotnych błędów matematycznych. Wedle mojej wiedzy wyniki rozprawy są oryginalne i dotyczą modnej ostatnio tematyki szeregowania zadań z efektem uczenia się/zmęczenia.

Jak wiadomo, rozważane problemy należą do klasy NP-trudnych. Dlatego, w trakcie lektury rozprawy, zastanawiałem się, jak dalece można poszerzyć założenia przyjętego modelu matematycznego, by otrzymać algorytmy - co prawda już nie dokładne - ale wielomianowe algorytmy aproksymacyjne o gwarantowanej dokładności względnej lub absolutnej.

4. Uwagi językowo-redakcyjne

Nie spotkałem się jeszcze z pracą doktorską, która byłaby wolna od błędów językowych i/lub typograficznych. Poniżej wyliczyłem kilka drobnych błędów tego rodzaju. Mam nadzieję, że moje uwagi przydadzą się przy pisaniu kolejnych artykułów przez doktoranta.

str. 5.4 hard ← complete [bo problemy, o których tu mowa, są decyzyjne]

str. 6⁺⁸ edge ← arc [bo w teorii grafów krawędzie skierowane nazywa się łukami, a odpowiednie grafy - digrafami]

str. 14⁺²² an another [?]

str. 16.5 ws ← was

str. 39⁺¹⁰ [w tej linii występują koło siebie 3 słowa that. Nie byłoby to problemem, gdyby nie fakt, że w linii wyżej i niżej też występują słowa that]

str. 35 Figure III An ← A

str. 44⁺⁶ that ← than

str. 54⁺² So far, we assumed ← So far, we have assumed

str. 59⁺² algorithms ← Algorithms [bo tytuły książek piszemy poczynając z dużej litery (tytuły doktoratów też)]

Ogólnie mówiąc praca jest bardzo dobrze zredagowana i zilustrowana. Czyta się ją z przyjemnością. Jest to praca matematyczna, a jednak symboliki matematycznej nie jest ani za dużo, ani za mało.


5. Wniosek końcowy

Powyższe uwagi nie obniżają mojej wysokiej oceny zawartości merytorycznej pracy. Reasumując stwierdzam, że:

1. Tematyka rozprawy jest ciekawa i aktualna.
2. Doktorant zastosował właściwe narzędzia badawcze.
3. Praca napisana jest poprawnym językiem angielskim.
4. Rozprawie towarzyszy kilka wartościowych prac opublikowanych w wydawnictwach o cyrkulacji międzynarodowej, w tym 2 samodzielne artykuły w czasopismach z listy ISI JCR (z czego jeden w prestiżowym *Optimization & Industrial Engineering*).

W związku z powyższym uważam, że rozprawa doktorska pana magistra Bartłomieja Przybylskiego, zatytułowana *Parallel-machine scheduling of generalized unit-time jobs*, spełnia z nadmiarem wymagania stawiane pracom doktorskim, wynikające z odpowiedniej ustawy o stopniach i tytułach. Dlatego wnoszę o dopuszczenie doktoranta do publicznej obrony.

Ponadto przyjrzałem się dokładnie bibliografii cytowanej przez pana Przybylskiego i stwierdzam, iż średnia liczba autorów przypadających na jedną publikację żurnalową w jego dziedzinie jest bliska 2. Biorąc pod uwagę dojrzałość i samodzielność doktoranta, wnoszę o wyróżnienie jego rozprawy doktorskiej.



Marek Kubale