45. Workshop für Komplexitätstheorie, Datenstrukturen und effiziente Algorithmen (Theorietag)

Klaus Reinhardt

WSI-2002-1

19. Februar 2002

Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik
Universität Tübingen
Sand 13
D-72076 Tübingen
Germany

URL: `http://www-fs.informatik.uni-tuebingen.de/~reinhard/45.TheorieTag/`
E-Mail: `reinhard@informatik.uni-tuebingen.de`
Telefon: (07071) 29-77566
Telefax: (07071) 29-5061

ISSN 0946-3852

45. Theorietag, 19. Februar 2002

Programm

9:55	Begrüßung	
10:00 – 10:30	Manfred Kunde (Ilmenau):	
	Embedding Express Graphs into Networks	3
10:30 – 11:00	Alfons Avermiddig (Münster):	
	Continues Hot-Potato Routing on the Ring	4
11:20 – 11:50	Holger Spakowski (Düsseldorf):	
	Exact Complexity of the Winner Problem for Young Elections	5
11:50 – 12:20	Tobias Riege (Düsseldorf):	
	Exact Complexity of Exact-Four-Colorability	6
14:10 – 14:40	Arfst Nickelsen (Berlin):	
	Erreichbarkeit in Graphen mit beschränkter Unabhängigkeitszahl	7
14:40 – 15:10	Alexander Hall (Zürich):	
	NP-Hardness of Broadcast Scheduling and Inapproximability of Single-Source Unsplittable Min-Cost Flow	8
15:10 – 15:40	Holger Petersen (Stuttgart):	
	Distance Labeling in General Graphs	9
16:00 – 16:30	Volker Diekert (Stuttgart):	
	Local Logics	10
16:30 – 17:00	Ulrich Hertrampf (Stuttgart):	
	Neues über zeitbeschränkte Häufigkeitsberechnungen	11
17:00 – 17:30	Peter Rossmanith (München):	
	Zaehlen von Vertex Covern einer bestimmten Groesse	12

Embedding Express Graphs into Networks

Manfred Kunde

email:kunde@theoinf.tu-ilmenau.de

In an ATM network an express graph is built on the top of the physical network in order to make the network faster. An express edge (a, b) is built by connecting a physical path from a to b in the original network to one edge in the modified network. By establishing several express egdes an embedded express graph is generated. The aim is to construct an express graph with a very small diameter.
We show that an arbitrary graph with N nodes and containing k directed Hamiltonian cycles has an express graph with a diameter of $O(kN^{1/k})$. The result can be extended to a class of graphs having bigger subgraphs with k Hamiltonian cycles. Furthermore, for the hypercube with N nodes we give a new simpler construction for an express graph with diameter $O(logN/loglogN)$ which asymptotically matches the lower bound.

Continues Hot-Potato Routing on the Ring

Alfons Avermiddig
Institut für Informatik, Einsteinstr. 62, 48149 Münster
email:alfons@avermiddig.de

In dieser Arbeit betrachten wir Packetrouting auf dem Ring, speziell kontinuierliches (dynamisches), d. h., es werden immer wieder neue zu routende Pakete ins Netz geschickt. Konflikte, das sind die Fälle, wenn mehrere Pakete über eine Netzwerkkante geroutet werden müssten, werden nach dem Hot-Potato Prinzip gelöst: Auf den Knoten werden nur die hineinkommenden Pakete für den aktuellen Routingschritt zwischengespeichert. Es werden keine weiteren Pakete, etwa zur Konfliktlösung, gepuffert. Bei Konflikten werden Pakete in andere Richtungen, die eventuell nachteilig für diese Pakete sind, geschickt.
Das betrachtete Routing ist synchron, es gibt keine globalen Routingentscheidungen: Alles wird in den Knoten entschieden und zwar nur abhängig von den Zieladressen der Pakete. Alle Entscheidungen in Konfliktfällen werden nach dem Zufallsprinzip gefällt.
Nun lässt sich jedoch dieses sehr einfache Routingprotokoll sehr schwer analysieren, wie etwa die Bestimmung der erwarteten Routingzeit eines Paketes. Unzählige Simulationen haben gezeigt, dass das Routing schnell und gutartig ist.
Das Problem der Analyse ist, dass durch die Routingentscheidungen ein in sich vollständig abhängiges System entsteht. In der Literatur wurden konkrete Analyseversuche fast immer mit (falschen) Unabhängigkeitsannahmen gemacht, so dass die Ergebnisse (wenn auch nur gering) von den gemessenen abweichen.
Wir zeigen hier, wie das Routing genau analysiert werden kann. Die Dynamik des gesamten Systems lässt sich als Gleichungssystem darstellen. Die Lösung des Gleichungssystems beschreibt das durchschnittliche Verhalten. Jedoch lässt sich das Gleichungssystem nur für sehr kleine Ringe (#Knoten ≤ 5) auf Grund seiner Komplexität in den Griff bekommen. Die Ergebnisse beweisen allerdings das gemessene gute Verhalten des Routings: Die erwartete Routingzeit eines Paketes ist maximal doppelt so groß wie die Entfernung zum Ziel.

Exact Complexity of the Winner Problem for Young Elections

Jörg Rothe Holger Spakowski
Abteilung für Informatik
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
40225 Düsseldorf, Germany
email: {rothe|spakowsk}@cs.uni-duesseldorf.de

Jörg Vogel
Institut für Informatik
Friedrich-Schiller-Universität Jena
07740 Jena, Germany
email: vogel@minet.uni-jena.de

In 1977, Young [3] proposed a voting scheme that extends the Condorcet Principle based on the fewest possible number of voters whose removal yields a Condorcet winner. We prove that both the winner and the ranking problem for Young elections is complete for $\mathrm{P}_{\|}^{\mathrm{NP}}$, the class of problems solvable in polynomial time by parallel access to NP. Analogous results for Lewis Carroll's 1876 voting scheme were recently established by Hemaspaandra et al. [2]. In contrast, we prove that the winner and ranking problems in Fishburn's homogeneous variant [1] of Carroll's voting scheme can be solved efficiently by linear programming. [1]

Literatur

[1] P.C. Fishburn. Condorcet social choice functions. *SIAM Journal on Applied Mathematics,* 33:469–489, 1977.

[2] E. Hemaspaandra, L.A. Hemaspaandra, J. Rothe. Exact analysis of Dodgson elections: Lewis Carroll's 1876 voting system is complete for parallel access to NP. *Journal of the ACM,* 44(6):806–825, 1997.

[3] H.P. Young. Extending Condorcet's rule. Journal of Economic Theory, 16:335–353, 1977.

[1] Supported in part by grant NSF-INT-9815095/DAAD-315-PPP-gü-ab.

Exact Complexity of Exact-Four-Colorability

Tobias Riege Jörg Rothe
Abteilung für Informatik
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
40225 Düsseldorf, Germany
email: {rothe|spakowsk}@cs.uni-duesseldorf.de

Wagner [Wag87] raised the question of whether it is DP-complete to determine if the chromatic number of a given graph is exactly four. We prove a general result that in particular solves Wagner's question in the affirmative. [1]

Literatur

[Wag87] K. Wagner. More complicated questions about maxima and minima, and some closures of NP. *Theoretical Computer Science*, 51:53–80, 1987.

[1]Supported in part by grant NSF-INT-9815095/DAAD-315-PPP-gü-ab.

Erreichbarkeit in Graphen mit beschränkter Unabhängigkeitszahl

Arfst Nickelsen und Till Tantau

email:nicke@cs.tu-berlin.de, tantau@cs.tu-berlin.de

Beim Erreichbarkeitsproblem wird gefragt, ob es für einen Graphen G und zwei Knoten s und t in G einen Pfad von s nach t gibt. Das Erreichbarkeitsproblem für gerichtete Graphen ist vollständig für die Komplexitätsklasse NL. Man interesssiert sich auch für die Komplexität des Erreichbarkeitsproblems für spezielle Klassen von Graphen. Es ist bekannt, dass das Erreichbarkeitsproblem für ungerichtete Graphen SL-vollständig ist. Es ist L-vollständig zum Beispiel für ungerichtete azyklische Graphen und für gerichtete Graphen mit maximalem Aus-Grad 1.
Wir untersuchen Graphen mit beschränkter Unabhängigkeitszahl, d. h. Graphen, die keine unabhängige Menge mit mehr als k Knoten (für eine vorgegebene Konstante k) enthalten. Wir zeigen, dass das Erreichbarkeitsproblem für solche Graphen *first-order definable* ist, und damit in einer echten Teilklasse von L liegt. Erreichbarkeit für Tournaments ist ein Spezialfall hiervon und liegt ebenfalls in FO (First Order). Wir untersuchen auch die *succinct* Variante dieser Probleme, bei der die Graphen nicht explizit, sondern nur implizit, etwa durch einen Schaltkreis, der die Kantenrelation entscheidet, gegeben sind. Es stellt sich heraus, dass die succint Version der Erreichbarkeit in Graphen mit beschränkter Unabhängigkeitszahl vollständig ist für Π_2^p. Zum Vergleich: Die succinct Version des allgemeinen Erreichbarkeitsproblems ist PSPACE-vollständig.

NP-Hardness of Broadcast Scheduling and Inapproximability of Single-Source Unsplittable Min-Cost Flow

Thomas Erlebach and Alexander Hall

email:{erlebach|hall}@tik.ee.ethz.ch

We consider the version of broadcast scheduling where a server can transmit one message of a given set at each time-step, answering previously made requests for that message. The goal is to minimize the average response time if the amount of requests is known in advance for each time-step and message. We prove that this problem is NP-hard, thus answering an open question stated by Kalyanasundaram, Pruhs and Velauthapillai (Proceedings of ESA 2000, LNCS 1879, 2000, pp. 290–301). Furthermore, we present an approximation algorithm that is allowed to send several messages at once. Using 6 channels for transmissions, the algorithm achieves an average response time that is at least as good as the optimal solution using one channel. The best previous approximation algorithm achieved ratio 1.5 with 6 channels and reached ratio 1 only in the case where there are as many channels as messages.

From the NP-hardness of broadcast scheduling we derive a new inapproximability result of $(2-\varepsilon, 1)$ for the (congestion,cost) bicriteria version of the single source unsplittable min-cost flow problem, for arbitrary $\varepsilon > 0$. The result holds even in the often considered case where the maximum demand is less than or equal to the minimum edge capacity ($d_{\max} \leq u_{\min}$), a case for which an algorithm with ratio $(3, 1)$ was presented by Skutella.

Our results were published in SODA 2002.

Distance Labeling in General Graphs

Shimon Kogan
The Weizmann Institute of Science
76100 Rehovot, Israel

Holger Petersen
University of Stuttgart
Institute of Computer Science
D-70565 Stuttgart, Germany

We improve the space requirements of distance labeling schemes for general graphs from about $11n$ bits [1, 2] to approximately $\frac{1}{2}(\log_2 \frac{\sqrt{65}+5}{2})n \approx 1.354n$, while maintaining a polylogarithmic running time for answering distance queries. In a different framework, Winkler described a distance labeling scheme providing a proof of the Squashed Cube Conjecture, see [4, 3]. This scheme leads to a space bound $(\log_2 3)n \approx 1.585n$, with linear time for recovering distance information, violating the requirement of [1, 2]. Our construction admits fast access to the distance information, while it does not obey the restrictions imposed by the Squashed Cube Conjecture. [1]

Literatur

[1] Cyril Gavoille, David Peleg, Stéphane Perénne, and Ran Raz. Distance labeling in graphs. Report RR-1239-00, LaBRI, University of Bordeaux, 2000.

[2] Cyril Gavoille, David Peleg, Stéphane Perénne, and Ran Raz. Distance labeling in graphs. In *Proceedings of the 12th Symposium on Discrete Algorithms (SODA)*, pages 210–219, New York, 2001. ACM Press.

[3] Douglas B. West. *Introduction to Graph Theory.* Prentice-Hall, Upper Saddle River, N.J., 1996.

[4] Peter M. Winkler. Proof of the Squashed Cube Conjecture. *Combinatorica*, 3:135–139, 1983.

[1] Research supported by “Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina”, grant number BMBF-LPD 9901/8-1 of “Bundesministerium für Bildung und Forschung”.

Local Logics

Volker Diekert
Abteilung Theoretische Informatik, Universität Stuttgart
Institut für Informatik, Breitwiesenstr. 20-22, 70565 Stuttgart
email:diekert@informatik.uni-stuttgart.de

Local logics for Mazurkiewicz traces are of interest since the satisfiability problem is in PSPACE, whereas the satisfiability problem for global logics is known to be non-elementary. But the difficult problem for local logics is to obtain expressive completeness results with respect to first order logic. Our main result is an expressive completeness result, if the underlying dependence alphabet is a cograph, i.e., if all traces are series parallel graphs. Moreover, we show that this is the best we can expect in our setting: If the dependence alphabet is not a cograph, then we cannot express all first order properties.

Neues über zeitbeschränkte Häufigkeitsberechnungen

Ulrich Hertrampf

Abteilung Theoretische Informatik, Universität Stuttgart

Institut für Informatik, Breitwiesenstr. 20-22, 70565 Stuttgart

email:hertrampf@informatik.uni-stuttgart.de

Einige Spezialfälle von Inklusionen zwischen verschiedenen durch zeitbeschränkte Häufigkeitsberechnungen definierten Klassen werden untersucht.
Die verwendete Technik führt zu dem allgemeineren Resultat, daß für alle $n > 8$ die Beziehung $(n, n+3)P = (8, 11)P$ gilt, womit ein wichtiger Fall der 5 Jahre alten Vermutung von Hinrichs und Wechsung gezeigt ist.

Zaehlen von Vertex Covern einer bestimmten Groesse

Peter Rossmanith

Institut für Informatik, Technische Universität München

Arcisstrasse 21, D-80290 München

email:rossmani@in.tum.de

Es gibt Algorithmen, die optimale Vertex Cover fuer einen Graphen berechnen koennen. In diesem Vortrag wird ein Algorithmus vorgestellt, der die Anzahl der Vertex Cover der Groesse k fuer einen Graph berechnen kann. Die Laufzeit des Algorithmus ist exponentiell in k. Moegliche Anwendungen umfassen zum Beispiel deterministische Algorithmen zur Faerbung von Graphen.