

100  
lat  
PTM

forum informatyki teoretycznej



Jubileuszowy Zjazd Matematyków Polskich  
w stulecie **Polskiego Towarzystwa Matematycznego**  
Kraków 3 -7 września 2019

- 4 Dorota Celińska-Kopczyńska, Eryk Kopczyński  
Hiperboliczne pseudo-betweenness – nowa miara centralności dla sieci społecznych
- 4 Andrzej Dorobisz, Jakub Kozik  
Algorytm lokalny dla problemu kolorowania hipergrafów niejednorodnych
- 5 Grzegorz Guśpiel  
Mniejsze uniwersalne grafy docelowe dla homomorfizmów kolorowań krawędziowych
- 5 Artur Jeż  
Równoważenie SLP
- 6 Łukasz Jeż  
A  $\varphi$ -Competitive Algorithm for Scheduling Packets with Deadlines
- 6 Robert A. Kłopotek, Mieczysław A. Kłopotek  
Does Kernel-k-Means Optimize the k-Means Cost Function?
- 7 Tomasz Kociumaka  
Techniki lokalnej zgodności w przetwarzaniu tekstów
- 8 Tomasz Krawczyk  
Testowanie izomorfizmu grafów łukowych w czasie wielomianowym
- 8 Damian Leśniak, Adam Gągoł, Damian Straszak, Michał Świątek  
Jak rzucać monetą, gdy adwersarz patrzy, i co to ma wspólnego z blockchainem?

- 9 Mariusz Marek, Andrzej Kozik, Tomasz Machalewski, Adrian Ochmann  
Opracowanie algorytmów i modeli z dziedziny sztucznej inteligencji z wykorzystaniem metod drzew behawioralnych celem wdrożenia do gier typu Real-Time Strategy
- 9 Krzysztof Nowicki, Mohsen Ghaffari, Mikkel Thorup  
Faster Algorithms for Edge Connectivity via Random 2-Out Contractions
- 10 Krzysztof Onak  
Algorytmy dla dużych danych, czyli gdy nie da się wszystkiego zobaczyć
- 11 Paweł Parys  
Gry parzystości: Algorytm Zielonki w czasie kwaziwielomianowym
- 11 Adam Polak, Lech Duraj, Krzysztof Kleiner, Virginia Vassilevska Williams  
Równoważności Pomiędzy Problemami Zliczania Trójkątów i Zapytań na Przedziałach
- 12 Zenon Sadowski  
Całkowite Niedeterministyczne Maszyny Turinga i p-optimalny System Dowodowy dla SAT
- 13 Krzysztof Sornat, Jarosław Byrka, Joachim Spoerhase  
Stała aproksymacja dla problemu Ordered k-Median
- 13 Andrzej Szepietowski, Janusz Dybizbański  
Hamiltonian cycles in hypercubes with disjoint faulty edges
- 14 Jakub Tarnawski  
Algorytm o stałym współczynniku aproksymacji dla asymetrycznego problemu komiwojażera (ATSP)
- 15 Tomasz Wąs  
Centralność Zanikania Błądzenia Losowego
- 15 Michał Wrona  
Relational Width of First-Order Expansions of Homogeneous Graphs with Bounded Strict Width

## Hiperboliczne pseudo-betweenness – nowa miara centralności dla sieci społecznych

Dorota Celińska-Kopczyńska      dcelinska@wne.uw.edu.pl  
Uniwersytet Warszawski

Współautor:

Eryk Kopczyński      erykk@mimuw.edu.pl  
Uniwersytet Warszawski

Miary centralności służą wskazaniu, które węzły są kluczowe dla sieci. Betweenness jest jedną z takich miar, można ją z grubsza interpretować jako ułamek wszystkich najkrótszych ścieżek pomiędzy dwoma węzłami w sieci, zawierających dany węzeł. Węzeł jest tym ważniejszy, im więcej najkrótszych ścieżek przez niego przechodzi. Jednakże, liczenie tej miary jest kosztowne obliczeniowo.

Geometria hiperboliczna ostatnimi czasy jest stosowana w analizie sieci społecznych. W szczególności, Dyskretny Model Hiperbolicznych Grafów Losowych (DHRG) może być użyty do wygenerowania sieci, które cechują się właściwościami zbliżonymi do tych posiadanych przez rzeczywiste sieci. Po zanurzeniu sieci w płaszczyźnie hiperbolicznej z wykorzystaniem modelu DHRG, reinterpretujemy definicję miary centralności, otrzymując hiperboliczne pseudo-betweenness. Wiadomo, że grafy o drzewiastej strukturze cechują się dobrymi własnościami algorytmicznymi. W szczególności, dzięki nim nasze hiperboliczne pseudo-betweenness można policzyć efektywnie. Porównujemy również naszą miarę z innymi istniejącymi miarami centralności.

● [Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Algorytm lokalny dla problemu kolorowania hipergrafów niejednorodnych

Andrzej Dorobisz      a.dorobisz@tcs.uj.edu.pl  
Uniwersytet Jagielloński

W naszej pracy rozważamy problem znalezienia poprawnego dwukolorowania dla hipergrafów niejednorodnych spełniających wzmocniony warunek Lokalnego Lematu Lovásza. Bazując na algorytmie opracowanym przez Czumaj i Scheidlera oraz algorytmie Mosera-Tardosa, konstruujemy algorytm lokalny dla tego problemu.

### Bibliografia

- [1] Noga Alon. *A parallel algorithmic version of the local lemma*, Random Structures Algorithms, 2(4):367–378, 1991.
- [2] non-uniform Artur Czumaj and Christian Scheideler. *Coloring non-uniform hypergraphs: a new algorithmic approach to the general Lovász local lemma*, Proceedings of the Eleventh Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (San Francisco, CA, 2000), pages 30–39. ACM, New York, 2000.

- [3] Moser-Tardos Robin A. Moser and Gábor Tardos. *A constructive proof of the general Lovász Local Lemma*, J. ACM, 57(2):Art. 11, 15, 2010.
- [4] Ronitt Rubinfeld, Gil Tamir, Shai Vardi, and Ning Xie. *N.: Fast local computation algorithms*, ICS 2011, pages 223–238, 2011.

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Mniejsze uniwersalne grafy docelowe dla homomorfizmów kolorowań krawędziowych

Grzegorz Guśpiel [guspiel@tcs.uj.edu.pl](mailto:guspiel@tcs.uj.edu.pl)

Uniwersytet Jagielloński

Gęstość  $D(G)$  grafu  $G$  to maksymalny stosunek liczby krawędzi do liczby wierzchołków pewnego podgrafu grafu  $G$ . Dla klasy grafów  $\mathcal{F}$  wartość  $D(\mathcal{F})$  oznacza supremum gęstości grafów z  $\mathcal{F}$ . Graf  $k$ -kolorowy to skończony, prosty graf, którego krawędziom przyporządkowano liczby od 1 do  $k$ , nazywane kolorami. Funkcję ze zbioru wierzchołków jednego  $k$ -kolorowego grafu w drugi nazywamy homomorfizmem, jeżeli każda krawędź pierwszego grafu jest odwzorowana w krawędź drugiego grafu z zachowaniem kolorów krawędzi. Dla klasy grafów  $\mathcal{F}$ ,  $k$ -kolorowy graf  $\mathbb{H}$  (niekoniecznie z  $\mathcal{F}$ ) nazywamy  $k$ -uniwersalnym dla  $\mathcal{F}$ , jeżeli każdy  $k$ -kolorowy graf utworzony z grafu z  $\mathcal{F}$  można odwzorować homomorficznie w  $\mathbb{H}$ .

Wiadomo [1], że dla każdego  $k \geq 2$ , klasa grafów  $\mathcal{F}$  posiada graf  $k$ -uniwersalny wtedy i tylko wtedy, gdy acykliczna liczba chromatyczna grafów z  $\mathcal{F}$  jest ograniczona przez stałą. Rozmiar najmniejszego grafu  $k$ -uniwersalnego dla takiej klasy jako funkcja zmiennej  $k$  mieści się, asymptotycznie, pomiędzy  $\Omega(k^{D(\mathcal{F})})$  a  $O(k^{\lceil D(\mathcal{F}) \rceil})$  [1]. W naszej pracy domykamy górne ograniczenie do  $O(k^{D(\mathcal{F})})$  dla klas grafów, dla których  $D(\mathcal{F})$  jest liczbą wymierną.

## Bibliografia

- [1] G. Guśpiel, G. Gutowski, *Universal targets for homomorphisms of edge-colored graphs*, Journal of Combinatorial Theory, Series B, Elsevier, 2017.

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Równoważenie SLP

Artur Jeż [aje@cs.uni.wroc.pl](mailto:aje@cs.uni.wroc.pl)

Uniwersytet Wrocławski

W czasie wystąpienia pokażę, że gramatyka bezkontekstowa wielkości  $m$ , która generuje pojedyncze słowo  $w$ , może być przekształcona w liniowym czasie w gramatykę bezkontekstową wielkości  $\mathcal{O}(m)$ , której drzewo wyprowadzenia ma głębokość  $\mathcal{O}(\log |w|)$ . Rozwiązuje to otwarty problem w dziedzinie kompresji gramatykowej. Uzyskany wynik uogólnia się do kompresji gramatykowej drzew jak również do ogólnych obwodów algebraicznych, przy założeniu, że algebra spełnia

pewne techniczne warunki; w szczególności, wynik ten stosuje się do standardowych obwodów arytmetycznych nad (nieprzemiennymi) półpierścieniami.

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## A $\varphi$ -Competitive Algorithm for Scheduling Packets with Deadlines

Łukasz Jeż    lje@cs.uni.wroc.pl

Uniwersytet Wrocławski

Joint work with Pavel Veselý, Marek Chrobak, and Jiří Sgall

In the online packet scheduling problem with deadlines (Packet Scheduling, for short), the goal is to schedule transmissions of packets that arrive over time in a network switch and need to be sent across a link. Each packet has a deadline, representing its urgency, and a non-negative weight, that represents its priority. Only one packet can be transmitted in any time slot, so, if the system is overloaded, some packets will inevitably miss their deadlines and be dropped. In this scenario, the natural objective is to compute a transmission schedule that maximizes the total weight of packets which are successfully transmitted. The problem is inherently online, with the scheduling decisions made without the knowledge of future packet arrivals. The central problem concerning Packet Scheduling, that has been a subject of intensive study since 2001, is to determine the optimal competitive ratio of online algorithms, namely the worst-case ratio between the optimum total weight of a schedule (computed by an offline algorithm) and the weight of a schedule computed by a (deterministic) online algorithm. We solve this open problem by presenting a  $\varphi$ -competitive online algorithm for Packet Scheduling (where  $\varphi \approx 1.618$  is the golden ratio), matching the previously established lower bound.

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Does Kernel- $k$ -Means Optimize the $k$ -Means Cost Function?

Robert A. Kłopotek    r.kłopotek@uksw.edu.pl

Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

Co-author:

Mieczysław A. Kłopotek    mieczyslaw.kłopotek@ipipan.waw.pl

Polska Akademia Nauk

We propose a resolution for the issue of applicability of kernel- $k$ -means for non-embeddable kernel matrices. We investigated several euclidization methods commonly used in the literature, including the Theorem 7 of Gower and Legendre from [1] on transformations from an non-embeddable distance matrix to an embeddable one. We have shown experimentally that this theorem is wrong in both parts referring to works of Lingoes and Cailliez. We demonstrated that the *Lingoes* transformation yields same results for kernel- $k$ -means clustering prior

and after this transformation. We showed that Cailliez transformation does not have this property.

Only if we accept the *Lingoes* euclidization transformation as a legitimate kernel matrix transformation and the kernel- $k$ -means clustering in the kernel matrix obtained via such euclidization as the valid clustering for the original kernel matrix, then we can apply the kernel-trick for kernel- $k$ -means also in the non-Euclidean space. Other transformations yield inconsistent results.

## Bibliografia

- [1] J.C. Gower and P. Legendre, *Metric and Euclidean properties of dissimilarity coefficients*, *Journal of Classification*, 3: 5–48 (1986).

● [Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Techniki lokalnej zgodności w przetwarzaniu tekstów

Tomasz Kociumaka    [kociumaka@mimuw.edu.pl](mailto:kociumaka@mimuw.edu.pl)

Bar-Ilan University, Izrael

Algorytmy tekstowe często stoją przed koniecznością wyboru pewnego podzbioru pozycji w tekście. Taka potrzeba złamania symetrii naturalnie objawia się w algorytmach równoległych, ale może także wynikać z konstrukcji podziału tekstu na bloki (np. w celu budowy hierarchicznego parsowania tekstu) lub z ograniczeń na dostępną pamięć (utrzymywanie pewnych danych dla wszystkich pozycji tekstu może być zbyt kosztowne). Podzbiór pozycji cechuje lokalna zgodność, jeśli decyzja o losie pozycji jest podejmowana nie w oparciu o jej numer, a jedynie na podstawie zawartości pobliskich pozycji.

Parsowania lokalnie zgodne znane są już od połowy lat 90., gdy stworzono je na potrzeby algorytmów równoległych i do utrzymywania dynamicznych tekstów. Jednakże dopiero ostatnie kilka lat przyniosło rozkwit technik opartych o lokalną zgodność, które znalazły wiele nowych, często zaskakujących zastosowań. Jedną z tych technik jest rekompresja autorstwa Artura Jeża, wykorzystana między innymi do równań na słowach oraz przetwarzania skompresowanych tekstów. Z kolei technika zbiorów synchronizujących, stworzona (w mojej pracy doktorskiej i prowadzących do niej publikacjach) na potrzeby struktur danych utrzymujących statyczne teksty, pozwoliła między innymi na wykorzystanie równoległości bitowej modelu RAM do przetwarzania tekstów nad małym alfabetem. Uzyskaliśmy dzięki temu pierwsze optymalne rozwiązanie problemu zapytań o najdłuższy wspólny prefiks, a także pierwszy algorytm obliczający transformatę Burrowsa-Wheelera w czasie asymptotycznie mniejszym niż długość tekstu (wyniki te opublikowaliśmy z Dominikiem Kempą na konferencji STOC 2019).

W czasie referatu opiszę podstawy kilku technik opartych na lokalnej zgodności, pokażę na prostych przykładach ich użyteczność i naszkicuję bardziej zaawansowane zastosowania.

## Testowanie izomorfizmu grafów łukowych w czasie wielomianowym

Tomasz Krawczyk [krawczyk@tcs.uj.edu.pl](mailto:krawczyk@tcs.uj.edu.pl)

Uniwersytetu Jagielloński

*Grafy łukowe* to grafy przecięć łuków okręgu. W niniejszym referacie przedstawię wielomianowy algorytm testujący izomorfizm grafów łukowych. Algorytm ten opiera się na tzw. *drzewach dekompozycyjnych* – strukturach reprezentujących wszystkie znormalizowane modele przecięć grafów łukowych. Drzewa te pełnią więc podobną rolę jak PQ-drzewa dla grafów przedziałowych.

Nasza praca odpowiednio rozszerza i modyfikuje podejście do problemu testowania izomorfizmów grafów łukowych zaproponowane przez Hsu [1]. Aby opisać znormalizowane modele grafu łukowego  $G$ , Hsu wykorzystuje odpowiedniość pomiędzy takimi modelami a stosownie określonymi modelami przecięć cięć okręgu pewnego grafu stowarzyszonego z  $G$ . Podejście Hsu okazało się być jednak błędne – w szczególności w pracy [2] podano kontrprzykład pokazujący, że drzewa dekompozycyjne Hsu nie mogą być wykorzystane w algorytmach testujących izomorfizm grafów łukowych.

### Bibliografia

- [1] W.L. Hsu,  *$O(MN)$  algorithms for the recognition and the isomorphism problems on circular-arc graphs*, SIAM J. Comput. 24(3), 411–439, (1995).
- [2] A. Curtis, M.C. Lin, R. McConnell, Y. Nussbaum, F. Soulignac, J. Spinrad, J. Swarcfiter, *Isomorphism of graph classes related to the circular-ones property*, Discrete Math. Theor. Comput. Sci., 15(1), 157–182, (2013).

[●Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Jak rzucać monetą, gdy adwersarz patrzy, i co to ma wspólnego z blockchainem?

Damian Leśniak [damian.lesniak@alephzero.org](mailto:damian.lesniak@alephzero.org)

Cardinal Cryptography

Zarówno Bitcoin, jak i inne systemy typu blockchain u swoich podstaw mają protokół konsensusu, czyli algorytm uzgadniania pomiędzy uczestnikami, w jakiej kolejności należy rozpatrywać transakcje przybywające do systemu. W tym kontekście bardzo zaskakującym rezultatem jest Twierdzenie FLP, które orzeka, przy pewnych założeniach o sieci, że żaden deterministyczny protokół nie jest w stanie rozwiązać problemu konsensusu w sytuacji, gdy choć jeden z uczestników protokołu jest nieuczciwy. W trakcie referatu zaprezentuję nowy protokół konsensusu *Aleph* i pokażę, jak można „oszukać” Twierdzenie FLP wykonując wspólny rozproszony rzut monetą. Powiem też nieco o tym, w jaki sposób zreali-



zować konsystentny rzut w przypadku, gdy nawet spora część uczestników jest nieuczciwa.

## Bibliografia

- [1] Adam Gągol, Damian Leśniak, Damian Straszak, Michał Świątek, *Aleph: Efficient Atomic Broadcast in Asynchronous Networks with Byzantine Nodes*, arXiv:1908.05156 (2019).
- [2] Michael J. Fischer, Nancy A. Lynch, Mike Paterson, *Impossibility of Distributed Consensus with One Faulty Process*, J. ACM32, 2 (1985), 374–382.

[●Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

### Opracowanie algorytmów i modeli z dziedziny sztucznej inteligencji z wykorzystaniem metod drzew behawioralnych celem wdrożenia do gier typu Real-Time Strategy

Mariusz Marek     [mmarek@uni.opole.pl](mailto:mmarek@uni.opole.pl)

Uniwersytet Opolski

Odkrycie drzew behawioralnych miało ogromny wpływ na rozwój sztucznej inteligencji (AI) stosowanej w grach komputerowych. Istniejące prace naukowe skupiają się na opracowaniu AI, które będzie osiągało jak najlepsze wyniki w danej grze. Z drugiej strony, istotnym problemem zdiagnozowanym w branży gier komputerowych jest brak użytkowników w początkowym etapie cyklu życia gry, a zastosowanie na tym etapie zaawansowanego AI prowadzi do zniechęcenia potencjalnych graczy. Podczas referatu omówione zostaną prace wykonane w ramach projektu nr POIR.01.02.00-00-0108/16 realizowane wspólnie z Baad Games Studio. Celem prowadzonych badań było opracowanie metodologii konstrukcji algorytmu sztucznej inteligencji imitujących styl gry rzeczywistych graczy. Zagadnienie to zostało sformułowane jako problem optymalizacji dyskretnej w przestrzeni drzew behawioralnych, przy funkcji kryterialnej oceniającej podobieństwo między rozgrywką wzorcową rzeczywistego gracza, a ocenianym drzewem behawioralnym. Zostaną przedstawione również rezultaty przeprowadzonych eksperymentów numerycznych, które wykazały perspektywiczność zastosowanego podejścia.

[●Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

### Faster Algorithms for Edge Connectivity via Random 2-Out Contractions

Krzysztof Nowicki     [knowicki@cs.uni.wroc.pl](mailto:knowicki@cs.uni.wroc.pl)

Uniwersytet Wrocławski

Co-authors:

Mohsen Ghaffari     [ghaffari@inf.ethz.ch](mailto:ghaffari@inf.ethz.ch)

ETH Zurich, Szwajcaria

Mikkel Thorup    mikkel2thorup@gmail.com  
 BARC, Univ. of Copenhagen

We provide a simple new randomized contraction approach to the global minimum cut problem for simple undirected graphs. The contractions exploit 2-out edge sampling from each vertex rather than the standard uniform edge sampling. We demonstrate the power of our new approach by obtaining better algorithms for sequential, distributed, and parallel models of computation. Our end results include the following randomized algorithms for computing edge connectivity, with high probability (We use the phrase *with high probability* (whp) to indicate that a statement holds with probability  $1 - O(n^{-\gamma})$ , for any desired constant  $\gamma \geq 1$ .)

- Two *sequential* algorithms with complexities  $O(m \log n)$  and  $O(m + n \log^3 n)$ . These improve on a long line of developments including a celebrated  $O(m \log^3 n)$  algorithm of Karger [STOC'96] and the state of the art  $O(m \log^2 n (\log \log n)^2)$  algorithm of Henzinger et al. [SODA'17]. Moreover, our  $O(m + n \log^3 n)$  algorithm is optimal when  $m = \Omega(n \log^3 n)$ .

- An  $\tilde{O}(n^{0.8} D^{0.2} + n^{0.9})$  round *distributed* algorithm, where  $D$  denotes the graph diameter. This improves substantially on a recent breakthrough of Daga et al. [STOC'19], which achieved a round complexity of  $\tilde{O}(n^{1-1/353} D^{1/353} + n^{1-1/706})$ , hence providing the first sublinear distributed algorithm for exactly computing the edge connectivity.

- The first  $O(1)$  round algorithm for the *massively parallel computation* setting with linear memory per machine.

Krzysztof Nowicki's research is supported by the National Science Centre, Poland grant 2017/25/B/ST6/02010.

Mohsen Ghaffari's research is supported by the Swiss National Foundation, under project number 200021\_184735.

Mikkel Thorup's research is supported by his Advanced Grant DFF-0602-02499B from the Danish Council for Independent Research and by his Investigator Grant 16582, Basic Algorithms Research Copenhagen (BARC), from the VILLUM Foundation

• [Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Algorytmy dla dużych danych, czyli gdy nie da się wszystkiego zobaczyć

Krzysztof Onak    krzysztof@onak.pl  
 IBM T.J. Watson Research Center, USA

Obserwacje astronomiczne, duże eksperymenty fizyczne, czy wreszcie ruch sieciowy w Internecie to przykładowe scenariusze, w których generowane są duże ilości danych. Rosnące rozmiary zbiorów danych powodują, że klasyczny sposób myślenia o efektywnych algorytmach jako tych, które działają w czasie wielomianowym na pojedynczym komputerze często nie przystaje do rzeczywistości. W tej prezentacji opowiem o modelach obliczeniowych stworzonych by sprostać wyzwaniom zrodzonym przez ilości danych, które ciężko umieścić na

jednej maszynie albo nawet przestać do tej samej lokalizacji geograficznej. W szczególności, przedstawię algorytmy dla kilku podstawowych problemów statystycznych i grafowych w tych modelach. Jest to bardzo aktywne pole obecnych badań i wiele ciekawych problemów pozostaje otwartych.

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Gry parzystości: Algorytm Zielonki w czasie kwaziwielomianowym

Paweł Parys    [parys@mimuw.edu.pl](mailto:parys@mimuw.edu.pl)

Uniwersytet Warszawski

Calude, Jain, Khossainov, Li i Stephan [1] podali w 2017 roku kwaziwielomianowy algorytm znajdujący zwycięzcę w grach parzystości. Po tym przełomowym wyniku zostało wymyślonych parę innych algorytmów kwaziwielomianowych rozwiązujących ten sam problem. Są one wszystkie względnie trudne do zrozumienia. Ponadto, okazuje się, że w praktyce działają one bardzo wolno. Od dawna natomiast istnieje rekurencyjny algorytm Zielonki, o odmiennych własnościach: jest bardzo prosty, w najgorszym przypadku działa w czasie wykładniczym, lecz w praktyce zazwyczaj jest bardzo szybki. W pracy, którą chciałbym zaprezentować, połączyłem oba podejścia: podałem niewielką modyfikację algorytmu Zielonki, która zapewnia, że jego czas działania jest co najwyżej kwaziwielomianowy. Otrzymujemy w ten sposób algorytm, który jest prosty i rozwiązuje gry parzystości w czasie kwaziwielomianowym. Praca została przyjęta na konferencję MFCS [2].

### Bibliografia

- [1] C. S. Calude, S. Jain, B. Khossainov, W. Li, and F. Stephan, *Deciding parity games in quasipolynomial time*, Proceedings of the 49th Annual ACM SIGACT Symposium on Theory of Computing, STOC 2017, Montreal, QC, Canada, June 19–23, 2017: 252–263 (2017).
- [2] P. Parys, *Parity Games: Zielonka's Algorithm in Quasi-Polynomial Time*, 2017 (wystane na MFCS 2019).

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Równoważności Pomiędzy Problemami Zliczania Trójkątów i Zapytań na Przedziałach

Adam Polak    [polak@tcs.uj.edu.pl](mailto:polak@tcs.uj.edu.pl)

Uniwersytet Jagielloński

Definiujemy naturalną klasę problemów zapytań na przedziałach i dowodzimy, że wszystkie problemy w tej klasie mają taką samą złożoność czasową (z dokładnością do czynników polilogarytmicznych). Dzięki temu możemy uzyskać nowe szybsze algorytmy (również online) dla wszystkich problemów w naszej

klasie.

Następnie skupiamy się na specjalnym przypadku tych problemów, w którym zapytania są dane offline a ich liczba jest liniowa. Problemy te stają się wtedy równoważne czasowo problemowi zliczania, dla każdej krawędzi  $e$  w grafie o  $m$  krawędziach, liczby trójkątów zawierających  $e$ . Ten naturalny problem daje się rozwiązać najszybszym znanym algorytmem zliczania trójkątów [??], działającym w czasie  $O(m^{2\omega/(\omega+1)}) \leq O(m^{1.41})$ . Co więcej, jeśli  $\omega = 2$ , ograniczenie  $O(m^{2\omega/(\omega+1)})$  jest ścisłe (z dokładnością do czynników  $m^{o(1)}$ ) przy założeniu Hipotezy 3SUM. W takim wypadku, nasza równoważność rozwiązuje kwestię złożoności problemów zapytań na przedziałach. Nasze problemy stanowią pierwszą klasę równoważności z tym osobliwym ograniczeniem złożoności czasowej.

Prezentowane wyniki powstały we współpracy z Lechem Durajem, Krzysztofem Kleinerem oraz Virginią Vassilevską Williams.

## Bibliografia

- [1] Noga Alon, Raphael Yuster, Uri Zwick, *Finding and counting given length cycles*, *Algorithmica*, 17(3):209 – 223, 1997.

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Całkowite Nondeterministyczne Maszyny Turinga i $p$ -optymalny System Dowodowy dla SAT

Zenon Sadowski    [sadowski@math.uwb.edu.pl](mailto:sadowski@math.uwb.edu.pl)

Uniwersytet Białostocki

We show that the open problem of the existence of a  $p$ -optimal proof system for *SAT* can be characterized in terms of total nondeterministic Turing machines. We prove that there exists a  $p$ -optimal proof system for *SAT* if and only if there exists a proof system  $h$  for *SAT* such that for any total nondeterministic Turing machine working in polynomial time its totality is provable with short proofs in  $h$  and these proofs can be efficiently constructed.

Additionally we show that the problem of the existence of an optimal proof system for *TAUT* can be characterized in terms of pairs of nondeterministic Turing machines which are disjoint (do not accept the same strings). We prove that there exists an optimal proof system for *TAUT* if and only if there exists a proof system  $f$  for *TAUT* such that for any pair of disjoint nondeterministic Turing machines working in polynomial time their disjointness is provable in  $f$  with short proofs.

The talk is based on [1].

## References

- [1] Z. Sadowski, *Total Nondeterministic Turing Machines and a  $p$ -optimal Proof System for SAT*, In: Kari, J., Manea, F., Petre, I. (eds.) 13th Conference on Computability in Europe, CiE 2017 Proceedings. LNCS, vol. 10307, pp. 364–374. Springer, Heidelberg (2017).

- [2] O. Beyersdorff and Z. Sadowski, Do there exist complete sets for promise classes? *Math. Logic Q.* 57(6): 535–550 (2011).

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Stała aproksymacja dla problemu Ordered $k$ -Median

Krzysztof Sornat    [krzysztof.sornat@cs.uni.wroc.pl](mailto:krzysztof.sornat@cs.uni.wroc.pl)

Uniwersytet Wrocławski

Współautorzy:

Jarosław Byrka    [jby@cs.uni.wroc.pl](mailto:jby@cs.uni.wroc.pl)

Uniwersytet Wrocławski

Joachim Spoerhase    [joachim.spoerhase@aalto.fi](mailto:joachim.spoerhase@aalto.fi)

Aalto University, Finlandia

W problemie klastrowania zwanym ORDERED  $k$ -MEDIAN jakość rozwiązania jest mierzona poprzez posortowanie kosztów połączeń klientów (*clients*) do otworzonych centrów obsługi (*facilities*) oraz przeskalowanie otrzymanego wektora kosztów przez dany na wejściu wektor wag (większe koszty obsługi skalowane są przez większe wagi). Od lat 90-tych XX-go wieku ten problem był intensywnie badany w optymalizacji dyskretnej oraz w badaniach operacyjnych, gdyż uogólnia wiele fundamentalnych problemów klastrowania i problemów lokalizacji takich jak  $k$ -MEDIAN oraz  $k$ -CENTERED. Otrzymanie nietrywialnych algorytmów aproksymacyjnych było otwartym problemem nawet dla tak prostych grafów jak drzewa. Ostatnio, Aouad i Segev (2019) skonstruowali algorytm  $\mathcal{O}(\log n)$ -aproksymacyjny dla ORDERED  $k$ -MEDIAN używając odpowiednio zaprojektowanego przeszukiwania lokalnego.

Istnienie wielomianowego algorytmu o stałej aproksymacji pozostawało otwartym pytaniem nawet dla wektora wag z dwoma różnymi wartościami.

Naszym głównym wynikiem jest skonstruowanie algorytmu o stałej aproksymacji dla ogólnego problemu ORDERED  $k$ -MEDIAN bazując na zaokrągleniu odpowiedniego programu liniowego. W celu analizy procesu zaokrąglania dla nieliniowej funkcji celu, zastosowaliśmy kilka nowych pomysłów i technik, które wierzymy, że są wartościowe same w sobie z algorytmicznego punktu widzenia.

Referat bazuje na wspólnej pracy z Jarosławem Byrką oraz Joachimem Spoerhase opublikowanej pt. „*Constant-Factor Approximation for Ordered  $k$ -Median*” na konferencji STOC 2018.

●[Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Hamiltonian cycles in hypercubes with disjoint faulty edges

Andrzej Szepietowski    [matsz@inf.ug.edu.pl](mailto:matsz@inf.ug.edu.pl)

Uniwersytet Gdański

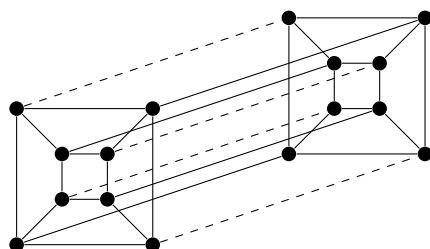
Co-author:

Janusz Dybizbański    jdybiz@inf.ug.edu.pl  
 Uniwersytet Gdański

We consider hypercubes with pairwise disjoint faulty edges. An  $n$ -dimensional hypercube (cube), denoted by  $Q_n$ , is an undirected graph with  $2^n$  nodes, each labeled with a distinct binary strings. We shall say that the parity of the vertex  $x$  is 0 if the number of ones in its labels is even, and is 1 if the number of ones is odd. Two vertices  $a = a_{n-1} \dots a_0$  and  $b = b_{n-1} \dots b_0$  are connected by the edge iff  $a$  and  $b$  differ in one position. If  $a$  and  $b$  differ in position  $i$ , then we say that the edge  $(a, b)$  is a crossing edge going in direction  $i$ . We define the parity of the edge as the parity of the end with 0 (on the position where they are different). It was already known, see [1], that  $Q_n$  is not Hamiltonian if it has a SCDHW (subcube disconnected halfway), i.e. if there is a dimension where all crossing edges of parity 0 (or 1) are faulty, see the figure below.

We show:

**Theorem.** *Every cube  $Q_n$ , with  $n \geq 4$  and disjoint faulty edges is Hamiltonian if and only if it has no SCDHW (subcube disconnected halfway). In other words the cube is hamiltonian if and only of for each direction there are two healthy crossing edges of different parity.*



**Corollary 1.** *If  $n \geq 4$ , faulty edges  $F$  are pairwise disjoint, and there are two nonparallel faulty edges, then  $Q_n$  is Hamiltonian.*

**Corollary 2.** *If  $n \geq 4$ , faulty edges  $F$  are pairwise disjoint, and  $|F| < 2^{n-2}$ , then  $Q_n$  is Hamiltonian.*

## References

- [1] A. Szepietowski, *Hamiltonian cycles in hypercubes with  $2n-4$  faulty edges*, Information Sciences, 215 (2012) 75–82.

● [Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Algorytm o stałym współczynniku aproksymacji dla asymetrycznego problemu komiwojażera (ATSP)

Jakub Tarnawski    dj3500@gmail.com  
 École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Podajemy algorytm o stałym współczynniku aproksymacji dla asymetrycznej wersji problemu komiwojażera (ATSP). Analiza tego współczynnika opiera się o

standardową relaksacją liniową, więc wynik ten potwierdza również hipotezę o jej stałej luce całkowitości (integrality gap).

Nasze techniki rozszerzają te użyte w algorytmie Svenssona dla szczególnego przypadku grafów nieważonych. Mówiąc dokładniej, podajemy ogólną redukcję, dzięki której wystarczy umieć rozwiązywać ATSP na grafach o strukturze podobnej (choć ogólniejszej) do instancji nieważonych. Następnie pokazujemy, jak na takich grafach rozwiązywać problem Local-Connectivity ATSP, o którym wiadomo, że jest równoważny ATSP (w sensie istnienia aproksymacji o statym współczynniku).

Wspólny wynik z Olą Svenssonem.

[●Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Centralność Zanikania Błądzenia Losowego

Tomasz Wąs    [t.was@mimuw.edu.pl](mailto:t.was@mimuw.edu.pl)

Uniwersytet Warszawski

Miary centralności są powszechnie używanym narzędziem do oceny istotności elementów w sieci. Podczas gdy większość z występujących w literaturze miar oparta jest na najkrótszych ścieżkach, my proponujemy nową centralność – *Centralność Zanikania Błądzenia Losowego* (ang. *Random Walk Decay Centrality*) – która oparta jest na błądzeniu losowym po sieci. Proponujemy również jej aksjomatyczną charakteryzację, co pozwala zobaczyć, że jest ona blisko związana z PageRankiem: udowadniamy, że biorąc jeden aksjomat z charakteryzacji Centralności Zanikania Błądzenia Losowego – Brak Samoodziaływania (ang. *Lack of Self-Impact*) – i zamieniając go na inny aksjomat – Zamiana Krawędzi (ang. *Edge Swap*), otrzymujemy aksjomatyzację PageRanka. Dodatkowo pokazujemy, że Brak Samoodziaływania jest pożądaną własnością w wielu kontekstach, a niespełnianie Zamiany Krawędzi może pozytywnie przyczynić się do promocji większego zróżnicowania w sieci.

[●Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)

## Relational Width of First-Order Expansions of Homogeneous Graphs with Bounded Strict Width

Michał Wrona    [wrona@tcs.uj.edu.pl](mailto:wrona@tcs.uj.edu.pl)

Uniwersytet Jagielloński

We study the amount of consistency (measured by relational width) needed to solve  $CSP(\Gamma)$  for first-order expansions  $\Gamma := (D; E, N, =, R_1, \dots, R_k)$  of countably infinite homogeneous graphs  $\mathbb{G} := (D; E)$ , where  $N$  is the binary relation between different vertices not connected by an edge and  $R_1, \dots, R_k$  are relations first-order definable in  $\mathbb{G}$ . We study our problem for  $\Gamma$ s that additionally have bounded strict width, i.e., for which establishing local consistency of an instance of  $CSP(\Gamma)$  not only decides if there is a solution but also ensures that every so-

lution may be obtained from a locally consistent instance by greedily assigning values to variables, without backtracking. It is known that with every countably infinite homogeneous graph  $\mathbb{G}$  the finite unique minimal set of finite graphs  $\mathcal{F}_{\mathbb{G}}$  is associated such that a finite  $G$  is an induced substructure of  $\mathbb{G}$  if and only if there is no  $G' \in \mathcal{F}_{\mathbb{G}}$  such that  $G'$  embeds into  $G$ .

Our main result is that the structures  $\Gamma$  under consideration have relational width exactly  $(2, \mathbb{L}_{\mathbb{G}})$  where  $\mathbb{L}_{\mathbb{G}}$  is the maximal size of a forbidden subgraph in  $\mathcal{F}_{\mathbb{G}}$ , but not smaller than 3. It implies, in particular, that  $CSP(\Gamma)$  may be solved in time  $O(n^m)$  where  $n$  is the number of variables and  $m$  is the maximum of  $\mathbb{L}_{\mathbb{G}}$  and the arities of relations in the signature, while strict width  $\ell$  ensures time  $O(n^{\ell+1})$ . Furthermore, since  $\mathbb{L}_{\mathbb{G}}$  may be arbitrarily large, our result contrasts the collapse of the relational bounded width hierarchy for finite structures  $\Gamma$ , whose relational width, if finite, is always at most  $(2, 3)$ .

Finally, we show that certain maximally tractable  $\Gamma$ s with a first-order definition in a countably infinite homogeneous graph whose  $CSP(\Gamma)$  are already known to be solvable in polynomial time by other algorithms may be also solved by establishing consistency. Thus, we provide an alternative algorithm for already studied problems.

● [Powrót do indeksu abstraktów sekcji](#)