

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym doktora Tomasza Krawczyka.

Doktor Tomasz Krawczyk przedstawił jako osiągnięcie naukowe cykl prac zatytułowany „Algorytmy kolorowania i reprezentowania struktur kombinatorycznych”. W jego skład wchodzi siedem prac podzielonych na trzy bloki tematyczne. Wkład procentowy dr Krawczyka w treść prac to na ogół 50% za wyjątkiem pracy [A3] dla której jest to 33.3%, można więc uznać, że jego udział był znaczący, a niekiedy wiodący. Prace te zostały opublikowane w znakomitych czasopismach (SIAM Journal on Discrete Mathematics, Combinatorica, Discrete and Computational Geometry) i pojawiły się na ważnych konferencjach (FOCS, ESA, European Conference on Combinatorics, Graph Theory and Applications i inne). Wszystkie prace mają wielu autorów co jest jednak częstą praktyką w świecie informatyki teoretycznej.

Autoreferat dr Krawczyka jest obszerny, zawiera wprowadzenie w tematykę, historię omawianych problemów, chyba wszystkie definicje potrzebne do zrozumienia tekstu, a także dość szczegółowe szkice analiz algorytmów, rozumowań czy też dowodów występujących w pracach osiągnięcia naukowego. Można się nawet zastanawiać czy te opisy nie powinny być bardziej „wysokopoziomowe”, bardziej w warstwie idei i intuicji.

Prace włączone do osiągnięcia naukowego są podzielone na trzy bloki tematyczne: blok „A” algorytmy online kolorujące porządki, „B” szacowanie liczby chromatycznej dla pewnych klas grafów przecięć, „C” rozszerzanie częściowej reprezentacji grafów przecięć i porządków. Trzeba tutaj zaznaczyć, że prace te można uznać za „jednotematyczny cykl prac” czego wymaga ustawa.

W następnej części recenzji omówię krótko zawartość prac. W pracach bloku „A” czyli [A1], [A2], [A3] omawia się algorytmy online kolorujące porządki. Dokładniej chodzi tu o kolorowanie porządków o szerokości w , używając liczby kolorów będącej funkcją zmiennej w , oznaczanej jako $val(w)$. Z pracy Kiersteada [47] wiadomo, że istnieje algorytm z $val(w) \leq (5^w - 1)/4$.

W pracy [A2] opisuje się algorytm online z poprawionym w stosunku do [47] podwykładniczym oszacowaniem $val(w) \leq w^{13 \log w}$. Wynik ten został później poprawiony przez Habilitanta w pracy [12] do $val(w) \leq w^{6.5 \log w + 7}$.

Algorytm z pracy [A2] wykorzystuje redukcję do kolorowania tzw. porządków regularnych (gra regularna). Opiera się mianowicie na lemacie udowodnionym w [A2], że $val(w) \leq w \cdot rval(w)$ gdzie $rval()$ to liczba kolorów dla gry regularnej. Kolorowanie to oblicza się wykorzystując algorytm typu FirstFit z pracy [A1], przy czym wymaga to także czegoś w rodzaju redukcji do porządków akceptowanych przez algorytm z [A1]. Są to konkretnie porządki $(k+k)$ -wolne, o

szerokości w , dla których algorytm z [A1] używa $O(kw^2)$ kolorów.

Motywacją dla pracy [A1] był znany fakt, że dla kolorowania online porządków przedziałowych potrzeba $10w$ kolorów, a z drugiej strony porządki przedziałowe to to samo co porządki $(2+2)$ -wolne. Stąd pomysł uogólnienia stałej 2 na zmienną k . W pracy [A3] przedstawiono ograniczenie na liczbę kolorów używanych przez algorytm FirstFit kolorujący porządki Q -wolne o szerokości w , przy czym ograniczenie to zależy od Q i w .

Pomysł zastosowany w pracy [A2] jest godny uwagi i został doceniony jako że praca została przyjęta przez prestiżową konferencję FOCS.

W pracach [B1] i [B2] podaje się górne ograniczenia liczby chromatycznej pewnych grafów przecięć, przy czym ograniczenia te są funkcją zależną od $\omega(G)$ czyli liczby klikowej grafu wejściowego. Wykorzystuje się tutaj następujący pomysł: działanie algorytmu online kolorującego wejściowy graf przecięć można opisać przy pomocy tzw. „grafu rozgrywki”, który jak się okazuje także jest grafem przecięć. Co więcej oba grafy, wejściowy i rozgrywki, mają te same własności (czy też parametry) związane z kolorowaniem. Tak więc ze znanego faktu że na grafie przedziałowym o liczbie klikowej w algorytmy online mogą być zmuszone do użycia $3w-2$ kolorów, można wyprowadzić wniosek znajdujący się w pracy [B2], że istnieją grafy przecięć prostokątów o liczbie klikowej w i liczbie chromatycznej $3w-2$. Technika podobna do opisanej jest stosowana na wiele różnych sposobów skutkując dziewięcioma oszacowaniami liczby chromatycznej dla różnych klas grafów przecięć.

Muszę przyznać, że wyniki powyższe były dla mnie zaskakujące, gdyż na pierwszy rzut oka nie ma wielkiego związku między algorytmami online, a szacowaniem liczby chromatycznej grafów.

W pracach [C1] i [C2] omawia się zagadnienie rozszerzania częściowej reprezentacji dla pewnych klas grafów przecięć i porządków. Rozważane są następujące klasy grafów przecięć: grafy permutacji, grafy funkcyjne, funkcji częściowych i grafy trapezowe. Przykładowo dla klasy grafów funkcyjnych (jest to graf przecięć funkcji na przedziale $[0,1]$) problem sprowadza się do poszukiwania przechodniej orientacji pewnego grafu, przy czym z uwagi na to, że takich orientacji jest wykładniczo dużo, stosuje się sprytny „trik” wykorzystujący tzw. modułarną dekompozycję owego grafu, co ostatecznie daje algorytm wielomianowy opisany w pracy [C1] (twierdzenie 12 z autoreferatu). Podobne algorytmy przedstawiono dla wszystkich wymienionych wyżej klas grafów przecięć.

Liczba prac nie włączonych do osiągnięcia naukowego wynosi 10 ([D1-10]). Poruszane w tych pracach tematy to: wymiar online porządków, kolorowanie grafów reprezentowanych geometrycznie, rozszerzanie częściowej reprezentacji grafów planarnych, rozgrywana liczba chromatyczna grafu nieporównywalności oraz algorytmiczne właściwości kodów kluczowych (to ostatnie to zapewne kontynuacja pracy doktorskiej). Jest tam także jedna praca przeglądowa. Trzeba tu zauważyć, że wkład procentowy Habilitanta w ich treść jest nieco niższy niż w przypadku prac omawianych wcześniej. Liczba tych prac nie jest może duża, ale wydaje się wystarczająca.

Podsumowując, uważam że w pracach dr Krawczyka znaleźć można wiele ciekawych pomysłów i idei. Ponadto należy podkreślić jego dużą znajomość

literatury, oraz to że często rozwiązuje problemy postawione przez innych matematyków (np. negatywna odpowiedź na pytanie Erdosa dotyczące liczby chromatycznej udzielona w pracy [D6]). Warto także wspomnieć o jego współpracy z tak znanymi matematykami jak William T. Trotter (prace [D5] i [D6]).

Doktor Krawczyk kierował jednym grantem, a był wykonawcą w pięciu innych. Otrzymał dwie nagrody zespołowe III stopnia i jedną II stopnia od Rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego. Wygłosił referaty na 12 międzynarodowych konferencjach. Jeśli chodzi o indeks Hirscha i liczbę cytowań to wynoszą one odpowiednio 6 i 62. Jak wspomniałem wcześniej jego prace pojawiają w bardzo dobrych czasopismach/ konferencjach (uwagę zwraca zwłaszcza konferencja FOCS, praca [A2]).

Wszystko to sprawia, że jestem absolutnie przekonany, że osiągnięcie naukowe dr Krawczyka stanowi znaczący wkład w rozwój kombinatoryki i informatyki teoretycznej. Dlatego bez najmniejszego wahania popieram wniosek o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego.

Poznań, 20.09.2018

Michał Hanćkowiak