



Lubeka, 2018.12.19

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym

Pana dra Włodzimierza Moczurada

Osiągnięcie naukowe, które stanowi podstawę wniosku o habilitację dra Włodzimierza Moczurada, przedstawione jest w cyklu siedmiu prac:

- [H1] Michał Kolarz and Włodzimierz Moczurad, *Directed figure codes are decidable*, Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science, 11(2): 1-14 (2009).
- [H2] Włodzimierz Moczurad, *Directed Figure Codes with Weak Equality*, In Proc. International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning (IDEAL), Springer, 2010, pp. 242-250.
- [H3] Włodzimierz Moczurad, *Plane-Filling Properties of Directed Figures*, In Proc. Frontiers in Algorithmics and Algorithmic Aspects in Information and Management (FAW-AAIM), Lecture Notes in Computer Science, Springer, 2011, pp. 255-263.
- [H4] Michał Kolarz and Włodzimierz Moczurad, *Multiset, set and numerically decipherable codes over directed figures*, In Proc. International Workshop on Combinatorial Algorithms (IWOCOA), Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2012, pp. 224-235.
- [H5] Włodzimierz Moczurad, *Domino Graphs and the Decipherability of Directed Figure Codes*, In Proc. International Workshop on Combinatorial Algorithms (IWOCOA), Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2013, 453-457.
- [H6] Włodzimierz Moczurad, *Defect property in \mathbb{Z}^2* , In Local Proceedings of WORDS 2013, Turku Centre for Computer Science (TUCS) Lecture Notes, 2013, pp 64-70.
- [H7] Małgorzata Moczurad and Włodzimierz Moczurad, *Testing decipherability of directed figure codes with domino graphs*, Schedae Informaticae Vol. 22 (2013): 27-40.

Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze otrzymane po uzyskaniu stopnia doktora w roku 2000 zostały opublikowane w sześciu pracach, z których trzy ukazały się w czasopiśmie a trzy pozostałe w materiałach konferencyjnych.

Szczegółowe omówienie i ocena osiągnięcia naukowego

Badania przedstawione w artykułach zaliczonych do osiągnięcia naukowego dotyczą kodów w których słowa zmiennej długości uogólnia się do figur dwuwymiarowych. Opierają się one na definicji etykietowanych figur skierowanych z ustalonymi punktami początkowymi i końcowymi, która została wprowadzona w artykule [H1]. Prace dra Moczurada są kolejną, alternatywną próbą uogólnienia klasycznych kodów opartych na słowach nad ustalonym (skończonym i niepustym) alfabetem, do struktur w dwóch wymiarach, których zastosowanie może okazać się być przydatne n.p. przy analizie obrazów. Uogólnienia tego typu zostały wcześniej zaproponowane i badane między innymi przez takich autorów jak Aigrain, Beauquier [*Theoretical Computer Science* (1995)], Costagliola, Deufemia, Ferrucci, Gravino [*Information and Computation* (2003)], czy Beauquier, Nivat [*Theoretical Computer Science* (2003)]. Osiągnięcia związane z przedłożoną rozprawą można pogrupować w sposób następujący.

Jednoznaczna dekodowalność kodów opartych na figurach skierowanych. Jeden z fundamentalnych problemów związanych z kodami zmiennej długości polega na rozstrzygnięciu, czy zadany skończony zbiór figur jest kodem, to znaczy, czy dowolna skończona konkatenacja figur jest jednoznacznie dekodowalna. Niewątpliwie do głównych osiągnięć rozprawy dra Moczurada należy wynik (podany w pracy [H1]), który mówi, że problem czy zadany, skończony etykietowany zbiór figur skierowanych z określoną funkcją łączącą (tzw. m -konkatenacją) jest kodem, jest rozstrzygalny. Dowód tego twierdzenia jest konstrukcyjny. Wstępnie bada się czy zadany zbiór figur spełnia własność bycia zbiorem jednostronnym a następnie, podobnie jak w klasycznym algorytmie Sardinas i Pattersona, systematycznie poszukuje się konkatenacji figur skierowanych, która dopuszcza dwie różne dekompozycje. W tym celu wykorzystując lokalne własności geometryczne obszarów ograniczających, pokazuje się, że liczba nietrywialnych konfiguracji, tzw. konfiguracji zredukowanych, które mogą być sufiksem m -konkatenacji mającej niejednoznaczną dekompozycję jest skończona i da się ją stosunkowo prosto wyliczyć. Dowód jest ciekawy i pomysłowy a przedstawiony wynik pokazuje nietrywialne uogólnienie kodów do dwóch wymiarów dla których własność bycia kodem jest rozstrzygalna.

W pracy [H2] analizuje się własność bycia kodem opierając się na tzw. słabej równości na figurach skierowanych z określoną funkcją łączącą. Dwie figury, bądź ich konkatenacje, są słabo równe, jeśli ich równość zachodzi z pominięciem punktów początkowych i końcowych. Dopuszczając równość w słabym sensie jak również jej klasyczną wersję (jak w pracy [H1]), dr. Moczura definiuje trzy nowe rodzaje kodów na figurach skierowanych. W [H2] dowodzi się, że odpowiednie klasy kodów tworzą właściwą hierarchię ze względu na inkluzję oraz, jako główny rezultat, pokazuje się, że dla nowo zdefiniowanych klas kodów problem jednoznacznej dekodowalności jest rozstrzygalny. Dowody rozstrzygalności opierają się na prostym uogólnieniu techniki wykorzystanej w pracy [H1].

Kolejne rozszerzenie kodów na figurach skierowanych analizowane jest w pracy [H4], w której dopuszcza się odpowiednio deszyfrowalność multisetową (multiset decipherability, MSD), zbiorową

(set decipherability, SD) oraz liczbową (numeric decipherability, ND). Tego typu deszyfrowalności wprowadzone i badane były wcześniej dla przypadku klasycznych kodów na słowach. Uwzględniając deszyfrowalność jednoznaczną (unique decipherability, UD), którą badano oddzielnie w pracy [H1], oraz wzmacniając rozważaną wcześniej m -konkatenację do przypadku bez funkcji łączącej (t.j. takiej, gdzie figury skierowane nie mogą się pokrywać), autorzy [H4] analizują łącznie osiem rodzajów kodów na figurach skierowanych. Główne wyniki tej pracy pokazują, że problem jednoznacznej dekodowalności dla zbiorów jednostronnych jest rozstrzygalny nie tylko w przypadku UD kodów z m -konkatenacją, ale także dla figur skierowanych z deszyfrowalnością typu MSD, SD oraz ND. Podobny rezultat zachodzi, gdy zbiór figur nie jest jednostronny, jakkolwiek tu dla jednej kombinacji problem rozstrzygalności pozostaje otwarty. W [H4] pokazano ponadto, że własność bycia kodem w najbardziej ogólnym przypadku jest nierozstrzygalna dla wszystkich czterech możliwych rodzajów deszyfrowalności. Wyniki pozytywne dowodzi się przy użyciu podobnej techniki, jaką użyto w [H1] oraz w pracy M. Kolarza [*Theoretical Informatics and Applications RAIRO* (2010)]. Wyniki negatywne pokazuje się poprzez redukcję z problemu odpowiedności Posta w podobny sposób jak w pow. pracy Kolarza.

W pracy [H5] oraz w jej pełniejszej wersji [H7] opublikowanej w czasopiśmie *Schedae Informaticae*, analizuje się rozstrzygalność problemu jednoznacznej dekodowalności dla zbiorów figur skierowanych przy użyciu grafów skierowanych, których wierzchołki reprezentują konfiguracje zredukowane (określone jak w [H1]) zaś krawędzie modelują relacje rozszerzenia jednej konfiguracji do drugiej. Pokazuje się, że dla jednostronnych zbiorów figur skierowanych problem bycia kodem z deszyfrowalnością typu UD, MSD, SD lub ND daje się zredukować do problemu osiągalności w grafie skierowanym. Uzyskane wyniki pokrywają się z rezultatami opublikowanymi wcześniej w pracach [H1] i [H4].

Pozostałe własności kodów opartych na figurach skierowanych. W przedłożonej rozprawie bada się także, czy zbiory figur skierowanych spełniają tak zwaną własność defektu. Dla zbioru X własność defektu definiuje się w ten sposób, że jeśli X jest nie-kodem, to istnieje zbiór figur skierowanych Y taki, że $|Y| < |X|$ oraz każdą konkatenację nad figurami z X da się zdekomponować na figury kodowe z Y . W pracy [H1] podano kilka przykładów, które pokazują, że własność ta nie jest spełniona w modelu z funkcją łączącą. W artykule [H6] przytacza się dalsze przykłady zbiorów, które pokazują, że własność defektu nie jest spełniona także w modelu bez funkcji łączącej oraz w modelu dyskutowanym znacznie wcześniej przez dra Moczuradę w pracy opublikowanej w *International Journal of Computer Mathematics* (2000).

Pokrycia figurami skierowanymi. W [H3] dr Moczurad dyskutuje ważne problemy samoorganizacji (*self-assembly*) w oparciu o figury skierowane. Dokładniej, analizuje się tu zadanie pokrycia płaszczyzny figurami bez funkcji łączącej (jak w [H4], t.j. przyjmując że figury nie mogą się nakładać) oraz bada się, czy przy użyciu danego (skończonego) zbioru da się wygenerować nieskończony lub semi-nieskończony *zipper*. Inspiracją do tych badań są fundamentalne prace Adlemana i Winfree'ego. Główny wynik [H3] pokazuje, że problem, czy zadany skończony zbiór

figur skierowanych pokrywa płaszczyznę, jest nierozstrzygalny. Ponadto dowodzi się nierozstrzygalności istnienia nieskończonego oraz semi-nieskończonego zippera. Jak potwierdza autor, rezultaty przedstawione w [H3] nie są zupełnie nowe a motywacją do tej pracy było zastosowanie jednolitego podejścia, które może okazać się użyteczne w dalszych badaniach.

Dowód nierozstrzygalności istnienia (semi-)nieskończonego zippera otrzymuje się poprzez redukcję z podobnego problemu decyzyjnego w którym pytamy o istnienie nieskończonego zippera (T, d) -skierowanego. Nierozstrzygalność tego problemu została udowodniona przez Adlemana i inn. w [SIAM Journal on Computing (2009)]. Dowód nierozstrzygalności pokrycia płaszczyzny figurami skierowanymi wykorzystuje w stosunkowo prosty sposób redukcję z problemu pokrywania płaszczyzny płytkami Wang.

Ogólna ocena osiągnięcia naukowego. W podsumowaniu, dr Moczurad zaproponował nowy sposób uogólnienia kodów opartych na słowach zmiennej długości do struktur w dwóch wymiarach. Przedstawił kilka wariantów takiego uogólnienia i przeanalizował ich własności, z których najważniejsza to własność bycia kodem. W rozprawie pokazano szereg ciekawych i wartościowych wyników, które wnoszą wkład w poznanie i zrozumienie kodów w dwóch wymiarach. Zadaniem recenzenta jest teraz ocenić czy wyniki te stanowią "znaczący wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej".

Po wnikliwej analizie przedstawionego osiągnięcia, sądzę, że jak na kandydata do stopnia doktora habilitowanego, dorobek naukowy dra Moczurada jest stosunkowo skromny. Dowodzi się, że problem bycia kodem w modelu z funkcją łączącą jest rozstrzygalny a w pracach [H1,H4,H5,H7] podaje się algorytmy, które ten problem rozwiązują. Brakuje tu jednak dokładnej analizy złożoności obliczeniowej tych algorytmów. W konsekwencji, wyniki uzyskane w pracach [H5,H7] pokrywają się z rezultatami opublikowanymi wcześniej w [H1,H4] i w zasadzie nie wnoszą one nic nowego. Nie jest badana także złożoność obliczeniowa problemu jednoznacznej dekodowalności zbiorów figur skierowanych. Dla porównania, w przypadku klasycznych kodów zmiennej długości wiadomo np., że problem bycia nie-kodem jest zupełny w klasie NL (non-deterministic logarithmic space) a jego dopełnienie jest w klasie L (deterministic logarithmic space) wtedy i tylko wtedy, gdy $L = NL$. Wyniki przedstawione w pracy [H3] są ciekawą próbą opisu i modelowania samoorganizacji na płaszczyźnie przy użyciu figur skierowanych. Jednakże rezultaty pokazane w tej pracy nie są zupełnie nowe a techniki dowodowe opierają się w stosunkowo prosty sposób na konstrukcjach innych autorów.

Zaproponowany model figur skierowanych, zwłaszcza ten, który dopuszcza funkcję łączącą (m -konkatenację), jest mało intuicyjny i wydaje się być mało przydatny. We wstępach do prac [H1-H7] jak i w autoreferacie, dr Moczurad pisze, że model ten może mieć zastosowanie do indeksowania i kodowania obrazów w bazach danych lub w obrazkowych kodach kreskowych nie podając jednak przekonujących argumentów na poparcie tej tezy. Pozostaje więc pytanie, na ile rzeczywista jest możliwość wykorzystania tego podejścia. Jak dotąd model zdefiniowany w rozprawie nie spotkał się z szerszym zainteresowaniem ani ze strony teoretyków ani praktyków.



Poza pracami dra Moczurada lub jego współautorów nie znalazłem innych prac, w których bada się uogólnienia słów do dwóch wymiarów w oparciu o definicję figur skierowanych. Można sądzić, że zaproponowany w rozprawie model uznany został za zbyt mało użyteczny i że szanse jego wykorzystania są niewielkie.

W skład osiągnięcia naukowego dra Włodzimierza Moczurada wchodzi siedem prac. Należy jednak zwrócić uwagę, że praca [H7] jest poszerzoną i uzupełnioną wersją artykułu [H5] opublikowanego w materiałach konferencyjnych i w konsekwencji w skład osiągnięcia nie powinno wliczać się jednocześnie obu tych prac.

Kolejnym mankamentem dorobku naukowego jest niska ranga czasopism i konferencji w materiałach których publikowane są wyniki badań Habilitanta. Dla przykładu czasopismo *Schedae Informaticae* w której opublikowana jest praca [H7] nie znajduje się nawet na liście czasopism *dblp: computer science bibliography* (poza numerem z roku 2009). Praca [H6] opublikowana została w serii *Turku Centre for Computer Science (TUCS) Lecture Notes* jako *local proceedings* konferencji WORDS 2013 a raporty TUCS także nie są uwzględniane w liczących się międzynarodowych bazach danych bibliograficznych.

Ogólna ocena dorobku naukowego oraz aktywności naukowej Habilitanta

Wymierny pozostały dorobek naukowy dra Włodzimierza Moczurada po doktoracie uzyskanym w roku 2000 to sześć prac, z których trzy ukazały się w czasopismach:

- *International Journal of Computer Mathematics* (2000),
- *Ars Combinatoria* (2007) oraz
- *Theoretical Informatics and Applications RAIRO* (2007).

Trzy pozostałe prace ukazały się w materiałach konferencji:

- *International Colloquium on Mathematics and Computer Science 2004* opublikowanych w serii *Trends in Mathematics* w wydawnictwie Birkhäuser,
- *Computing and Combinatorics (COCOON) 2004, Lecture Notes in Computer Science* oraz
- *Language and Automata Theory and Applications (LATA) 2008 Lecture Notes in Computer Science*.

Powyższe prace, podobnie jak te omawiane wcześniej, dotyczą także uogólnień słów i kodów do dwóch wymiarów z tą różnicą, że figury nie są "ukierunkowane" oraz nie mogą się one pokrywać. Dla tego modelu, szeroko dyskutowanego w literaturze, bada się problemy jednoznacznej dekodowalności, własności defektu oraz analizuje się trudność zliczania kodów figurowych. Wiadomo jest, że w ogólnym przypadku problem bycia kodem dla zadanego zbioru figur jest nierozstrzygalny. W pracy przedstawionej na konferencji COCOON (2004) autorzy analizują zbiory ograniczone wyłącznie do etykietowanych figur kwadratowych i pokazują ciekawy wynik, który mówi, że w przypadku zbiorów dwuelementowych problem bycia kodem jest rozstrzygalny natomiast staje się on nierozstrzygalny, jeśli zbiory zawierają 15 (lub więcej) elementów. Rezultat

ten uzupełnia w istotny sposób twierdzenie Beauquiera i Nivata [*Theoret. Comp. Sci.* (2003)] o nierozstrzygalności problemu jednoznacznej dekodowalności dla etykietowanych poliomin. W pracy przedstawionej na konferencji LATA (2008) oraz opublikowanej w *Ars Combinatoria* (2007) autorzy zajmują się interesującym problemem zliczania kodów figurowych. Pokazują w szczególności, że dla każdego ustalonego k , stosunek liczby kodów składających się z k figur rozmiaru $\leq n$ do liczby wszystkich k -elementowych zbiorów figur rozmiaru $\leq n$ zmierza do 1, przy n dążącym do nieskończoności. Wynika stąd, że losowe zbiory figur dużego rozmiaru, spełniają z dużym prawdopodobieństwem własność kodu.

Podsumowując, uważam wyniki zaliczone do pozostałego dorobku naukowego za ciekawe. Sądzę jednak, że dorobek ten jest stosunkowo niewielki jak na kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego. W ciągu ponad 18-tu lat po uzyskaniu tytułu doktora, dr Moczurad opublikował, poza pracami wliczonymi do osiągnięcia naukowego, sześć artykułów, z których trzy ukazały się w materiałach konferencyjnych. Dodatkowo, ta niewielka liczba publikacji nie jest zrekompensowana miejscem publikacji. Czasopisma *Int. J. Comput. Math.*, *Ars Combinatoria* czy *RAIRO-Theor. Inf. Appl.* nie należą do wiodących w dziedzinie informatyki a konferencje na których dr Moczurad prezentował wyniki swoich badań nie należą do tych najbardziej prestiżowych i uznanych. Także liczba cytowań prac zaliczonych do pozostałego dorobku nie jest imponująca: wg Google Scholar prace te były cytowane w sumie 45 razy, spośród czego 29 to autocytywania.

Z pozostałych informacji dotyczących dorobku po doktoracie wynika, że Habilitant wygłosił w latach 2003-2011 kilka wykładów na uniwersytetach za granicą oraz przedstawiał wyniki swoich badań na wielu krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Był recenzentem dla czasopism *Ars Combinatoria* i *Theoret. Comp. Sci.* Pozytywnie należy ocenić kierowanie projektem badawczym NCN, grant Opus w latach 2012-2014 oraz uzyskanie dorocznej nagrody Rektora UJ, 12-krotnie. Brakuje jednak innych ważnych form aktywności naukowej, w szczególności staży naukowych, dłuższych pobyków w ośrodkach zagranicznych czy współpracy z innymi krajowymi lub zagranicznymi grupami badawczymi jak również udziału w organizacji międzynarodowych konferencji naukowych.

Bardzo pozytywnie należy ocenić wypromowanie przez dra Moczurada około 50-ciu magistrantów oraz opiekę w roli promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim Michała Kolarza.

Konkluzja

Prace badawcze doktora Moczurada od czasu uzyskania doktoratu w roku 2000, zaowocowały 11 publikacjami. W latach 2000-2008 powstało sześć prac, które zaliczono do pozostałego dorobku naukowego. Tematyka tych prac jest dość ściśle związana z pracą doktorską. W latach 2009-2014 dr Moczurad opublikował siedem kolejnych prac, które wchodzi w skład osiągnięcia naukowego. Kontynuuje się w nich badana analogicznych problemów jak poprzednio, przyjmując nowy model



figur dwuwymiarowych i analizując kilka jego wariantów. Dr Moczurad pokazał szereg ciekawych rezultatów jednak w podsumowaniu ich znaczenie jest stosunkowo niewielkie jak na wymagania stawiane w postępowaniach habilitacyjnych i w mojej ocenie nie stanowią one "znacznego wkładu autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej". Potwierdza to mała liczba publikacji oraz ich miejsce: zarówno czasopisma jak i konferencje gdzie prezentowane były wyniki badań nie należą do tych najbardziej prestiżowych i uznanych w dziedzinie informatyki. Nowy sposób uogólnienia kodów opartych na słowach zmiennej długości zaproponowany i badany w pracach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego nie spotkał się jak dotąd z zainteresowaniem ani ze strony teoretyków ani praktyków a szanse na jego wykorzystanie wydają się niewielkie.

Na uwagę zwraca stosunkowo mała aktywność naukowa Habilitanta. Dr Moczurad nie odbył żadnego dłuższego stażu naukowego, brak jest współpracy z innymi grupami naukowymi w kraju lub za granicą oraz udziału w organizacji międzynarodowych konferencji naukowych. Ponadto lista współautorów ogranicza się do dwóch osób, które także związane są z UJ. Wszystko to odzwierciedla się w wąskim zakresie tematyki prac badawczych i zainteresowań Habilitanta oraz w małej oryginalności inicjowanych badań. Podsumowując, w mojej ocenie dr Moczurad nie osiągnął jeszcze poziomu samodzielnego pracownika naukowego uprawniającego do prowadzenia niezależnego życia naukowego i budowy własnej grupy badawczej.

Po głębokim namyśle uważam, że całokształt dorobku naukowego i organizacyjnego Habilitanta nie spełniają zwyczajowych kryteriów i formalnych wymagań określonych w Ustawie z dn. 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. W związku z powyższym zmuszony jestem negatywnie zaopiniować jego wniosek.

Disłus