

Wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Informatyka

AUTOREFERAT

Spis treści

1. Wykształcenie i praca naukowo-badawcza.....	2
1.1. Posiadane stopnie naukowe.....	2
1.2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	2
1.3. Przebieg pracy naukowo-badawczej.....	2
2. Syntetyczny wykaz osiągnięć naukowych.....	5
2.1. Wskaźniki dorobku naukowego.....	5
2.2. Tabelaryczne podsumowanie dorobku naukowego.....	5
2.3. Pozostała działalność naukowa.....	7
2.4. Stypendia oraz nagrody naukowe.....	7
3. Osiągnięcia naukowe przed otrzymaniem stopnia doktora.....	8
3.1. Tematyka badań naukowych przed otrzymaniem stopnia doktora.....	8
3.2. Wyniki badań opisane w rozprawie doktorskiej.....	8
3.3. Wyniki badań nie opisane w rozprawie doktorskiej.....	10
4. Wskazanie osiągnięcia po otrzymaniu stopnia doktora.....	12
4.1. Lista publikacji.....	12
4.2. Tematyka badań naukowych.....	12
4.3. Opis uzyskanych wyników.....	13
4.4. Literatura.....	18
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	20
5.1. Opis pozostałych osiągnięć naukowych.....	20
5.2. Opis aktualnie prowadzonych badań naukowych.....	21
5.3. Zainteresowania naukowo-dydaktyczne.....	22
5.4. Prace badawcze i wdrożenia w przemyśle.....	23
6. Działalność dydaktyczna oraz organizacyjna.....	24
6.1. Zajęcia dydaktyczne.....	24
6.2. Opieka naukowa nad studentami.....	24
6.3. Działalność organizacyjna i popularyzacja nauki.....	24
7. Wykaz prac naukowych.....	25
7.1. Wykaz opublikowanych prac naukowych przed uzyskaniem stopnia doktora.....	25
7.2. Wykaz opublikowanych prac naukowych po uzyskaniu stopnia doktora.....	26
7.3. Wykaz prac naukowych wystanych lub przygotowywanych do wystania.....	28

1. Wykształcenie i praca naukowo-badawcza

1.1. Posiadane stopnie naukowe

- a. 2002 Doktor nauk technicznych, Wydział Elektroniki Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej (dyplom z wyróżnieniem), promotor: prof. dr hab. inż. Marek Kubale, tytuł: *Uszeregowania zadań wieloprocesorowych minimalizujące średni czas przepływu*
nagrody: rozprawa doktorska zdobyła nagrodę Premiera w 2003 roku
- b. 1999 Magister inżynier informatyki, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej (dyplom z wyróżnieniem), nagrody: praca zdobyła I miejsce w ogólnopolskim konkursie Polskiego Towarzystwa Informatycznego na najlepsze prace magisterskie z Informatyki
- c. 1996 - 2000 Studia na kierunku Matematyka Teoretyczna na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego
- d. 1994 - 1999 Studia na kierunku Informatyka na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej

1.2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- a. 2002-obecnie Adiunkt w Katedrze Algorytmów i Modelowania Systemów, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Politechnika Gdańska
- b. 1999-2002 Asystent w Katedrze Algorytmów i Modelowania Systemów, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Politechnika Gdańska

1.3. Przebieg pracy naukowo-badawczej

a. Charakterystyka pracy naukowo-badawczej

Włączenie do badań prowadzonych przez zespół prof. Marka Kubale w 1995 roku stanowiło początek rozwoju naukowego kandydata, który był wtedy studentem I roku Informatyki na Politechnice Gdańskiej. Studia na Matematyce Teoretycznej na Uniwersytecie Gdańskim pozwoliły kandydatowi rozwinąć warsztat matematyczny i połączyć umiejętności projektowania i analizy algorytmów z modelowaniem matematycznym badanych zagadnień oraz formalnym dowodzeniem ich własności. Studia na uczelni technicznej pozwoliły ponadto dostrzegać zastosowania dla analizowanych modeli teoretycznych.

Ze względu na charakter prowadzonych badań oraz zastosowany w nich warsztat kandydat podzielił

swoje badania na trzy zasadnicze części, odnoszące się do okresów w rozwoju naukowym.

1. Chromatyczne modele szeregowania zadań (współpraca z zespołem prof. Marka Kubale), w tym badania własne nad tematyką rozprawy doktorskiej (1995-2002)

Badania prowadzone w tym okresie dotyczą tematów [T1] oraz [T2] zaprezentowanych w dalszej części rozdziału oraz omówionych w rozdziale 3. Prowadzone badania rozwinęły u kandydata warsztat naukowo-badawczy, ponadto udział w kilku międzynarodowych konferencjach w tym okresie pozwolił nawiązać pierwsze kontakty naukowe.

Główne osiągnięte wyniki dotyczą analizy złożoności obliczeniowej (w tym dowody NP-zupełności) oraz konstrukcji efektywnych (wielomianowych) algorytmów dokładnych i przybliżonych dla trudnych obliczeniowo problemów. Ponadto, oryginalne koncepcje opracowane przez kandydata w tamtym okresie znalazły uznanie i były rozwijane przez kolejnych badaczy, o czym świadczą liczne cytowania.

2. Opracowanie wydajnych rozwiązań dla wybranych problemów technicznych oraz teoretycznych z wykorzystaniem modeli grafowych (2002-2010)

Zainteresowania naukowe kandydata z tego okresu koncentrowały się na opracowaniu wydajnych rozwiązań dla wybranych problemów technicznych z wykorzystaniem teoretycznych modeli grafowych oraz badaniami podstawowymi nad wybranymi własnościami matematycznymi tych modeli. Kandydat skupił swoje badania na szeroko rozumianej analizie złożoności rozważanych zagadnień, w tym na wskazywaniu granicy między przypadkami obliczeniowo łatwymi (wielomianowymi) oraz trudnymi (NP-trudnymi). W toku badań kandydat opracował wiele matematycznych dowodów NP-zupełności, skonstruował liczne wielomianowe algorytmy dokładne oraz przybliżone. Ponadto, kandydat zaproponował nowe kierunki badań oraz wskazał nowe problemy w rozważanych zagadnieniach. Uzyskane przez kandydata wyniki znajdują zastosowanie w modelowaniu problemów technicznych, wskazując z jednej strony na bogate możliwości wykorzystania dyskretnych modeli grafowych w rozwiązywaniu zagadnień technicznych, z drugiej pokazując możliwości skonstruowania wydajnych rozwiązań algorytmicznych dla tych problemów. W szczególności kandydat rozważał modele dyskretne dla problemów przydziału częstotliwości w sieciach radiowych, przydziału długości fal w sieciach z rozwiązaniami komunikacyjnymi opartymi o sieci optyczne typu WDM (routing oraz multicasting), szeregowaniu zadań wieloprocesorowych na procesorach dedykowanych oraz w licznych zagadnieniach strzeżenia galerii modelowanych przez grafy. W tym okresie kandydat też zainicjował powstanie zespołów badawczych i organizował w wielu przypadkach przebieg prowadzonych badań.

Cykl publikacji na temat „*Modele grafowe w wybranych problemach technicznych. Algorytmy i złożoność obliczeniowa*” zgłoszony jako osiągnięcie naukowe w ramach niniejszego wniosku dotyczy publikacji pochodzących z tego okresu.

3. Nowe modele kolorowania i dominowania wraz z zastosowaniami oraz wybrane zagadnienia w badaniach operacyjnych (2010-obecnie)

W tym okresie badania prowadzone są w ramach nowych zespołów, których powstanie kandydat zainicjował i odpowiadał za opracowywanie nowych kierunków badawczych oraz organizację spotkań i pracy zespołu.

Aktualne zainteresowania naukowe kandydata obejmują nowe modele kolorowania i dominowania w grafach oraz szeregowanie zadań w zastosowaniach finansowych. Badania prowadzone w tym okresie dotyczą trzech tematów: nowych modeli kolorowania końcówkowego grafów [T12] (kontynuacja wcześniejszych badań), połączenia koncepcji szeregowania zadań oraz zagadnień finansowych [T13] oraz analizy bezpieczeństwa i koalicji w grafach [T14], jako szczególnych problemów dominowania.

Duża część uzyskanych wyników została przedstawiona na międzynarodowych konferencjach naukowych i jest w trakcie recenzji w renomowanych czasopismach, pozostałe wyniki są w trakcie opracowywania do

finalnych wersji artykułów.

b. Szczegółowa tematyka prowadzonych badań naukowych

- [T1] Badania nad chromatycznymi modelami szeregowaniem zadań (współpraca z zespołem prof. Marka Kubale) (1995-2001)
- [T2] Badania własne nad zagadnieniem sumacyjnego kolorowania grafów i jego zastosowań w szeregowaniu zadań (rozprawa doktorska, 1998-2002)
- [T3] Współudział w badaniach nad T-kolorowaniem w zakresie analizy złożoności oraz konstrukcji algorytmów dokładnych (2001-2003)
- [T4] Badania nad szeregowaniem zadań wieloprocesorowych, konstrukcja wielomianowych algorytmów dokładnych (2002-2007)
- [T5] Współudział w badaniach dotyczących komunikacji w sieciach (routing) (2004-2005)
- [T6] Badania nad dominowaniem w grafach i ich zastosowaniami w problemach rozmieszczania mobilnych strażników (2004-2007)
- [T7] Badania nad pakowaniem ścieżek P_3 w grafach i ich zastosowaniami (2005-2006)
- [T8] Zastosowania systemów automatycznej oceny rozwiązań problemów algorytmicznych w nauce programowania oraz analizie algorytmów (2005-2008)
- [T9] Badania nad pakowaniem czynników w grafach oraz ich zastosowaniami (2006-2007)
- [T10] Badania nad identyfikacją terenu za pomocą autonomicznego robota (2006-2009)
- [T11] Współudział w badaniach nad problemem $L(p,q)$ -kolorowania i jego zastosowaniami (2008-2009)
- [T12] Badania nad modelami kolorowania końcówkowego i ich zastosowaniami w komunikacji w sieciach (multicasting) (2007-obecnie)
- [T13] Badania nad zastosowaniem szeregowania zadań w zagadnieniach finansowych, m.in. analiza zdolności spłat kredytów, konstrukcja całkowicie wielomianowych schematów aproksymacyjnych (2011-obecnie)
- [T14] Badania nad zagadnieniami dominowania w grafach, w tym bezpieczeństwa i koalicji oraz ich zastosowaniami (2012-obecnie)

2. Syntetyczny wykaz osiągnięć naukowych

2.1. Wskaźniki dorobku naukowego

Wskaźnik Hirscha (h-index) ¹	5
Liczba niezależnych cytowań ¹	57
Sumaryczna wartość IF ^{1,2}	12,92
Sumaryczna liczba punktów MNiSW ³	550

1: Wg bazy Web of Science (JCR ISI)

2: 5-year IF wg bazy Web of Science (JCR ISI)

3: Punkty wyznaczone łącznie za wszystkie publikacje wg wykazu:

http://www.nauka.gov.pl/fileadmin/user_upload/Finansowanie/finansowanie_nauki/Lista_czasopism/20110808_UJEDNOLICONY_WYKAZ_ZA_2007.pdf

2.2. Tabelaryczne podsumowanie dorobku naukowego

a. Publikacje z listy czasopism wyróżnionych przez JCR ISI

Tytuł czasopisma	Ilość	IF	IF łącznie	Punkty MNiSW	Łącznie p. MNiSW
INFOR	1	0,596	0,596	13	13
Discrete Mathematics	2	0,556	1,112	20	40
Discrete Applied Mathematics	3	0,780	2,343	20	60
Algorithmica	1	0,738	0,738	27	27
Graphs and Combinatorics	1	0,375	0,375	20	20
Journal of Combinatorial Optimization	1	0,710	0,710	20	20
European Journal of Operational Research	1	2,277	2,277	32	32
Information Processing Letters	1	0,547	0,547	20	20
Computational Geometry: Theory and Applications	1	0,852	0,852	32	32
Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science	1	0,556	0,556	32	32
Lecture Notes in Computers Science ¹	7	0,402	2,814	13	91
RAZEM	20	-	12,92	-	387

1: Dotyczy publikacji, które ukazały się do października 2006 roku (IF=0,402 wg JCR 2005)

b. Publikacje w pozostałych czasopismach

Tytuł czasopisma	Ilość	Punkty MNiSW	Łącznie p. MNiSW
Electronic Notes in Discrete Mathematics	1	2	2
Lecture Notes in Computers Science ¹	3	13	39
Decision Making in Manufacturing and Services	1	6	6
Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej	8	6	48
Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej	6	6	36
Zeszyty Naukowe AGH	1	1	1
RAZEM	20	-	132

1: Dotyczy publikacji, które ukazały się począwszy od listopada 2006 roku.

c. Publikacje w materiałach konferencyjnych

Nazwa konferencji	Ilość	Łącznie p. MNiSW
7-th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (EFTA'99), Barcelona (1999)	1	2
Dwunasta Górską Szkoła PTI, Szczyrk (2000)	1	1
9-th International Conference on Advanced Computer Systems, Szczecin (2002)	1	2
10-th International Conference on Advanced Computer Systems, Międzyzdroje (2003)	1	2
Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, JCDCG'04, Tokyo (2004)	1	2
XIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Łódź (2005)	2	2
RAZEM	7	11

d. Rozdziały w monografiach

Opis pozycji	Ilość	Łącznie p. MNiSW ¹
Modeling and Optimisation - Methods and Applications, (in Polish), (J. Kacprzyk, J. Węglarz, Ed.), Exit (2002)	1	3
Discrete Optimization. Methods and Models of Graph Coloring, (in Polish), (M. Kubale, Ed.), WNT (2002)	1	3
Graph Colorings (M. Kubale, Ed.), Contemporary Mathematics 352, American Mathematical Society (2004)	1	7
RAZEM	3	13

1: Punkty za rozdziały w monografiach wyznaczone na podstawie rozporządzenia MNiSW z dn. 17 października 2007r., http://www.bip.nauka.gov.pl/_gALLERY/29/98/2998/20071017_rozporzadzenie_statutowa.pdf

2.3. Pozostała działalność naukowa

- a. Członek komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji SIROCCO 2011
- b. Udział w konferencjach międzynarodowych i krajowych (ponad 20 referatów), m.in. International Workshop on Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization (APPROX 2002), European Conference on Combinatorics (EUROCOMB 2005), International Conference on Parallel Processing and Applied Mathematics (PPAM 2005, 2009), International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA 2006), International Colloquium on Graphs and Optimization (GO 2012)
- c. Recenzja ponad 10 artykułów w międzynarodowych czasopismach, m.in. European Journal of Operational Research, Discrete Mathematics, Discrete Applied Mathematics, Theoretical Computer Science, Lecture Notes in Computer Science
- d. Uczestnictwo w 6 krajowych grantach naukowych, w tym jedno kierownictwo grantu

2.4. Stypendia oraz nagrody naukowe

- a. Nagroda Heweliusza dla młodych naukowców (2005)
- b. Nagroda Prezesa Rady Ministrów RP za rozprawę doktorską (2003)
- c. Dwukrotne stypendium Fundacji Nauki Polskiej (2003, 2004)
- d. Stypendium naukowe firmy INTEL (2002)
- e. I nagroda w konkursie PTI na najlepszą pracę dyplomową (2000)
- f. Pięć nagród naukowych Rektora Politechniki Gdańskiej
- g. Dwie nagrody dydaktyczne Rektora Politechniki Gdańskiej

3. Osiągnięcia naukowe przed otrzymaniem stopnia doktora

3.1. Tematyka badań naukowych przed otrzymaniem stopnia doktora

Zainteresowania naukowo-badawcze z okresu przed uzyskaniem stopnia doktora koncentrowały się na tematyce chromatycznego szeregowania zadań. Badania były prowadzone w dwóch obszarach:

- [T1] Badania nad chromatycznymi modelami szeregowaniem zadań (współpraca z zespołem prof. Marka Kubale) (1995-2001)
- [T2] Badania własne nad zagadnieniem sumacyjnego kolorowania grafów i jego zastosowań w szeregowaniu zadań (rozprawa doktorska, 1998-2002)

Podstawowym modelem matematycznym stosowanym w chromatycznym szeregowaniu zadań jest model grafowy, w ramach którego dla zadanych praktycznych problemów z szeregowania zadań (np. konstrukcja harmonogramów zadań w procesach produkcyjnych czy rozkładów zajęć) są konstruowane odpowiadające im modele kolorowania grafów uwzględniające ograniczenia wynikające z natury postawionego problemu.

W ramach prac nad chromatycznymi modelami szeregowania zadań (m.in. bez przestojów) kandydat włączył się w konstrukcję wielomianowych algorytmów dokładnych dla problemów zwartego kolorowania krawędzi wybranych klas grafów. Ponadto, koncentrując się na analizie pokolorowań zwartych w grafach dwudzielnych modelujących zagadnienie układania rozkładów zajęć nie zawierających przerw (bez przestojów) kandydat opracował koncepcję *stratności* grafu, jako miary *niezwartości* pokolorowań krawędziowych grafu i zbadał jej matematyczne własności. Wyniki badań zostały opublikowane w renomowanych czasopismach i nie zostały włączone do rozprawy doktorskiej.

W ramach prac nad tematyką sumacyjnego kolorowania grafów kandydat dokonał szczegółowej analizy złożoności obliczeniowej problemu dla wybranych klas grafów, konstruując serię własnych dowodów NP-zupełności dla klas z ograniczonym stopniem oraz grafów regularnych. Główne badania zostały skoncentrowane na konstrukcji algorytmów dokładnych oraz przybliżonych, gdzie kandydatowi udało się poprawić wcześniejsze najlepsze wyniki innych autorów. Rezultaty swoich badań kandydat ogłosił na kilku międzynarodowych konferencjach, następnie opublikował w renomowanych czasopismach.

3.2. Wyniki badań opisane w rozprawie doktorskiej

a. Tematyka badań

- [T2] Badania własne nad zagadnieniem sumacyjnego kolorowania grafów i jego zastosowań w szeregowaniu zadań (rozprawa doktorska, 1998-2002)

b. Lista publikacji

Na cykl składa się 10 publikacji (w tym 3 z listy czasopism JCR ISI) zawierających wyniki w większości zawarte w rozprawie doktorskiej. Numeracja publikacji odwołuje się do oznaczeń wprowadzonych w rozdziale 7.

- [A5] Małafiejski M., *Uszeregowania zadań wieloprocesorowych minimalizujące średni czas*

przeptywu, Dwunasta Górská Szkoła PTI, Szczyrk (2000), 93-96

- [A6] Małafiejski M., *Minimalizacja średniego czasu obsługi zadań w systemie równoległego przydziału zasobów*, Zesz. Nauk. Pol. Śl. 1474 (129) (2000), 273-285
- [A8] Małafiejski M., *Wybrane problemy harmonogramowania procesów w oparciu o dwudzielne grafykonfliktowe*, Zesz. Nauk. AGH (Automatyka t.5, z.1/2) (2001), 403-409
- [A9] Małafiejski M., *The complexity of the chromatic sum problem on cubic planar graphs and regular graphs*, 1st CologneTwenteWorkshop on Graphs and Combinatorial Optimization, Cologne (2001), Electronic Notes in Discrete Mathematics, Vol. 8 (2001)
- [A10] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., Piwakowski K., *Dedicated scheduling of biprocessor tasks to minimize mean flow time*, PPAM (2001), Lecture Notes in Computer Science 2328 (2002), 87-96
- [A11] Małafiejski M., *Sumacyjne kolorowanie grafów*, [w:] Discrete Optimization. Methods and Models of Graph Coloring, (M. Kubale, Ed.), WNT (2002), 93-111
- [A12] Małafiejski M., *Uszeregowania zadań wieloprocesorowych w ogólnych systemach równoległych*, [w:] Modeling and Optimisation - Methods and Applications, (J. Kacprzyk, J. Węglarz, Ed.), Exit (2002), 43-53
- [A13] Giaro K., Janczewski R., Kubale M., Małafiejski M., *A 27/26-approximation algorithm for the chromatic sum coloring of bipartite graphs*, APPROX (2002), Italy, Lecture Notes in Computer Science 2462 (2002), 135-145
- [A14] Janczewski R., Małafiejski M., *Algorytmy przybliżone dla wybranych problemów równoległego przydziału zasobów*, Zeszyt. Nauk. Politechniki Śląskiej nr 1554 (Automatyka (134)) (2002), 299-312
- [B10] Giaro K., Janczewski R., Kubale M., Małafiejski M., *Sum coloring of bipartite graphs with bounded degree*, Algorithmica 40 (2004), 235-244

c. Uzyskane wyniki

Model sumacyjnego kolorowania grafów został wprowadzony w pracy [KS89], gdzie autorzy zaprezentowali analizę podstawowych jego własności oraz pokazali NP-zupełność problemu sumacyjnego kolorowania grafów. W pracy [Sz99] autor pokazał NP-zupełność problemu sumacyjnego kolorowania dla grafów interwałowych, natomiast w pracy [Ni99] autorzy skonstruowali 2-przybliżony algorytm kolorowania grafów interwałowych. W pracy [Ba98] pokazano algorytm $(\Delta+2)/3$ -przybliżony algorytm dla grafów z ograniczonym stopniem oraz 2-przybliżony algorytm dla grafów krawędziowych. W pracy [BK99] autorzy pokazali, że problem sumacyjnego kolorowania grafów dwudzielnych jest APX-trudny, ponadto skonstruowali algorytm $10/9$ -przybliżony dla grafów dwudzielnych.

W swoich badaniach kandydat skoncentrował się na zagadnieniu chromatycznego szeregowania zadań wieloprocesorowych z kryterium minimalizacji średniego czasu przeptywu, dla którego przeprowadził liczne analizy złożoności oraz dokonał konstrukcji efektywnych algorytmów dokładnych i przybliżonych. Szczegółowe badania były prowadzone dla odpowiadających zagadnieniu szeregowania modeli chromatycznych, głównie sumacyjnego kolorowania wierzchołków grafów i multigrafów.

W pracy [A9] kandydat podsumował swoje badania nad złożonością problemu przeprowadzone w ramach pracy magisterskiej, pokazując NP-zupełność kolorowania sumacyjnego grafów kubicznych planarnych oraz regularnych. W kolejnych pracach [A13] oraz [B10] kandydat zawarł swoje wyniki z rozprawy doktorskiej dotyczące sumacyjnego kolorowania grafów dwudzielnych: dla grafów podkubicznych kandydat skonstruował dokładny algorytm wielomianowy, natomiast dla grafów ze stopniem ograniczonym przez 5

kandydat pokazał NP-zupełność problemu sumacyjnego kolorowania. Ponadto, kandydat poprawił wynik z pracy [2], konstruując algorytm 27/26-przybliżony dla sumacyjnego kolorowania grafów dwudzielnych.

d. Literatura

- [Ba98] Bar-Noy A., Bellare M., Halldórsson M.M., Shachnai H., Tamir T., *On chromatic sums and distributed resource allocation*, Information and Computation 140 (1998), 183-202
- [BK98] Bar-Noy A., Kortsarz G., *Minimum color sum of bipartite graphs*, Journal of Algorithms 28 (1998), 339-365
- [KS89] Kubicka E., Schwenk A.J., *An introduction to chromatic sums*, Proceedings of ACM Computer Science Conference (1989), 39-45
- [Sz99] Szkaliczki T., *Routing with Minimum Wire Length in the Dogleg-Free Manhattan Model is NP-Complete*, SIAM J. Comput. 29 (1) (1999), 274-287
- [Ni99] Nicoloso S., Sarrafzadeh M., Song X., *On the sum coloring problem on interval graphs*, Algorithmica 23 (1999), 109-126

3.3. Wyniki badań nie opisane w rozprawie doktorskiej

a. Tematyka badań

- [T1] Badania nad chromatycznymi modelami szeregowaniem zadań (współpraca z zespołem prof. Marka Kubale) (1995-2001)

b. Lista publikacji

Na cykl składa się 5 publikacji (w tym 3 z listy czasopism JCR ISI) zawierających wyniki, które nie zostały opisane w rozprawie doktorskiej.

- [A1] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *Szeregowanie zadań jednostkowych w systemie otwartym bez obustronnych przestojów*, Zesz. Nauk. Pol. Śl. 1337 (1996), 29-36
- [A2] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., Piwakowski K., *Chromatic scheduling of dedicated 2-processor UET tasks to minimize mean flow time*, 7-th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Proceedings, EFTA'99, Barcelona (1999), 343-347
- [A3] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *Compact scheduling in open shop with zero-one time operations*, INFOR 37 (1999), 37-47
- [A4] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *On the deficiency of bipartite graphs*, Discrete Applied Mathematics 94 (1999), 193-203
- [A7] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *Consecutive colorings of the edges of a general graph*, Discrete Mathematics 236 (2001), 131-143

c. Uzyskane wyniki

W zagadnieniach dedykowanego szeregowania zadań wykorzystuje się różne modele kolorowania grafów

(zarówno wierzchołkowego jak i krawędziowego) umożliwiające skuteczną analizę złożoności obliczeniowej zagadnienia oraz konstrukcję dokładnych i przybliżonych algorytmów wielomianowych. W odniesieniu do badanych modeli szeregowania zadań podzielnych na operacje (ang. *open-shop scheduling*), w których dodatkowym ograniczeniem jest wymóg by zarówno zadania (podzielone na operacje) wykonywane były bez przerwy (ang. *no-wait*), jak i procesory przetwarzały zadania w sposób ciągły (ang. *no-idle*), stosuje się model zwartego kolorowania krawędzi grafów (ang. *interval (consecutive, compact) edge coloring*), opisany w pracach [AK94], [GK97], [Se90] oraz [WS91].

W ramach wspólnych prac kandydat włączył się w konstrukcję wielomianowych algorytmów dokładnych dla problemów zwartego kolorowania krawędzi wybranych klas grafów [A1, A3, A7]. W przypadku grafów, dla których nie istnieją zwarte pokolorowania, kandydat zaproponował koncepcję stratności grafu, która została szczegółowo opisana i zbadana w pracy [A4], gdzie zaproponowane zostały klasy grafów dwudzielnych o dodatniej stratności oraz w pracy [A7], gdzie stratność była badana dla grafów ogólnych.

d. Literatura

- [AK94] Asratian A.S., Kamalian R.R., *Investigation on interval edge-colorings of graphs*, J. Combin. Theory Ser. B 62 (1994), 34-43
- [GK97] Giaro K., Kubale M., *Consecutive edge-colorings of complete and incomplete Cartesian products of graphs*, Cong. Numer. 128 (1997), 143-149
- [Se90] Sevastjanov S.V., *On interval colorability of a bipartite graph*, Met. Diskret. Analiz. 50 (1990), 61-72 (in Russian)
- [WS91] de Werra D., Solot P., *Compact cylindrical chromatic scheduling*, SIAM J. Discrete Mathematics 4 (1991), 528-534

4. Wskazanie osiągnięcia po otrzymaniu stopnia doktora

Jako osiągnięcie wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki wskazuję cykl publikacji na temat:

Modele grafowe w wybranych problemach technicznych. Algorytmy i złożoność obliczeniowa.

4.1. Lista publikacji

Na cykl składa się 9 wybranych publikacji (w tym 7 z listy JCR ISI) dokumentujących uzyskane wyniki po otrzymaniu stopnia doktora z całkowitej liczby 18 publikacji z całego dorobku związanego z tym tematem. Sumaryczny IF wybranych prac wynosi 5.529.

- [B5] Giaro K., Janczewski R., Małafiejski, *The complexity of T-coloring problem for graphs with small degree*, Discrete Applied Mathematics 129 (2003), 361-369
- [B11] Małafiejski M., *Sum coloring of graphs*, Graph Colorings (M.Kubale, Ed.), Contemporary Mathematics 352, American Mathematical Society (2004), 55-65
- [B15] Małafiejski M., Żyliński P., *Weakly cooperative guards in grids*, ICSSA 2005 (CGA'05), Lecture Notes in Computer Science, 3480 (2005), 647-656
- [B16] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *On Bounded Load Routings for Modeling k-regular Connection Topologies*, Proc. ISAAC'05, Lecture Notes in Computer Science 3827 (2005), 614-623
- [B22] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Parallel Processing Subsystems with Redundancy in a Distributed Environment*, Proc. Parallel Processing and Applied Mathematics (2005), Lecture Notes in Computer Science 3911 (2006), 1002-1009
- [B26] Kuszner Ł., Małafiejski M., *A polynomial algorithm for some preemptive multiprocessor task scheduling problems*, European Journal of Operational Research 176 (1) (2007), 145-150
- [B28] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Packing [1,Delta]-factors in graphs of small degree*, Journal of Combinatorial Optimization 14 (1) (2007), 63-86
- [B33] Janczewski R., Kosowski A., Małafiejski M., *The complexity of the L(p,q)-labeling problem for bipartite planar graphs of small degree*, Discrete Mathematics 309 (10) (2009), 3270-3279
- [B36] Janczewski R., Małafiejska A., Małafiejski M., *Interval wavelength assignment in all-optical star networks*, PPAM 2009, Lecture Notes in Computer Science 6067 (2010), 11-20

4.2. Tematyka badań naukowych

Zainteresowania naukowe kandydata z tego okresu koncentrowały się na opracowaniu wydajnych rozwiązań dla wybranych problemów technicznych z wykorzystaniem teoretycznych modeli grafowych oraz badaniami podstawowymi nad wybranymi własnościami matematycznymi tych modeli. Kandydat istotnie poszerzył wcześniejszą tematykę swoich badań naukowych (opisaną w rozdziale 3), wzbogacając swój warsztat naukowy o nowe modele kolorowania grafów (T-kolorowanie, L(p,q)-kolorowanie), kolorowania digrafów (kolorowanie końcówkowe), o nowe modele dla pokrycia i pakowania grafów (pakowanie ścieżek,

pakowania faktorów) oraz wybranych problemów dominowania w grafach. Szczegółowa problematyka badań mieszcząca się w zakresie tematu cyklu publikacji obejmuje:

- [T3] Współdział w badaniach nad T-kolorowaniem w zakresie analizy złożoności oraz konstrukcji algorytmów dokładnych i heurystyk (2001-2003)
- [T4] Badania nad szeregowaniem zadań wieloprocesorowych, konstrukcja wielomianowych algorytmów dokładnych (2002-2007)
- [T5] Współdział w badaniach dotyczących komunikacji w sieciach (routing) (2004-2005)
- [T7] Badania nad pakowaniem ścieżek P_3 w grafach i ich zastosowaniach (2005-2006)
- [T9] Badania nad pakowaniem faktorów w grafach oraz ich zastosowaniach (2006-2007)
- [T11] Współdział w badaniach nad problemem $L(p,q)$ -kolorowania (2008-2009)
- [T12] Badania nad modelami kolorowania końcówkowego i ich zastosowaniami w komunikacji w sieciach (multicasting) (2008-obecnie)

4.3. Opis uzyskanych wyników

a. Cel naukowy przeprowadzonych badań

Badania prowadzone w ramach przedstawionej tematyki miały na celu połączenie badań podstawowych z modelowaniem zagadnień technicznych. Zatem z jednej strony kandydat starał się znaleźć lub opracować najbardziej adekwatne modele dyskretne (głównie grafowe) dla wybranych zagadnień technicznych, z drugiej zaś starał się poszerzyć dostępną wiedzę na temat własności matematycznych tych modeli.

Uwzględniając zainteresowania naukowe kandydata oraz biorąc pod uwagę stosowany warsztat naukowy i zdobyte umiejętności w toku dotychczasowego rozwoju naukowego, kandydat skupił swoje badania na szeroko rozumianej analizie złożoności rozważanych zagadnień, w tym na wskazywaniu granicy między przypadkami obliczeniowo łatwymi (wielomianowymi) oraz trudnymi (NP-trudnymi). W toku badań kandydat opracował wiele matematycznych dowodów NP-zupełności, skonstruował liczne wielomianowe algorytmy dokładne oraz przybliżone. Ponadto, kandydat zaproponował nowe kierunki badań oraz wskazał nowe problemy w rozważanych zagadnieniach.

b. Osiągnięte wyniki

- [T3] Współdział w badaniach nad T-kolorowaniem w zakresie analizy złożoności oraz konstrukcji algorytmów dokładnych i heurystyk (2001-2003)

Lista publikacji z dorobku kandydata związana z powyższym tematem zawiera pozycje [B1], [B5] oraz [B6], z czego do cyklu została wybrana pozycja [B5]. Kandydat współpracował w badaniach nad problemem przydziału częstotliwości do nadajników radiowych w sposób umożliwiający skuteczną transmisję danych pomiędzy nadajnikami (w modelu *broadcasting*) unikając interferencji pomiędzy poszczególnymi nadajnikami ([Ha80], [CR82]). Problem techniczny można sprowadzić do T-kolorowania wierzchołków grafu modelującego potencjalne konflikty pomiędzy nadajnikami. Przy ograniczeniu dostępnych pasm

częstotliwości przydzielanych nadajnikom oraz posiadając informacje o konfliktach pomiędzy nimi, możemy zadać pytanie o istnienie przydziału pasm umożliwiającego bezkonfliktową komunikację.

W pracy [B5] została wykorzystana koncepcja homomorfizmu grafów, dzięki której problem badania T-rozpiętości (odpowiadającej w pewnym sensie szerokości pasma częstotliwości) grafu modelującego nadajniki został sprowadzony do analizy istnienia homomorfizmów między grafem nadajników a T-grafem (zob. [Li96]), modelującym potencjalne dozwolone konfiguracje kolorów (częstotliwości) występujące na sąsiednich wierzchołkach (nadajnikach).

W pracy [B5] autorzy skupiają się na konstrukcji wielomianowego kryterium weryfikacji złożoności obliczeniowej dla grafów podkubicznych, dla których udało się dzięki analizie własności skończonych podgrafów T-grafu precyzyjnie rozdzielić przypadki łatwe obliczeniowo (posiadające wielomiany algorytm dokładny) od przypadków trudnych obliczeniowo (NP-zupełnych). W pracy [Ja96] autorzy dowodzą NP-zupełności problemu T-rozpiętości dla grafów pełnych. Dla grafów z maksymalnym stopniem ograniczonym przez 2 optymalizacyjny problem T-kolorowania (o minimalnej rozpiętości) posiada wielomianowe rozwiązanie działające w czasie $O(n|T|^2 \log |T|)$. Dla pozostałych grafów podkubicznych złożoność problemu T-rozpiętości zależy od istnienia klikli o rozmiarze 3 w pewnych wybranych podgrafach T-grafu: jeżeli taka klikla nie istnieje, to problem można rozwiązać w czasie $O(n^2 + |T|^3)$, w przeciwnym wypadku problem jest NP-trudny, nawet dla ustalonego zbioru T (nie będącego parametrem wejścia). W pracach [B1] oraz [B6] pokazana została konstrukcją wielomianowych algorytmów: w pracy [B1] podane zostały algorytmy heurystyczne, natomiast w pracy [B6] skonstruowane zostały algorytmy dokładne dla grafów kolczastych, które są uogólnieniem grafów zewnętrznie planarnych.

[T4] Badania nad szeregowaniem zadań wieloprocesorowych, konstrukcja wielomianowych algorytmów dokładnych (2002-2007)

Lista publikacji z dorobku kandydata związana z powyższym tematem zawiera pozycje [B2], [B3], [B11] oraz [B26], z czego do cyklu zostały wybrane pozycje [B11] i [B26]. Tematyka badań dotyczy szeregowania zadań wieloprocesorowych z kryterium minimalizacji średniego czasu przepływu i stanowi kontynuację tematyki badawczej z rozprawy doktorskiej, opisanej w rozdziale 3.2.

W pracy [B11] kandydat dokonał przeglądu dotychczasowych wyników dotyczących sumacyjnego kolorowania grafów, opisał uogólnienia problemu (OCCP, ang. *optimal cost chromatic partition problem*), zaprezentował krótki dowód NP-zupełności sumacyjnego kolorowania grafów ogólnych, podał szereg różnych własności nieopublikowanych w innych pracach oraz sformułował problemy otwarte, m.in. problem sumacyjnego kolorowania grafów dwudzielnych z ograniczonym stopniem przez 4, który został ostatecznie rozwiązany w pracy [Ko09]. Wskazane i opisane zostały również zastosowania w szeregowaniu zadań wieloprocesorowych oraz projektowaniu układów VLSI (tzw. model *Manhattan dogleg-free*).

W pracy [B26], która stanowi kontynuację badań rozpoczętych w pracach [B2] oraz [B3], autorzy zajmują się problemem szeregowania wieloprocesorowych zadań podzielnych na procesorach dedykowanych z kryterium minimalizacji średniego czasu przepływu. Kandydat (wraz ze współpracownikiem) skonstruował wielomianowy ($O(n^2)$) algorytm dokładny dla problemu szeregowania zadań wieloprocesorowych na procesorach dedykowanych dla grafu konfliktów (modelującego konflikty zadań w dostępie do wspólnych zasobów (procesorów)), który nie zawiera ścieżki P_4 ani grafu zwanego *latawcem* (ang. *dart*) jako podgrafu indukowanego, co można sformułować w notacji trójpolowej jako $P|fix_j, G=\{P_4, dart\}$ -free, $pmtn|\Sigma_j$, gdzie G jest grafem konfliktów. Wynik ten stanowi istotne uogólnienie wcześniejszych wyników opublikowanych w pracach [CL98] ($P2|fix_j, pmtn|\Sigma_j$), [DD00] ($P|fix_j \in \{1, m\}, pmtn|\Sigma_j$) oraz [B2] ($P4|fix_j=2, pmtn|\Sigma_j$). Postawiona została również hipoteza, że jeżeli uproszczony graf konfliktów jest ścieżką P_4 lub latawcem, to problem staje się NP-trudny.

[T5] Współdziałanie w badaniach dotyczących komunikacji w sieciach (routing) (2004-2005)

Lista publikacji z dorobku kandydata związana z powyższym tematem zawiera pozycję [B16], która

została włączona do cyklu publikacji. Kandydat włączył się w badania nad problemem tzw. statycznego routingu ([BB97], [EJ01]), który należy do szerokiej klasy zagadnień komunikacji w sieciach.

Rozważany problem może być sprowadzony do znalezienia sposobu realizacji wirtualnej topologii sieci w istniejącej sieci fizycznej (modelowanej przez zadany graf). Wariant problemu rozważany w pracy (l-loaded k-routing) nie zakłada podania dokładnego schematu połączeń wirtualnej topologii (w postaci multigrafu), nakłada jednak ograniczenia na strukturę takich połączeń (k-regularność) oraz wprowadza ograniczenie górne (równe l) na obciążenie krawędzi (ang. *edge load*, *edge congestion*) w rozwiązaniu problemu (multigrafu oraz sposobu realizacji komunikacji).

Kandydat brał udział w opracowaniu koncepcji zaproponowanego wariantu problemu l-loaded k-routing, w konstrukcji algorytmów wielomianowych oraz opracowaniu koncepcji dowodu NP-zupełności. Do ważniejszych wyników podanych lub zaprezentowanych w pracy należy zaliczyć algorytm o złożoności $O(m^3 \log(m))$ dla problemu 1-loaded k-routing, poprawiony do złożoności $O(m)$ w szczególnym przypadku 1-loaded 1-routing, algorytm o złożoności $O(m+n)$ dla problemu 2-loaded 2-routing, algorytm o złożoności $O(mn)$ dla problemu 2-loaded k-routing (przy dodatkowym założeniu o minimalnym stopniu w grafie nie mniejszym niż k). W pracy zostały również pokazane (zarysowane) wyniki NP-zupełności, m.in. dla problemu 2-loaded 6-routing w grafach 4-regularnych oraz wskazane konsekwencje tego wyniku w innych problemach routingu.

[T7] Badania nad pakowaniem ścieżek P_3 w grafach i ich zastosowaniami (2005-2006)

Lista publikacji z dorobku kandydata związana z powyższym tematem zawiera pozycje [B15], [B17], [B22], [B25] oraz [B32], z czego do cyklu zostały wybrane pozycje [B15] oraz [B22], w których opisane zostały zastosowania problemu pakowania ścieżek (P_3) w problemie rozmieszczenia współpracujących (zabezpieczających się) strażników w galeriach (praca [B15]) oraz w zagadnieniu przetwarzania równoległego z redundancją w celu ograniczenia błędów (ang. *fault-tolerant parallel processing systems with redundancy*) (praca [B22]). Inne zastosowania można znaleźć w pracy [BH03].

W pracy [B15] kandydat wraz ze współpracownikiem zajmuje się jednym z problemów strzeżenia galerii w postaci krat dwuwymiarowych (ang. *2D-grids*) [Nt86] w modelu współpracujących strażników [NZ03]. Przyjęty model współpracy zakłada, że każdy strażnik strzegący fragmentu galerii widzi przynajmniej jednego innego strażnika. Problem ten można modelować poprzez odpowiadający mu problem pokrycia grafu przecięć kraty (ang. *intersection graph*) drzewami o średnicy równej 2, 3 lub 4, z co najwyżej jednym wierzchołkiem stopnia przynajmniej 3 (tzw. *pajkami*). Zatem problem minimalizacji liczby współpracujących strażników (w modelu *weak*) (MinWCG) w danej galerii można sprowadzić do problemu pokrycia grafu przecięć (tej galerii) maksymalną liczbą pajaków, który z kolei udało się pokazać, że jest równoważny problemowi maksymalnego upakowania ścieżek P_3 w danym grafie (rozłącznych wierzchołkowo), co jest jednym z ważniejszych wyników tej pracy. Ponadto pokazana została NP-zupełność problemu pakowania ścieżek P_3 w grafach podkubicznych planarnych, co pozwoliło pokazać kolejny ważny wynik z tej pracy, że problem MinWCG jest NP-trudny nawet dla krat planarnych, w których każdy segment przecina się z co najwyżej trzema innymi segmentami. Podany został również algorytm 7/6-przybliżony dla problemu MinWCG wykorzystujący konstrukcję algorytmu 3/2-przybliżonego dla problemu pakowania ścieżek P_3 z pracy [BH03].

W pracy [B22] kandydat wraz ze współpracownikami zajmuje się zastosowaniem problemu $\text{Max}P_3M$ (maksymalnego pakowania ścieżek) w zagadnieniu przetwarzania (testowania) równoległego z redundancją w celu ograniczenia błędów ([SL67],[LL93]). Zaproponowany model zakłada wydzielenie z architektury (modelowanej przez graf prosty) niezależnych struktur jednostek (rozłącznych wierzchołkowo składowych spójności), w których znajdują się przynajmniej 3 jednostki umożliwiające wytworzenie (wyboru) poprawnego rozwiązania. Problem znalezienia największej liczby niezależnych systemów (struktur jednostek) umożliwiających obliczenia w modelu *fault-tolerant* można sprowadzić do problemu $\text{Max}P_3M$. Skonstruowany został liniowy algorytm 4/3-przybliżony (poprawiając algorytm 3/2-przybliżony z pracy [BH03] oraz kwadratowy algorytm 4/3-przybliżony z pracy [KM04]) dla grafów podkubicznych bez

wierzchołków wiszących oraz składowych spójności o rozmiarze 5, skąd na mocy wyników z pracy [B15] pokazuje to istnienie algorytmu $9/8$ -przybliżonego dla problemu MinWCG dla krat, w których każdy segment przecina dwie lub trzy inne. Ponadto w pracy [B22] poprawiony został wynik NP-zupełności z pracy [B15], pokazując NP-zupełność problemu MaxP_3M dla dwudzielnych planarnych grafów kubicznych.

Badania nad zagadnieniem pakowania ścieżek w grafach kandydat prowadził również w pracach [B25] oraz [B32]. W pracy [B32] dla grafów kubicznych (o liczbie wierzchołków większej niż 16) pokazany został algorytm znajdujący MaxP_3M pokrywający przynajmniej $117n/152$ wierzchołków. Z drugiej strony została pokazana rodzina grafów, dla których nie może istnieć lepsze oszacowanie z góry niż $4n/5$.

[T9] Badania nad pakowaniem faktorów w grafach oraz ich zastosowaniami (2006-2007)

Lista publikacji z dorobku kandydata związana z powyższym tematem zawiera pozycje [B23] oraz [B28], z czego do cyklu została wybrana pozycja [B28]. Tematyka badań dotyczy zastosowania pakowania faktorów w grafach (przecięć) jako modelu rozwiązującego problem strzeżenia galerii przez kilka niezależnych zespołów strażników (ang. *fault tolerant guarding*, FTG). Wprowadzony w pracy [B23] problem FTG był rozważany dla krat (ortogonalnych oraz ogólnych), zarówno w wersji decyzyjnej (istnienia rozwiązania) jak i optymalizacyjnej (minimalizującej łączną liczbę strażników).

W pracy [B28] kandydat wraz ze współpracownikami prowadzi badania nad k -pakowaniem $[1, \Delta]$ -faktorów analizując istnienie pakowania (k -FP) oraz poszukując rozwiązań o najmniejszej łącznej liczbie krawędzi (Min- k -FP). Dokonana zostaje szczegółowa analiza problemu dla grafów ogólnych, dwudzielnych oraz z ograniczonym stopniem. W grafach ogólnych problem 2-FP posiada rozwiązanie w czasie liniowym [KM02] (własności strukturalne grafu implikują rozwiązanie), natomiast problem k -FP ($k \geq 3$) jest NP-zupełny (sprowadzenie do problemu kolorowania krawędziowego grafów k -regularnych). Problem Min- k -FP w grafach ogólnych jest NP-trudny już dla $k \geq 2$. W grafach dwudzielnych, na mocy twierdzenia Königa (1916), graf posiada k -pakowanie $[1, \Delta]$ -faktorów wtedy i tylko wtedy gdy minimalny stopień w grafie wynosi przynajmniej k . Problem Min- k -FP posiada również rozwiązanie wielomianowe dla grafów dwudzielnych (konstruowalne w czasie $O(nm^2)$). W grafach podkubicznych planarnych 2-spójnych udało się pokazać, że problem Min-2-FP jest NP-trudny.

Wyniki aproksymacyjne zostały pokazane dla problemu Min-2-FP dla grafów ogólnych. Pokazany został algorytm 2-przybliżony o złożoności $O(m+n)$ z zastosowaniem algorytmu DFS. Kluczowym twierdzeniem w konstrukcji kolejnych algorytmów przybliżonych jest udowodniona równoważność istnienia podgrafu krawędziowo 2-kolorowalnego (Max-2-ECS) o mocy p i istnienia minimalnego 2-pakowania $[1, \Delta]$ -faktorów o mocy co najwyżej $2|V| \cdot p$. Korzystając z wyników pracy [FO02], gdzie autorzy skonstruowali algorytm $5/4$ -przybliżony dla problemu Max-2-ECS wyprowadzony został algorytm $6/5$ -przybliżony dla problemu Min-2-FP działający w czasie $O(n^3)$. Dla grafów z ograniczonym stopniem udało się uzyskać poprawienie współczynnika do $(42\Delta-30)/(35\Delta-21)$, w szczególności dla grafów podkubicznych uzyskując współczynnik $8/7$. Skonstruowany algorytm $(42\Delta-30)/(35\Delta-21)$ -przybliżony dla problemu Min-2-FP działający w czasie $O(n^2m^2)$ bazuje na skonstruowanym wspólnie algorytmie $(35\Delta-21)/(28\Delta-12)$ -przybliżonym dla problemu Max-2-ECS poprawiającym dla grafów z ograniczonym stopniem wcześniejszy wynik z pracy [FO02].

Z uwagi na pokazany w pracy [B23] związek problemu 2-pakowania $[1, \Delta]$ -faktorów oraz problemu FTG, wyniki uzyskane w pracy [B28] dla problemu 2-pakowania dla grafów dwudzielnych przekładają się na wyniki dla krat ortogonalnych, natomiast wyniki dla grafów ogólnych przekładają się na wyniki dla krat ogólnych.

[T11] Współdziałanie w badaniach nad problemem $L(p, q)$ -kolorowania i jego zastosowaniami (2008-2009)

Lista publikacji z dorobku kandydata związana z powyższym tematem zawiera pozycję [B33], która została włączona do cyklu publikacji. Kandydat włączył się w badania nad problemem przydziału częstotliwości w nadajnikach radiowych [Ha80], które w szczególnych przypadkach można zamodelować za

pomocą $L(p,q)$ -kolorowania grafów. Legalne $L(p,q)$ -etykietowanie wymaga, aby sąsiednim wierzchołkom zostały przydzielone etykiety (kolory) różniące się (odległe) o przynajmniej p , natomiast wierzchołkom mającym wspólnego sąsiada przydzielone mogą zostać etykiety odległe o przynajmniej q .

W pracy [GK96] autorzy skonstruowali algorytm działający w czasie $O(n\Delta^{4.5})$ rozwiązujący problem $L(2,1)$ -etykietowania drzew, który łatwo można uogólnić do $L(p,1)$ -etykietowania drzew. W pracy [FG08] pokazano NP-zupełność $L(p,q)$ -etykietowania dla $q > 1$. W pracy [BK04] autorzy pokazali NP-zupełność $L(2,1)$ -etykietowania dla grafów planarnych, o rozpiętości kolorów (różnicy między maksymalnym i minimalnym) ograniczonej przez 8.

W pracy [B33] kandydat wspólnie ze współautorami przeprowadził obszerną klasyfikację problemów $L(p,q)$ -etykietowania grafów z ograniczonym stopniem, dla których pokazano szereg wyników NP-zupełnych rozstrzygając dwa dotychczas otwarte problemy. Przyjmując $p < 3q$ problem $L(p,q)$ -etykietowania o rozpiętości $t = p + \max\{2q, p\}$ okazał się NP-zupełny dla grafów podkubicznych ($\Delta \leq 3$) dwudzielnych planarnych, co pozwoliło rozwiązać otwarty problem $L(2,1)$ -etykietowania grafów planarnych z rozpiętością $t = 4$. Dla grafów planarnych dwudzielnych z $\Delta \leq 4$ udowodniona została NP-zupełność $L(p,q)$ -etykietowania o rozpiętości $t = 6q$ (dla $p = 3q$) oraz o rozpiętości $t = p + 5q$ (dla $p > 3q$), skąd podsumowując, pokazana została NP-zupełność $L(p,q)$ -etykietowania grafów z $\Delta \leq 4$ dla dowolnych p oraz q (drugi problem otwarty).

[T12] Badania nad modelami kolorowania końcówkowego i ich zastosowaniami w komunikacji w sieciach (multicasting) (2008-obecnie)

Lista publikacji z dorobku kandydata związana z powyższym tematem zawiera pozycje [B29], [B30] oraz [B36] oraz dwie kolejne w trakcie recenzji zgłoszone do czasopisma *Discrete Applied Mathematics* ([C1] oraz [C2]) zawierające wyniki wygłoszone przez kandydata na międzynarodowej konferencji *International Colloquium on Graphs and Optimization* (GO 2012) (Leukerbad, Szwajcaria). Do cyklu publikacji została wybrana pozycja [B36].

Rozważane w pracach modele kolorowania końcówkowego grafów (lub równoważnie łuków grafów skierowanych) pozwalają modelować zagadnienia komunikacyjne, np. wymianę pakietów w sieci [B30] czy komunikację w sieciach optycznych WDM (w modelu multicast) [B36], [BB97], [BG03]. Szczegółowy opis związku modelu kolorowania końcówkowego oraz zagadnienia transmisji w sieciach optycznych WDM o architekturze gwiazdy można znaleźć w pracy [B36].

W pracy [B36] kandydat wraz ze współpracownikami rozważa szczególny przypadek ogólnego problemu (p,q) -WAM (ang. *p-fiber wavelength assignment for q-multicasts*) sformułowanego następująco: dany jest digraf D z co najwyżej q etykietami na łukach oraz liczba całkowita k . Należy odpowiedzieć na pytanie czy istnieje p -włókniste k -kolorowanie digrafu D , co odpowiada rozwiązaniu problemu przydziału odpowiednich długości fal w sieci optycznej umożliwiającej przeprowadzenie równoległe q komunikacji typu multicast. W przypadku optymalizacyjnym należy skonstruować takie pokolorowanie o minimalnej liczbie kolorów. Badania zostały skoncentrowane na problemie $(1,1)$ -WAM dla symetrycznych transmisji typu multicast (modelowanych przez grafy proste) z dodatkowym warunkiem zwartości, który znajduje pewne zastosowania opisane w [ML01]. Zastosowanym modelem grafowym odpowiadającym rozważanemu zagadnieniu technicznemu jest zwarte kolorowanie końcówkowe grafów prostych opisane w pracach [BM93] oraz [Gu97]. Przeprowadzona została analiza wprowadzonego matematycznego modelu zwanego kolorowaniem końcówkowego grafów, m.in. pokazane zostały oszacowania górne oraz dolne na minimalną ilość kolorów w zwartych pokolorowaniach końcówkowych, przeanalizowano istnienie takich pokolorowań w podstawowych klasach grafów (ścieżki, cykle, gwiazdy i inne) oraz skonstruowano wielomianowe algorytmy dokładne dla grafów pełnych k -dzielnych, grafów dwudzielnych podkubicznych oraz dla drzew (algorytm o złożoności $O(n\Delta^{5.5}\log\Delta)$). W pracach [C1] oraz [C2] kandydat wraz ze współpracownikami kontynuował badania nad zwartym modelem kolorowania końcówkowego grafów. W pracy [C1] rozstrzygnięto złożoność dla grafów podkubicznych pokazując z jednej strony wielomianowość problemu zwanego końcówkowego 4-kolorowania oraz z drugiej strony pokazując NP-zupełność zwanego końcówkowego 5-kolorowania. Postawiona została również hipoteza o istnieniu w każdym grafie pokolorowań zwartych końcówkowych z

liczbą kolorów ograniczoną przez 2Δ , którą udało się ostatnio potwierdzić dla grafów kubicznych, korzystając z wyników z pracy [C6] (przygotowywanej obecnie do druku). W pracy [C2] kandydat wraz ze współpracownikami badał problem zwartej kolorowania końcówkowego grafów dwudzielnych. Pokazany został algorytm o złożoności $O(n\Delta^{3.5}\log\Delta)$ poprawiający wcześniejszy wynik z pracy [B36] oraz rozstrzygnięto złożoność problemu dla grafów dwudzielnych z ograniczonym stopniem: dla grafów podkubicznych problem ma wielomianowe rozwiązanie, natomiast dla grafów dwudzielnych z $\Delta=4$, problem 5-kolorowania okazał się łatwy (wielomianowy), natomiast problem 6-kolorowania jest NP-trudny.

c. Krótkie omówienie wykorzystania wyników

Uzyskane przez kandydata wyniki znajdują zastosowanie w modelowaniu problemów technicznych, wskazując z jednej strony na bogate możliwości wykorzystania dyskretnych modeli grafowych w rozwiązywaniu zagadnień technicznych, z drugiej pokazują możliwości skonstruowania wydajnych rozwiązań algorytmicznych dla tych problemów. W szczególności kandydat rozważał modele dyskretne dla problemów przydziału częstotliwości w sieciach radiowych, przydziału długości fal w sieciach z rozwiązaniami komunikacyjnymi opartymi na sieciach optycznych typu WDM (*routing* oraz *multicasting*), szeregowaniu zadań wieloprocessorowych na procesorach dedykowanych oraz w licznych zagadnieniach strzeżenia galerii modelowanych przez grafy.

4.4. Literatura

- [BB97] Beauquier B., Bermond J.C., Gargano L., Hell P., Perennes S., Vaccaro U., *Graph problems arising from wavelength routing in all-optical networks*, Proc. WOCS'97, 1997, Geneva, Switzerland.
- [BG03] Brandt R., Gonzalez T.F., *Multicasting using WDM in Multifiber Optical Star Networks*, Proc. of the 15th IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems PDCS 2003 (2003), 56-61
- [BH03] De Bontridder K.M.J., Haldórsson B.V., Haldórsson M.M., Hurkens C.A.J., Lenstra J.K., Ravi R., Stougie L., *Approximation algorithms for the test cover problem*, Mathematical Programming 98 (2003), 477-491.
- [BK04] Bodlaender H.L., Kloks T., van Leeuwen J., Tan R.B., *Approximations for λ -coloring of graphs*, The Comput. J. 47 (2004), 193-204
- [BM93] Brualdi R.A., Massey J.Q., *Incidence and strong edge colorings of graphs*, Discrete Mathematics 122 (1993), 51-58
- [CL98] Cai X., Lee C.-Y., Li C.-L., *Minimizing total completion time in two-processor task systems with prespecified processor allocations*, Naval Research Logistics 45 (2) (1998), 231-242.
- [CR82] Cozzens M.B., Roberts F.S., *T-colorings of graphs and the channel assignment problem*, Congr. Numer. 35 (1982), 191-208
- [DD00] Drozdowski M., Dell'Olmo P., *Scheduling multiprocessor tasks for mean flow time criterion*, Computers & Operations Research 27 (6) (2000) 571-585.
- [EJ01] Erlebach T., Jansen K., *The complexity of path coloring and call scheduling*, Theoret. Comp. Sci. 255 (2001), 33-50
- [FO02] Feige U., Ofek E., Wieder U., *Approximating Maximum Edge Coloring in Multigraphs*, Proc.

- APPROX, LNCS 2462 (2002), 108-121
- [FG08] Fiala J., Golovach P., Kratochvíl J., *Computational complexity of the distance constrained labelling problem for trees*, Proc. ICALP 2008, LNCS (5125), 294-305
- [GK96] Chang G.J., Kuo D., *The $L(2,1)$ -labeling problem on graphs*, SIAM J. Discrete Mathematics 9 (1996), 309-316
- [Gu97] Guiduli B., *On incidence coloring and star arboricity of graphs*, Discrete Mathematics 163 (1997), 275-278
- [Ha80] Hale W.K., *Frequency assignment: theory and applications*, Proceedings IEEE 68 (1980), 1497-1514
- [Ja96] Jansen K., *A rainbow about T -colorings for complete graphs*, Discrete Mathematics 154 (1996), 129-139
- [KM02] Kawarabayashi K.I., Matsuda H., Oda Y., Ota K., *Path factors in cubic graphs*, Journal of Graph Theory 39 (2002), 188-193.
- [KM04] Kelmans A., Mubayi D., *How many disjoint 2-edge paths must a cubic graph have?*, Journal of Graph Theory 45 (2004) 57-79.
- [Ko09] Kosowski A., *A note on the strength and minimum color sum of bipartite graphs*, Discrete Applied Mathematics 157 (2009), 2552-2554
- [Li96] Liu D.D.-F., *T -graphs and channel assignment problem*, Discrete Mathematics 161 (1996), 197-205
- [LL93] Ling Y.I., Leiss E.L., Bastani F.B., *Exploiting redundancy to speed up parallel systems*, IEEE Parallel & Distributed Technology: Sys. & Appl. 1 (1993), 51 - 60
- [ML01] Modiano E., Lin P.J., *Traffic grooming in WDM networks*, IEEE Communications Magazine 39(7) (2001), 124-129
- [Nt86] Ntafos S., *On gallery watchman in grids*, Info. Proc. Lett. 23 (1986), 99-102
- [NZ03] Nierhoff T., Żyliński P., *Cooperative guards in grids*, Third Annual CGC Workshop (2003)
- [SL67] Shedler G.S., Lehman M.M., *Evaluation of redundancy in a parallel algorithm*, IBM Systems Journal 6 (1967), 142-149

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1. Opis pozostałych osiągnięć naukowych

a. Tematyka badań

- [T6] Badania nad dominowaniem w grafach i ich zastosowaniami w problemach rozmieszczania mobilnych strażników (2004-2007)
- [T10] Badania nad identyfikacją terenu za pomocą autonomicznego robota (2006-2010)

b. Lista publikacji

- [B12] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Weakly cooperative mobile guards in grids*, Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Proc. JCDCG'04 Tokyo (2004)
- [B21] Alekszińska A., Kosowski A., Małafiejski M., *Identyfikacja terenu za pomocą autonomicznego robota*, Zesz. Nauk. Pol. Śl. (145) (2006), 11-18
- [B24] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *An efficient algorithm for mobile guarded guards in simple grids*, Proc. ICCSA'06, Lecture Notes in Computer Science 3980 (2006), 141-150
- [B27] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Cooperative mobile guards in grids*, Computational Geometry: Theory and Applications 37 (2) (2007), 59-71
- [B35] Kolenderska (Aleksińska) A., Kosowski, A., Małafiejski, M., Żyliński, P., *An improved strategy for exploring a grid polygon*, Proc. of SIROCCO (2009), Lecture Notes in Computer Science 5869 (2010), 222-236

c. Omówienie uzyskanych wyników

Wyniki przeprowadzonych badań nad tematyką [T6] zostały opublikowane w pracach [B12], [B24] oraz [B27]. Tematyka przeprowadzonych badań dotyczy zagadnienia rozmieszczenia mobilnych strażników w kratkach (ortogonalnych) w celu zapewnienia ochrony (strzeżenia) całego terenu (kraty). Problem mobilnych strażników sformułowany i rozwiązany w pracy [AT81] zakłada, że cały obszar jest osiągalny (widoczny) przez jednego z mobilnych strażników w trakcie ich przemieszczania się po strzeżonym obszarze. W pracy [B27] autorzy podsumowali swoje badania publikując wyniki dla tzw. modelu *weakly cooperative* (MinWCMG) w kratkach ortogonalnych, który jest równoważny modelowi totalnego dominowania w grafach dwudzielnych. Autorzy skonstruowali algorytmy wielomianowe m.in. dla krat prostych (ang. *simple grids*) oraz krat ograniczonych wielokątami (ang. *polygon-bounded*). Ponadto została pokazana NP-zupełność problemu totalnego dominowania w podkubicznych dwudzielnych grafach planarnych, co implikuje NP-zupełność problemu MinWCMG w kratkach o stopniu co najwyżej trzy.

Wyniki przeprowadzonych badań nad tematyką [T10] zostały opublikowane w pracach [B21] oraz [B35]. Tematyka badań dotyczyła eksploracji krat prostych wielokątowych (ang. *simple grid polygon*) przez autonomicznego mobilnego robota. W pracy [B35] przedstawiony został algorytm *5/4-competitive* poprawiający wynik z pracy [IK05], gdzie autorzy pokazali algorytm *4/3-competitive*. Ponadto zostało poprawione (obniżone) górne oszacowanie na dokładność najlepszego możliwego algorytmu z $7/6$ [IK05] do $20/17$.

d. Literatura

- [AT81] Avis D., Toussaint G.T., *An optimal algorithm for determining the visibility of a polygon from an edge*, IEEE Transactions on Computers C-30 (1981), 910-914
- [IK05] Icking C., Kamphans T., Klein R., Langetepe E., *Exploring simple grid polygons*, Proc. Of COCOON'05, LNCS (3595) (2005), 524-533

5.2. Opis aktualnie prowadzonych badań naukowych

a. Tematyka badań

- [T13] Badania nad zastosowaniem szeregowania zadań w zagadnieniach finansowych, m.in. analiza zdolności spłat kredytów, konstrukcja całkowicie wielomianowych schematów aproksymacyjnych (2011-obecnie)
- [T14] Badania nad zagadnieniami dominowania w grafach, w tym bezpieczeństwa i koalicji oraz ich zastosowaniami (2012-obecnie)

b. Lista przygotowywanych publikacji

- [C3] Małafiejski M., Ocetkiewicz K., *Financial Scheduling with Time Dependent Resource Consumption*, przygotowywane do wysłania do European Journal of Operational Research (2013)
- [C4] Gieniusz T., Lewoń R., Małafiejska A., Małafiejski M., *Strategic balance in graphs*, przygotowywane do wysłania do Discrete Applied Mathematics (2013)
- [C5] Blukis T., Gieniusz T., Lewoń R., Małafiejski M., *Efficient algorithms for security problems in graphs*, przygotowywane do wysłania do Discrete Applied Mathematics (2013)
- [C6] Janczewski R., Małafiejska A., Małafiejski M., Raczek J., *Two disjoint independent dominating sets in graphs with bounded degree*, przygotowywane do wysłania do Discrete Mathematics (2013)

c. Omówienie uzyskanych wyników

W pracy [C3] kandydat wraz ze współpracownikiem podjął badania nad znalezieniem optymalnych harmonogramów spłat kredytów przy znajomości spodziewanych wpływów (momentów i ich wysokości). Obok analizy złożoności (dowody NP-zupełności oraz silnej NP-zupełności) pokazano szereg algorytmów rozwiązujących problem w szczególnych przypadkach, w tym skonstruowano całkowicie wielomianowe schematy aproksymacyjne.

W pracach [C4] oraz [C5] kandydat wspólnie ze stworzonym przez siebie zespołem prowadzi badania nad tematyką bezpieczeństwa oraz równowagi strategicznej, którą można modelować za pomocą szczególnych przypadków zagadnienia dominowania. Udało się przeprowadzić analizę złożoności problemów (dowód NP-zupełności) oraz pokazać wielomianowe algorytmy dokładne dla wybranych klas grafów, m.in. dla drzew, kaktusów czy grafy podkubicznych.

W pracy [C6] rozważany jest problem istnienia w grafach z ograniczonym stopniem dwóch rozłącznych zbiorów dominujących i zarazem niezależnych (ang. *independent*). Pokazana została NP-zupełność problemu

istnienia takich zbiorów w grafach ze stopniem ograniczonym przez 4 oraz kwadratowy algorytm wielomianowy dla grafów podkubicznych. Ponadto, korzystając z własności skonstruowanego algorytmu udało się pokazać, że dowolny graf podkubiczny bez liści posiada dwa rozłączne zbiory dominujące i niezależne.

5.3. Zainteresowania naukowo-dydaktyczne

a. Tematyka badań

[T8] Zastosowania systemów automatycznej oceny rozwiązań problemów algorytmicznych w nauce programowania oraz analizie algorytmów (2005-2008)

b. Lista publikacji

- [B13] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., Pomykalski P., *Zintegrowany system do automatycznej oceny rozwiązań oraz prowadzenia zajęć laboratoryjno-projektowych : Sphere Online Judge*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd., (7) Ser. Tech. Inf. (2005), 523-528
- [B14] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., Pomykalski P., *Analiza systemu zabezpieczeń dla internetowego portalu typu Online Judge*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd. (7), Ser. Tech. Inf. (2005), 529-538
- [B18] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., *Bezpieczeństwo w systemie internetowym Sphere Online Judge*, XIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Łódź (2005), 663-670
- [B19] Dąbrowski J., Dereniowski D., Janczewski R., Kosowski A., Kuszner Ł., Małafiejski M., Nadolski A., Noiński T., Piwakowski K., *Internetowy system dydaktyczny typu online judge*, XIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Łódź (2005), 633-638
- [B20] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., Janczewski R., *Mechanizmy współzarządzania systemem spoj wykorzystywane w procesie dydaktycznym*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd. (10), Ser. Tech. Inf. (2006), 365-370
- [B31] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., *Application of an online judge & tester in academic tuition*, Proc. of the 6th International Conference on Web-based Learning (ICWL'07), Edinburgh (2007), Lecture Notes in Computer Science 4823 (2008), 343-354

c. Omówienie przeprowadzonych badań oraz wdrożeń

W ramach badań kandydat przeprowadził wdrożenie w procesie dydaktycznym systemu do automatycznej oceny rozwiązań problemów algorytmicznych. W przedstawionym cyklu publikacji zebrane zostały doświadczenia zastosowania takiego systemu na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej na kilkunastu przedmiotach z dziedziny programowania, algorytmiki, metod numerycznych oraz kryptografii w latach 2005-2008. W pracy [B31], będącej podsumowaniem prowadzonych badań i wdrożeń, autorzy opisują architekturę wykorzystanego systemu typu *online judge & tester*, omawiają zagadnienia związane z bezpieczeństwem oraz ilustrują skuteczność wykorzystania takiego systemu w procesie dydaktycznym na wyższej uczelni. Przeprowadzone na taką skalę wdrożenie było niewątpliwie jednym z pierwszych w Polsce wykorzystaniem systemów automatycznej oceny w nauczaniu programowania oraz algorytmiki, zdecydowanie poprawiającym zdobyte przez studentów umiejętności przy znacznie mniejszych zaangażowanych środkach.

d. Literatura

- [CK01] Cheang B., Kurnia A., Lim A., *Online judge*, Computers and Education 36 (2001), 299-315
- [CK03] Cheang B., Kurnia A., Lim A., Oon W.-C., *On automated grading of programming assignments in an academic institution*, Computers and Education 41(2003), 121-131

5.4. Prace badawcze i wdrożenia w przemyśle

W latach 2008-2012 kandydat osobiście współpracował z dwiema firmami z Pomorskiego Parku Naukowo-Technologicznego w Gdyni szkoląc się w zarządzaniu innowacyjnymi projektami informatycznymi oraz zdobywając doświadczenie w rozwoju organizacyjnym i znajomości prawa. Ponadto, kandydat z jednej strony wdrażał wyniki swoich prac, głównie z dziedziny algorytmiki, z drugiej czerpał inspiracje do dalszych badań naukowych. Prace były objęte klauzulą o zachowaniu poufności.

- a. Wdrożenie innowacyjnych systemów do przeprowadzania konkursów informatycznych oraz w nauczaniu akademickim we współpracy z firmą Sphere Research Labs Sp. z o.o. z siedzibą w Gdyni (2008-2011)
- b. Prace badawcze nad problemem rozpoznawania mowy we współpracy z firmą VoiceLab Sp. z o.o. z siedzibą w Gdyni (2012)

6. Działalność dydaktyczna oraz organizacyjna

6.1. Zajęcia dydaktyczne

- a. Wykłady prowadzone na Politechnice Gdańskiej na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, m.in.
z programowania (Metody i Techniki Programowania, Podstawy Programowania, Algorytmy i Programowanie), z zaawansowanych metod programowania (Zaawansowane Systemy Obiektowe), z podstaw algorytmiki (Projektowanie i Analiza Algorytmów, Algorytmy i Struktury Danych), z zaawansowanych algorytmów (Algorytmy Kombinatoryczne, Algorytmy Optymalizacji Dyskretnej), z modelowania i zastosowań (Modelowanie Internetu, Systemy z Bazą Wiedzy, Wybrane Problemy Algorytmiczne i Technologiczne).
- b. Wykłady prowadzone w Wyższej Szkole Bankowej na kierunku Informatyka i Ekonometria z podstaw programowania oraz usług sieciowych (2006-2010)

6.2. Opieka naukowa nad studentami

- a. Promotor 29 prac magisterskich oraz 5 prac inżynierskich
- b. Promotor pracy magisterskiej, która zdobyła nagrodę w konkursie Polskiego Towarzystwa Informatycznego na najlepsze prace magisterskie z informatyki w 2007r.
- c. Współpraca naukowa ze studentami oraz inicjator powstania i wieloletni opiekun koła naukowego SFERA na wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki PG

6.3. Działalność organizacyjna i popularyzacja nauki

- a. Współorganizator imprez w ramach II, III oraz IV Bałtyckiego Festiwalu Nauki
- b. Współorganizator konkursów programistycznych dla uczniów i studentów, m.in. Informatyczna Liga Zadaniowa (główny organizator, 5 rocznych edycji), Pomorskie Zawody w Programowaniu Indywidualnym (główny organizator, 2 edycje), Pomorski Turniej Programów Walczących (współorganizator), Otwarty Turniej Robocode (współorganizator), DASM Programming League (współorganizator), High School Programming League (współorganizator)
- c. Współtwórca portalu dla pasjonatów algorytmiki oraz programistów
Współtwórca portalu Sphere Online Judge, z którego korzysta kilkaset tysięcy użytkowników z całego świata, w tym wielu uczniów, studentów i nauczycieli akademickich.

7. Wykaz prac naukowych

7.1. Wykaz opublikowanych prac naukowych przed uzyskaniem stopnia doktora

- [A1] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *Szeregowanie zadań jednostkowych w systemie otwartym bez obustronnych przestojów*, Zesz. Nauk. Pol. Śl. 1337 (1996), 29-36
- [A2] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., Piwakowski K., *Chromatic scheduling of dedicated 2-processor UET tasks to minimize mean flow time*, 7-th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Proceedings, EFTA'99, Barcelona (1999), 343-347
- [A3] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *Compact scheduling in open shop with zero-one time operations*, INFOR 37 (1999), 37-47
- [A4] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *On the deficiency of bipartite graphs*, Discrete Applied Mathematics 94 (1999), 193-203
- [A5] Małafiejski M., *Uszeregowania zadań wieloprocesorowych minimalizujące średni czas przepływu*, Dwunasta Górská Szkoła PTI, Szczyrk (2000), 93-96
- [A6] Małafiejski M., *Minimalizacja średniego czasu obsługi zadań w systemie równoległego przydziału zasobów*, Zesz. Nauk. Pol. Śl. 1474 (129) (2000), 273-285
- [A7] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., *Consecutive colorings of the edges of a general graph*, Discrete Mathematics 236 (2001), 131-143
- [A8] Małafiejski M., *Wybrane problemy harmonogramowania procesów w oparciu o dwudzielne grafykonfliktowe*, Zesz. Nauk. AGH (Automatyka t.5, z.1/2) (2001), 403-409
- [A9] Małafiejski M., *The complexity of the chromatic sum problem on cubic planar graphs and regular graphs*, 1st CologneTwenteWorkshop on Graphs and Combinatorial Optimization, Cologne (2001), Electronic Notes in Discrete Mathematics, Vol. 8 (2001)
- [A10] Giaro K., Kubale M., Małafiejski M., Piwakowski K., *Dedicated scheduling of biprocessor tasks to minimize mean flow time*, PPAM (2001), Lecture Notes in Computer Science 2328 (2002), 87-96
- [A11] Małafiejski M., *Sumacyjne kolorowanie grafów*, [in:] Discrete Optimization. Methods and Models of Graph Coloring, (M. Kubale, Ed.), WNT (2002), 93-111
- [A12] Małafiejski M., *Uszeregowania zadań wieloprocesorowych w ogólnych systemach równoległych*, [w:] Modeling and Optimisation - Methods and Applications, (J. Kacprzyk, J. Węglarz, Ed.), Exit (2002), 43-53
- [A13] Giaro K., Janczewski R., Kubale M., Małafiejski M., *A 27/26-approximation algorithm for the chromatic sum coloring of bipartite graphs*, APPROX (2002), Italy, Lecture Notes in Computer Science 2462 (2002), 135-145
- [A14] Janczewski R., Małafiejski M., *Algorytmy przybliżone dla wybranych problemów równoległego przydziału zasobów*, Zeszyt. Nauk. Politechniki Śląskiej nr 1554 (Automatyka (134)) (2002), 299-312

7.2. Wykaz opublikowanych prac naukowych po uzyskaniu stopnia doktora

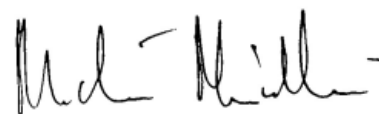
- [B1] Janczewski R., Małafiejki M., *T-SL, T-LF I T-DSATUR - nowe heurystyki dla problemu przydziału częstotliwości*, Zesz. Nauk. Pol. Śl. 1556 (Automatyka (136)) (2002), 97-105
- [B2] Małafiejki M., Kuszner Ł., Kubale M., *Podzielne szeregowanie zadań dwuprocessorowych na maszynach dedykowanych w celu minimalizacji sumy czasów zakończenia*, Zeszyt. Nauk. Politechniki Śląskiej nr 1554 (Automatyka (134)) (2002), 313-325
- [B3] Małafiejki M., Kuszner Ł., Piwakowski K., *Preemptive multiprocessor task scheduling to minimize the sum of completion times*, 9th International Multi-Conference, ACS-SCM'02, Szczecin (2002), 189-197
- [B4] Janczewski R., Kuszner Ł., Małafiejki M., Nadolski A., *An experimental study of distributed algorithms for graph coloring*, Proc. 10th International Multi-Conference ACS-SCM'2003, Międzyzdroje, Poland (2003), 295-298
- [B5] Giaro K., Janczewski R., Małafiejki M., *The complexity of T-coloring problem for graphs with small degree*, Discrete Applied Mathematics 129 (2003), 361-369
- [B6] Giaro K., Janczewski R., Małafiejki M., *A polynomial algorithm for finding T-span of generalized cacti*, Discrete Applied Mathematics 129 (2003), 371-382
- [B7] R. Janczewski, Ł. Kuszner, M. Małafiejki, A. Nadolski, *Algorytm przybliżony dla cyrkularnego kolorowania krawędzi grafów*, Zesz. Nauk. Pol. Gd., Ser. Technologie Informacyjne, Nr 2 (2003), 473-479
- [B8] R. Janczewski, Ł. Kuszner, M. Małafiejki, A. Nadolski, *Uszeregowania zadań wieloprocessorowych minimalizuje średni czas przepływu*, Zesz. Nauk. Pol. Gd., Ser. Technologie Informacyjne, Nr 2 (2003), 481-485
- [B9] Fuszara M., Kosowski A., Małafiejki M., *Koncepcja środowiska umożliwiającego symulację działań obiektów militarnych*, Zesz. Nauk. Pol. Gd., Ser. Technologie Informacyjne, Nr 5 (2004), 755-764
- [B10] Giaro K., Janczewski R., Kubale M., Małafiejki M., *Sum coloring of bipartite graphs with bounded degree*, Algorithmica 40 (2004), 235-244
- [B11] Małafiejki M., *Sum coloring of graphs*, Graph Colorings (M. Kubale, Ed.), Contemporary Mathematics 352, American Mathematical Society (2004), 55-65
- [B12] Kosowski A., Małafiejki M., Żyliński P., *Weakly cooperative mobile guards in grids*, Japan Conference on Discrete and Computational Geometry, Proc. JCDCG'04 Tokyo (2004)
- [B13] Kosowski A., Małafiejki M., Noiński T., Pomykański P., *Zintegrowany system do automatycznej oceny rozwiązań oraz prowadzenia zajęć laboratoryjno-projektowych : Sphere Online Judge*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd., (7) Ser. Tech. Inf. (2005), 523-528
- [B14] Kosowski A., Małafiejki M., Noiński T., Pomykański P., *Analiza systemu zabezpieczeń dla internetowego portalu typu Online Judge*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd. (7), Ser. Tech. Inf. (2005), 529-538
- [B15] Małafiejki M., Żyliński P., *Weakly cooperative guards in grids*, ICSSA 2005 (CGA'05), Lecture Notes in Computer Science 3480 (2005), 647-656

- [B16] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *On Bounded Load Routings for Modeling k -regular Connection Topologies*, Proc. ISAAC'05, Lecture Notes in Computer Science 3827 (2005), 614-623
- [B17] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Packing three-vertex paths in a subcubic graph*, Proc. EUROCOMB'05, DMTCS Vol. AE (2005), 213-218
- [B18] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., *Bezpieczeństwo w systemie internetowym Sphere Online Judge*, XIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Łódź (2005), 663-670
- [B19] Dąbrowski J., Dereniowski D., Janczewski R., Kosowski A., Kuszner Ł., Małafiejski M., Nadolski A., Noiński T., Piwakowski K., *Internetowy system dydaktyczny typu online judge*, XIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne, Łódź (2005), 633-638
- [B20] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., Janczewski R., *Mechanizmy współzarządzania systemem spoj wykorzystywane w procesie dydaktycznym*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd. (10), Ser. Tech. Inf. (2006), 365-370
- [B21] Alekszińska A., Kosowski A., Małafiejski M., *Identyfikacja terenu za pomocą autonomicznego robota*, Zesz. Nauk. Pol. Śl. (145) (2006), 11-18
- [B22] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Parallel Processing Subsystems with Redundancy in a Distributed Environment*, Proc. PPAM'05, Lecture Notes in Computer Science 3911 (2006), 1002-1009
- [B23] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Fault tolerant guarding of grids*, Proc. ICCSA'06, Lecture Notes in Computer Science 3980 (2006), 161-170
- [B24] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *An efficient algorithm for mobile guarded guards in simple grids*, Proc. ICCSA'06, Lecture Notes in Computer Science 3980 (2006), 141-150
- [B25] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *An approximation algorithm for maximum P_3 -packing in subcubic graphs*, Information Processing Letters 99 (6) (2006), 230-233
- [B26] Kuszner Ł., Małafiejski M., *A polynomial algorithm for some preemptive multiprocessor task scheduling problems*, European Journal of Operational Research 176 (1) (2007), 145-150
- [B27] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Cooperative mobile guards in grids*, Computational Geometry: Theory and Applications 37 (2) (2007), 59-71
- [B28] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Packing $[1, \Delta]$ -factors in graphs of small degree*, Journal of Combinatorial Optimization 14 (1) (2007), 63-86
- [B29] Janczewski R., Małafiejska A., Małafiejski M., *Zwarte końcówkowe kolorowanie grafów*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd. (13), Ser. Tech. Inf. (2007), 481-488
- [B30] Janczewski R., Małafiejski M., *Kolorowanie końcówkowe multidrzew*, Zesz. Nauk. Wydz. ETI P. Gd. (13), Ser. Tech. Inf. (2007), 465-471
- [B31] Kosowski A., Małafiejski M., Noiński T., *Application of an online judge & tester in academic tuition*, Proc. of the 6th International Conference on Web-based Learning (ICWL'07), Edinburgh (2007), Lecture Notes in Computer Science 4823 (2008), 343-354
- [B32] Kosowski A., Małafiejski M., Żyliński P., *Tighter Bounds on the Size of a Maximum P_3 -Matching in a Cubic Graph*, Graphs and Combinatorics 24 (5) (2008), 461-468
- [B33] Janczewski R., Kosowski A., Małafiejski M., *The complexity of the $L(p,q)$ -labeling problem for*

- bipartite planar graphs of small degree*, Discrete Mathematics 309 (10) (2009), 3270-3279
- [B34] Janczewski R., Małafiejski M., *On Efficient Coloring of Chordless Graphs*, Decision Making in Manufacturing and Services (3) (2009), No. 1-2, 5-14
- [B35] Kolenderska (Aleksińska) A., Kosowski, A., Małafiejski, M., Żyliński, P., *An improved strategy for exploring a grid polygon*, Proc. of SIROCCO (2009), Lecture Notes in Computer Science 5869 (2010), p. 222-236
- [B36] Janczewski R., Małafiejka A., Małafiejski M., *Interval wavelength assignment in all-optical star networks*, PPAM 2009, Lecture Notes in Computer Science 6067 (2010), 11-20

7.3. Wykaz prac naukowych wysłanych lub przygotowywanych do wysłania

- [C1] Janczewski R., Małafiejka A., Małafiejski M., *Interval incidence graph coloring*, wysłane do *Discrete Applied Mathematics* (w trakcie recenzji) (2012), pp.1-17
- [C2] Janczewski R., Małafiejka A., Małafiejski M., *Interval incidence coloring of bipartite graphs*, wysłane do *Discrete Applied Mathematics* (w trakcie recenzji) (2012), pp.1-17
- [C3] Małafiejski M., Ocetkiewicz K., *Financial Scheduling with Time Dependent Resource Consumption*, przygotowywane do wysłania do *European Journal of Operational Research* (2013)
- [C4] Gieniusz T., Lewoń R., Małafiejka A., Małafiejski M., *Strategic balance in graphs*, przygotowywane do wysłania do *Discrete Applied Mathematics* (2013)
- [C5] Blukis T., Gieniusz T., Lewoń R., Małafiejski M., *Efficient algorithms for security problems in graphs*, przygotowywane do wysłania do *Discrete Applied Mathematics* (2013)
- [C6] Janczewski R., Małafiejka A., Małafiejski M., Raczek J., *Two disjoint independent dominating sets in graphs with bounded degree*, przygotowywane do wysłania do *Discrete Mathematics* (2013)



.....
Michał Małafiejski