

prof. dr hab. Paweł M. Idziak
Katedra Algorytmiki
Wydział Matematyki i Informatyki
Uniwersytet Jagielloński
ul. Prof. Stanisława Łojasiewicza 6
30–348 Kraków

tel.: (+48–12) 664 66 48
sekr.: (+48–12) 664 66 47
fax: (+48–12) 664 66 72
e-mail: idziak@tcs.uj.edu.pl
<http://tcs.uj.edu.pl>

Kraków, 27 grudnia 2017

Opinia¹ o zmianach i uzupełnieniach rozprawy doktorskiej Mariusza Felisiaka

pt. *Algorytmy numeryczne
w spektralnej analizie Coxetera bigrafów*

Kolejna wersja zaprezentowanej rozprawy doktorskiej stara się uwzględnić moje uwagi z recenzji pierwszej wersji. W istocie główną zmianą jest dodanie rozdziału 8, w którym przedstawiono próbę analizy złożoności zastosowanych algorytmów i procedur.

W ostatecznej wersji rozprawy² analiza ta została wykonana w miarę poprawnie, choć raczej niezbyt głęboko. Przyznaje to sam autor pisząc (w liniach 88₁–89²) o swoim podejrzeniu NP-trudności niektórych rozwiązywanych algorytmicznie (w czasie wykładniczym) problemów, powziętym po *niezbyt głębokiej analizie złożoności swoich algorytmów*. Zdanie to wraz z innymi stwierdzeniami wzmacniają wrażenie słabej informatycznej edukacji autora. Te inne stwierdzenia to np:

90_{1–2}: *Autorskie algorytmy 8.2.1 i 8.2.2 mają wykładniczą pesymistyczną złożoność obliczeniową, co potwierdzają wyniki eksperymentalne.* – Dziwi tu wyciąganie wniosków o tempie wzrostu funkcji na podstawie jej wartości dla argumentu $n \leq 9$.

¹Opinia ta jest uzupełnieniem recenzji pierwszej wersji doktoratu. Tę uprzednią recenzję dołączam do niniejszej opinii.

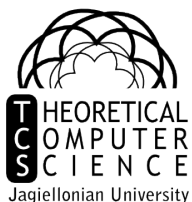
²Wersja pośrednia (przesłana mi do recenzji) zawierała błąd świadczący o braku obycia algorytmicznego:

$$\binom{\frac{n}{2}}{2} = \frac{\frac{n}{2}!}{2! \cdot (\frac{n}{2} - 2)!} \stackrel{\downarrow}{=} \frac{\frac{n!}{2}}{(n-4)!} = \dots$$

i dalej dostaje się wielomian czwartego stopnia. Pomijając fakt dość zdumiewającego błędu w rachunkach, to właśnie ten stopień wielomianu powinien być ostrzeżeniem o możliwym błędzie. Brak takiej reakcji świadczy o znikomym doświadczeniu w kombinatoryce i/lub szacowaniu złożoności; lub (biorąc pod uwagę bardzo dobre przygotowanie algebraiczne autora) o głębokiej wierze w liniowość wszystkich operatorów.

97²¹: Zwykle złożoność $O((2n)^{n+1} \cdot n^3)$ podaje się w formie $O(2^n n^{n+4})$ lub $\tilde{O}(2^n n^n)$.

Mimo braku głębszej analizy złożonościowej rozważanych w hipotezie spektralnej problemów obliczeniowych (w szczególności braku dolnych ograniczeń typu NP-trudności czy #P-trudności) wykonana praca w całej rozprawie jest, w mojej ocenie, wystarczająca do uzyskania stopnia doktora nauk matematycznych. Wydaje się również, że moje uprzednie wątpliwości o przypisaniu jej do dyscypliny *informatyka* lekko osłabły. Dlatego wnioskuję o dopuszczenie magistra Mariusza Felisiaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



prof. dr hab. Paweł M. Idziak
Katedra Algorytmiki
Wydział Matematyki i Informatyki
Uniwersytet Jagielloński
ul. Prof. Stanisława Łojasiewicza 6
30–348 Kraków

tel.: (+48–12) 664 66 48
sekr.: (+48–12) 664 66 47
fax: (+48–12) 664 66 72
e-mail: idziak@tcs.uj.edu.pl
<http://tcs.uj.edu.pl>

Kraków, 2 grudnia 2016

Recenzja rozprawy doktorskiej Mariusza Felisiaka

pt. *Algorytmy numeryczne
w spektralnej analizie Coxetera bigrafów*

Recenzowana praca doktorska przedstawia w rozszerzonej formie wyniki zawarte w pracach:

- R.Bocian, M.Felisiak and D.Simson, Numeric and mesh algorithms for the Coxeter spectral study of positive edge-bipartite graphs and their isotropy groups, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, **259**(2014), 815–827,
- M.Felisiak, Computer algebra technique for Coxeter spectral study of edge-bipartite graphs and matrix morsifications of Dynkin type A_n , *Fundamenta Informaticae*, **125**(2013), 21–49,
- M.Felisiak and D.Simson, On combinatorial algorithms computing mesh root systems and matrix morsifications for the Dynkin diagram A_n , *Discrete Mathematics*, **313**(2013), 1358–1367,
- M.Felisiak and D.Simson, Applications of matrix morsifications to Coxeter spectral study of loop-free edge-bipartite graphs, *Discrete Applied Mathematics*, **192**(2015), 49–64,

oraz w kilku artykułach pokonferencyjnych:

- 3 z konferencji SYNASC (*International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing*) z lat 2011, 2012 i 2013,
- i jednej z konferencji CTW (*Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization*) z roku 2012.

Rozprawa stanowi przyczynek do realizacji długofalowego programu badawczego ulokowanego na pograniczu teorii grafów i algebry liniowej. Program ten zakłada, że pewne niezmienniki (jak np. spektrum wartości własnych) macierzy incydencji (multi)grafów (lub macierzy pokrewnych) niosą wystarczająco dużo informacji o reprezentowanych w ten sposób grafach. W istocie, poprzez reprezentację grafu G przez jego macierz sąsiedztwa (wraz z rozważanymi modyfikacjami wynikającymi z podziału

(multi)krawędzi grafu G na dwa typy – znakowane odpowiednio przez $+$ i $-$), bada się jak dużo informacji o grafie G niesie stowarzyszona z nim całkowitoliczbowa macierz (opisująca licznosc multikrawędzi i ich zgodny znak), a w zasadzie jej (zespolone) spektrum, tzn. (multi)zbiór wartości własnych.

Oczywiście grafy izomorficzne (jako multigrafy ze znakowanymi krawędziami) mają sprzężone macierze incydencji (i to poprzez permutację wierszy i kolumn, a zatem przez macierz o wyznaczniku równym ± 1) i w konsekwencji mają te same multizbiory wartości własnych.

Jednym z celów rozprawy był atak na potwierdzenie implikacji odwrotnej, tzw. hipotezy spektralnej:

- jeśli macierze (tego specjalnego typu, tzn. powstałe w opisany wyżej sposób z multigrafów o znakowanych krawędziach) mają te same spektra wartości własnych, to są sprzężone (poprzez macierz o wyznaczniku jednostkowym).

W rozprawie potwierdzono tę hipotezę dla niewielkich grafów (o co najwyżej 9-ciu wierzchołkach). W istocie skonstruowano program, który korzystając z ładnych wyników teoretycznych (uzyskanych wspólnie z promotorem) pozwala na redukcję problemu do grafów/diagramów Dynkina, a następnie użyto tej klasyfikacji w oparciu o diagramy Dynkina do obliczeniowego potwierdzenia w/w hipotezy spektralnej dla grafów o co najwyżej 9-ciu wierzchołkach..

Niestety użyte algorytmy są raczej naiwne (z informatycznego punktu widzenia) i nie przełamują bariery wynikającej z wykładniczego rozmiaru przestrzeni poszukiwanych rozwiązań (w tym świadków sprzężenia). Nie pokuszono się również o podanie dolnych ograniczeń złożonościowych (jak NP-trudność, czy $\sharp P$ -trudność).

Drugim atakowanym w rozprawie problemem, było odnajdywanie świadków potwierdzających sprzężenie macierzy powstałych (w rozważany sposób) z grafów. W konstrukcji algorytmów (tym razem symbolicznych) oparto się na wypracowanej przez S.Kasjana i D.Simsona metodzie oczkowej konstrukcji odpowiednich kołczanów (grafów skierowanych) stowarzyszonych z rozważanymi (multi)grafami, które w wielu przypadkach są już prostsze w “obróbce algorytmicznej” niż grafy wyjściowe. Tak wyprodukowane kołczany pozwalają na strukturalizację wyjściowych grafów (niektórych rodzajów, w szczególności tych związanych z diagramami Dynkina typu A_n), co z kolei jest pomocne przy konstrukcji algorytmów do obliczeń symbolicznych.

Niestety również i tu nie dokonano analizy złożonościowej wypracowanych algorytmów. Do rozprawy nie dołączono implementacji użytych algorytmów. Być może zawiera ona ciekawe pomysły optymalizacyjne, lecz na podstawie samej rozprawy nie można tego stwierdzić, ani ocenić.

Podsumowując, pracę oceniam wysoko pod względem zawartych w niej (na ogół współautorskich) wyników algebraicznych. Niestety moja ocena zawartości informatycznej jest znacząco niższa. Zastosowane metody nie zawierają istotnie twórczych pomysłów algorytmicznych, nie wprowadzają nowych struktur danych dedykowanych

przetwarzaniu rozważanych macierzy. Brakuje mi również analizy/dyskusji dotyczącej złożoności obliczeniowej rozważanych problemów.

Dlatego uważam, że rozprawa powinna być uzupełniona o te elementy, i dopiero wtedy oceniona jako rozprawa doktorska w dyscyplinie *informatyka* dziedziny nauk matematycznych. W obecnej postaci nie mogę z pełnym przekonaniem stwierdzić, że spełniona jest przesłanka art.13 ust.1 *Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* mająca brzmienie *Rozprawa doktorska ... powinna ... wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej. ...*