

Fakultät für Informatik
und Automatisierung
Institut für Theoretische
und Technische Informatik



40. Workshop Komplexitätstheorie, Datenstrukturen und Effiziente Algorithmen

Programm und Beiträge

Ilmenau, 28. März 2000

Programm

zum 40. Workshop Komplexitätstheorie, Datenstrukturen und Effiziente Algorithmen in Ilmenau am 28. März 2000

Ort der Veranstaltung: Hans-Stamm-Campus, Kirchhoffbau, Hörsaal 4

8:50 – 9:00 **Begrüßung**, vorher Kaffee

9:00 – 9:30 *Rolf Niedermeier, Peter Rossmanith*
On Efficient Fixed Parameter Algorithms for WEIGHTED VERTEX COVER

9:30 – 10:00 *André Brinkmann, Kay Salzwedel, Christian Scheideler*
Efficient Placement Strategies for Storage Area Networks

10:00 – 10:30 *L. Bodlaender, Ton Kloks, Jochen Alber, Henning Fernau, Rolf Niedermeier*
Faster algorithms for PLANAR DOMINATING SET and related problems

10:30 – 11:00 **Pause**

11:00 – 11:30 *Sven Kosub*
On NP-Partitions over Posets with an Application to Reducing the Set of Solutions of NP Problems

11:30 – 12:00 *Arfst Nickelsen, Zsuzsa Lipták*
Optimale Strategien für fehlertolerantes Broadcasting in vollständigen Graphen

12:00 – 12:15 *Ulrich Hertrampf*
Über (m, n) -reguläre Sprachen

12:15 – 13:45 **Mittagspause**

13:45 – 14:15 *Thomas Jansen, Ingo Wegener*
Über die Wahl der Mutationswahrscheinlichkeit beim $(1+1)$ EA

14:15 – 14:45 *Andreas Goerdt, Uwe Schöning*
Fast deterministic satisfiability algorithms by local search

14:45 – 15:00 **Pause**

15:00 – 15:30 *André Große, Jörg Rothe, Gerd Wechsung*
Relating Partial and Complete Solutions and the Complexity of Computing Smallest Solutions

15:30 – 16:00 *Juraj Hromkovič*
Die Stabilität von Approximationsalgorithmen für schwere Optimierungsprobleme (Unterwegs zur Spezifikation der Klasse praktisch lösbarer Berechnungsaufgaben)

16:00 **Ende**

On Efficient Fixed Parameter Algorithms for WEIGHTED VERTEX COVER

Rolf Niedermeier

Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik, Universität Tübingen,
Sand 13, D-72076 Tübingen, Fed. Rep. of Germany
niedermr@informatik.uni-tuebingen.de

Peter Rossmanith

Institut für Informatik, Technische Universität München,
Arcisstr. 21, D-80290 München, Fed. Rep. of Germany
rossmani@in.tum.de

We investigate the fixed parameter (in)tractability of WEIGHTED VERTEX COVER, which is among the most popular problems in combinatorial optimization. Given a graph $G = (V, E)$ and a weight function $\omega : V \rightarrow \mathbb{R}^+$ and $k \in \mathbb{R}^+$, the problem of WEIGHTED VERTEX COVER (WVC for short) is to find a subset C of vertices in V of weight at most k such that every edge of G has at least one endpoint in C . WVC and its variants studied here are *NP*-complete.

We show that, when restricting the range of ω to positive integers, then so-called INTEGER-WVC can be solved as fast as unweighted VERTEX COVER (time $O(1.271^k + kn)$). If the range of ω is restricted to positive reals ≥ 1 , then we show that so-called REAL-WVC can be solved in time $O(1.3954^k + kn)$. If the weights are arbitrary (referred to by GENERAL-WVC), however, the problem is fixed parameter intractable unless $P = NP$. That is, it is unlikely that there is an $O(f(k)n^{O(1)})$ time algorithm for GENERAL-WVC, where f may be a function growing arbitrarily fast in the parameter k . Finally, we discuss also the case when the bound k does not refer to the weight of the minimum weight vertex cover, but when it refers to the number of vertices in a minimum weight vertex cover.

Efficient Placement Strategies for Storage Area Networks*

André Brinkmann[†] Kay Salzwedel[‡] Christian Scheideler[§]

The growing amount of data available today calls for efficient storage systems. In the past, disk arrays served as a flexible platform to meet the requirements of many applications. The great success of these arrays is due to good data layouts and the introduction of fault tolerance. Unfortunately, classic layout are made for unchanging systems where only failed disks are replaced. Newer trends favor *Storage Area Networks* (SAN) because they provide a very flexible and scalable storage platform. Here a large number of disks or storage subsystems are connected via a communication network very similar to a LAN. Hence, the system configuration may change over time depending on user demands. Traditional data distribution strategies cannot keep up with these evolutions because they use the known layout of the underlying array.

We propose new data layouts for Storage Area Networks which distribute the data blocks as evenly as possible over the array and try to minimize the number of blocks that need to be re-distributed when the system is subject to configuration changes. To judge the quality of the new algorithms we compare them to an optimal strategy, i.e. we derive the competitive ratio for the number of replacements any block has to perform. We showed for the uniform case (all disks have the same storage capacity), that our strategy is 1-competitive for the addition and 2-competitive for the removal of one disk, respectively. For general non-uniform case, we proofed a l -competitiveness of our approach where l is the number of levels induced by different disk sizes.

When using large disk arrays as a storage platform and distributing the data over all disks the question of fault tolerance becomes crucial because the mean time between failure (MTBF) of the whole array decreases with the number of disks. Due to our special mapping scheme (the mapping of blocks to disks is done by calculation instead of using a look-up table) classical methods seem to restrict our approach. We give an insight into possible schemes redundancy schemes and discuss their applicability for our approach.

*Research partially supported by the DFG-Sonderforschungsbereich 376 “Massive Parallelität: Algorithmen, Entwurfsmethoden, Anwendungen.” and the DFG/HNI-Graduiertenkolleg “Parallele Rechnernetzwerke in der Produktionstechnik”

[†]Department of Electrical Engineering and Information Technology, and HEINZ NIXDORF INSTITUT. Paderborn University, 33095 Paderborn, Germany. Email: brinkman@hni.uni-paderborn.de.

[‡]Graduiertenkolleg. HEINZ NIXDORF INSTITUT, 33102 Paderborn, Germany.
Email: kay@hni.upb.de.

[§]Department of Mathematics & Computer Science and HEINZ NIXDORF INSTITUT. Paderborn University, 33095 Paderborn, Germany. Email: chrsch@uni-paderborn.de.

Faster algorithms for PLANAR DOMINATING SET and related problems

Hans L. Bodlaender
Utrecht University
Department of Computer Science
Utrecht
The Netherlands
hansb@cs.uu.nl

Ton Kloks
Vrije Univeriteit Amsterdam
Department of Mathematics and
Computer Science
Amsterdam
The Netherlands
kloks@cs.vu.nl

Jochen Alber, Henning Fernau, Rolf Niedermeier
Universität Tübingen
WSI für Informatik
Sand 13, 72076 Tübingen
Fed. Rep. of Germany
{alber,fernau,niederm}@informatik.uni-tuebingen.de

Zusammenfassung

We present an algorithm for computing the domination number of a planar graph that uses $O(c^{\sqrt{k}} n)$ time, where k is the domination number of the given planar input graph and c is a constant. This asymptotically improves a previous result of Downey and Fellows who gave an algorithm running in time $O(11^k n)$. To prove the result, we first show that the treewidth of a planar graph with domination number k is $O(\sqrt{k})$. This can be done by constructing appropriate separators of small size. The algorithm then builds such a tree decomposition, and uses the tree decomposition to compute the domination number and a minimum size dominating set. The same technique can be used to show that the DISK DIMENSION problem (find a minimum set of faces that cover all vertices of a given plane graph) can be solved in $O(c^{\sqrt{k}} n)$ time. Similar results can be obtained for some variants of DOMINATING SET, e.g., INDEPENDENT DOMINATING SET.

On NP-Partitions over Posets with an Application to Reducing the Set of Solutions of NP Problems

Sven Kosub

Theoretische Informatik

Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Am Hubland, D-97074 Würzburg, Germany
kosub@informatik.uni-wuerzburg.de

The boolean hierarchy of k -partitions over NP for $k \geq 2$ was introduced in [2] as a generalization of the well-known boolean hierarchy of sets. The classes of this hierarchy are exactly those classes of NP-partitions which are generated by finite labeled lattices.

We extend the boolean hierarchy of NP-partitions by considering partition classes which are generated by finite labeled posets. Since we cannot prove it absolutely, we collect evidence for this extended boolean hierarchy to be strict. We give an exhaustive answer to the question which relativizable inclusions between partition classes can occur depending on the relation between their defining posets.

The study of the extended boolean hierarchy has a nice application to the problem of whether one can reduce the number of solutions of NP problems. For finite cardinality types, assuming the extended boolean hierarchy of k -partitions over NP is strict, we give a complete characterization when such solution reductions are possible. This contributes to an open problem in [1].

Literatur

- [1] L. A. Hemaspaandra, M. Ogihara, and G. Wechsung. On reducing the number of solution of NP functions. Technical Report UR-CS-00-727, University of Rochester, Department of Computer Science, January 2000.
- [2] S. Kosub and K. W. Wagner. The boolean hierarchy of NP-partitions. In *Proceedings 17th Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science*, volume 1770 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 157–168, Berlin, 2000. Springer-Verlag.

Optimale Strategien für fehlertolerantes Broadcasting in vollständigen Graphen

Arfst Nickelsen
TU Berlin

Zsuzsa Lipták
ETH Zürich

Wir betrachten Broadcasting in getakteten (synchronen) Netzwerken. Netzwerke werden dargestellt durch gerichtete Graphen. Broadcasting bedeutet, dass ein Knoten (der Initiator) eine Eingabe allen anderen Knoten mitteilen möchte. Diese Aufgabe wird dadurch erschwert, dass ein Gegenspieler in jeder Runde die Nachrichtenübermittlung auf einigen Kanten stören darf („dynamische Kantenfehler“). Die Frage ist nun, wieviele Runden ein Netzwerk mit n Knoten für das Broadcasting benötigt, wenn der Gegenspieler maximal ϕ Kanten pro Runde stört. Wir untersuchen dies für vollständige Graphen, d.h. jeder Knoten darf an jeden senden. Die Antwort hängt sowohl ab von der Art der Störung (nur Löschung oder auch Änderung der Nachricht) als auch von der Art der verschickten Nachrichten (nur einzelne Bits oder beliebige Nachrichten).

Für jeden der Fälle für jede Fehlerschranke ϕ bestimmen wir die Anzahl der Runden, die eine Strategie des Netzes für das Broadcasting mindestens benötigt. Es zeigt sich, dass, falls überhaupt erfolgreiches Broadcasting möglich ist, es eine Strategie gibt, die mit fünf Runden auskommt. Wir geben Strategien an, die jeweils mit der optimalen Anzahl von Runden auskommen. Diese Strategien sind im wesentlichen Shout-Strategien, bei denen jeder Knoten die Nachricht weiterschickt, die er in der vorigen Runde am häufigsten erhalten hat.

Über (m, n) -reguläre Sprachen

Ulrich Hertrampf

Universität Stuttgart

ZUSAMMENFASSUNG:

Ich stelle ein aktuelles Forschungsthema vor, das in der Abteilung Theoretische Informatik der Universität Stuttgart zur Zeit bearbeitet wird.

(m, n) -reguläre Sprachen (für $1 \leq m \leq n$) sind solche Sprachen, die von einem entsprechend adaptierten endlichen Automaten in einer Weise erkannt werden, die dem bekannten Mechanismus der Häufigkeitsberechnungen im rekursionstheoretischen bzw. zeitbeschränkten Fall nachempfunden ist. Das heißt insbesondere, daß der Automat n verschiedene Eingaben erwartet und darauf n Antworten aus $\{0, 1\}$ liefert, von denen mindestens m mit dem jeweiligen Wert der charakteristischen Funktion der zu erkennenden Sprache auf der entsprechenden Eingabe übereinstimmen müssen.

Es besteht die Vermutung, daß im Gegensatz zu den üblichen Häufigkeitsberechnungen hier die Fehlermöglichkeit keinen Gewinn bringt, d.h. daß alle (m, n) -regulären Sprachen im klassischen Sinn regulär sind. Ein Beweis für den Spezialfall eines unären Alphabets wird vorgestellt, an einem Beweis für den allgemeinen Fall arbeiten wir noch.

An diesem Projekt arbeiteten und arbeiten (mit unterschiedlicher Intensität) außer dem Vortragenden folgende Personen mit: Holger Austinat, Volker Diekert, Holger Petersen.

Über die Wahl der Mutationswahrscheinlichkeit beim (1+1) EA*

Thomas Jansen Ingo Wegener

FB 4, LS 2, Universität Dortmund
{jansen, wegener}@ls2.cs.uni-dortmund.de

Zusammenfassung

Evolutionäre Algorithmen sind allgemeine, randomisierte Suchheuristiken, deren Suchverhalten von einer Reihe von Parametern entscheidend beeinflusst wird. Obwohl evolutionäre Algorithmen im allgemeinen für robust gehalten werden, ist bekannt, dass die Parametrisierung wesentlichen Einfluss auf Effizienz und Erfolg der Suche hat. Wir untersuchen die Wahl der Mutationswahrscheinlichkeit an einem extrem einfachen evolutionären Algorithmus, dem (1+1) EA, den wir als Optimierverfahren verstehen. Konkret betrachten wir die Optimierung von Funktionen $f: \{0, 1\}^n \rightarrow \mathbb{R}$. Der (1+1) EA basiert auf einer „Population“ der Größe 1 und den Suchoperatoren Mutation und Selektion. Er beginnt mit einem zufällig gewählten Punkt $x \in \{0, 1\}^n$. In jeder Runde generiert er daraus einen neuen Punkt y , in dem er jedes Bit in x unabhängig mit Mutationswahrscheinlichkeit $p(n)$ invertiert. Wenn $f(y) \geq f(x)$ gilt, ersetzt der neue Punkt y den alten Punkt x . Andernfalls bleibt x unverändert. Wir untersuchen die erwartete Anzahl Runden, bis erstmals $f(x) = \max\{f(x') \mid x' \in \{0, 1\}^n\}$ gilt. Wir weisen zunächst nach, dass die meist empfohlene Einstellung der Mutationswahrscheinlichkeit $p(n) = 1/n$ in praktisch relevanter Weise weit von einer optimalen Einstellung entfernt sein kann und motivieren so die Suche nach Wegen, das Problem, einen geeigneten Wert für die Mutationswahrscheinlichkeit zu finden, zu lösen. Wir schlagen eine Variante des (1+1) EA vor, den sogenannten dynamischen (1+1) EA, bei dem die Mutationswahrscheinlichkeit nicht fest gewählt wird, sondern nach einem festen, einfachen, zeitabhängigen Schema variiert. Wir argumentieren, dass der dynamische (1+1) EA im Vergleich zu seiner statischen Grundform über ein größeres Maß an Robustheit verfügt, ohne dass in vielen Fällen die Effizienz zu sehr beeinträchtigt wird. Wir zeigen aber auch durch Angabe eines konkreten Beispiels, dass es Funktionen gibt, bei denen der statische (1+1) EA mit geeignet gewählter Mutationswahrscheinlichkeit dem dynamischen (1+1) EA überlegen sein kann.

*Diese Arbeit wurde unterstützt von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs „Computational Intelligence“ (SFB 531).

Fast deterministic satisfiability algorithms by local search

Andreas Goerdt

TU Chemnitz, Fakultät für Informatik
09107 Chemnitz
Germany
goerdt@informatik.tu-chemnitz.de
Tel 49-371-531-1317,
Fax 49-371-531-1810

Uwe Schöning

Universität Ulm
Abteilung Theoretische Informatik
89069 Ulm, Germany
schoenin@informatik.uni-ulm.de
Tel 49-731-502-4100
Fax 49-731-502-4102

Zusammenfassung

We present a deterministic algorithm for the SAT problem of formulas in conjunctive normal form. This algorithm is based on the concept of local search. As far as satisfiability algorithms are concerned local search has been introduced recently to obtain comparably efficient probabilistic satisfiability algorithms. It has – to the best of the authors' knowledge – by now not been used to get deterministic algorithms (together with a rigorous complexity analysis).

For k -SAT instances our algorithm has a running time bounded essentially by $(2k/(k+1))^n$, n being the number of propositional variables. This is the fastest known deterministic k -SAT algorithm. Compared to other algorithms with a similar time bound our algorithm is technically quite simple.

In the case of 3-SAT instances we can improve this algorithm with moderate technical effort to get an algorithm whose time is bounded by 1.481^n .

Relating Partial and Complete Solutions and the Complexity of Computing Smallest Solutions

André Große Jörg Rothe Gerd Wechsung

Institut für Informatik

Friedrich-Schiller-Universität Jena

07740 Jena, Germany

{grosse, rothe, wechsung}@informatik.uni-jena.de

We prove the following results.

- (1) Computing a single pair of vertices that are mapped onto each other by an isomorphism ϕ between two isomorphic graphs is as hard as computing ϕ itself. This result optimally improves upon a result of Gál et al. [GHLP99].
- (2) Computing the lexicographically first four coloring for planar graphs is Δ_2^p -hard. This result improves upon a result of Khuller and Vazirani [KV91].
- (3) The problems P-SAT, P-Clique, and P-Knapsack, which are defined in this paper, are not self-reducible in the sense of Schnorr [Sch76, Sch79] unless $P = NP$.

Literatur

- [GHLP99] A. Gál, S. Halevi, R. Lipton, and E. Petrank. Computing from partial solutions. In *Proceedings of the 14th Annual IEEE Conference on Computational Complexity*, pages 34–45. IEEE Computer Society Press, May 1999.
- [KV91] S. Khuller and V. Vazirani. Planar graph coloring is not self-reducible, assuming $P \neq NP$. *Theoretical Computer Science*, 88(1):183–189, 1991.
- [Sch76] C. Schnorr. Optimal algorithms for self-reducible problems. In S. Michaelson and R. Milner, editors, *Proceedings of the 3rd International Colloquium on Automata, Languages, and Programming*, pages 322–337, University of Edinburgh, July 1976. Edinburgh University Press.
- [Sch79] C. Schnorr. On self-transformable combinatorial problems, 1979. Presented at *IEEE Symposium on Information Theory*, Udine, and *Symposium über Mathematische Optimierung*, Oberwolfach.

Die Stabilität von Approximationsalgorithmen für schwere Optimierungsprobleme (Unterwegs zur Spezifikation der Klasse praktisch lösbarer Berechnungsaufgaben)

Juraj Hromkovič, Aachen

Abstrakt: Die erste Vorstellung der Klasse der praktisch lösbarer Probleme wurde mit den (deterministischen) Polynomialzeit-Algorithmen verknüpft. Gleich nach der Einführung der NP-Vollständigkeit, als Konzept für die Klassifikation der Probleme in „schwere“ und „leichte“, wurde gezeigt, dass es schwere Optimierungsprobleme gibt, für die die Suche nach einer Approximation der optimalen Lösung leicht ist. Es ist faszinierend, dass dank einer kleinen Änderung in der Formulierung der Aufgabe (statt einer optimalen Lösung eine „nah“ optimale Lösung zu finden), man aus dem Bereich der exponentiellen Komplexität (physikalisch unrealisierbarer Menge von Rechnerarbeit) zu effizienten Algorithmen springt. Diese Entwicklung zusammen mit der Entwicklung von randomisierten Verfahren führte dazu, dass man heute die Klasse der praktisch lösbarer Aufgaben als die Klasse der Aufgaben, die man in polynomieller Zeit mit randomisierten Algorithmen (approximativ) lösen kann, betrachtet.

In diesem Vortrag möchten wir zuerst die wichtigsten Konzepte, die mit der oben beschriebenen Entwicklung zusammenhängen, informell darstellen. Dann stellen wir ein neues Konzept der Stabilität von Approximationsalgorithmen vor. Das Konzept ermöglicht die Eingaben (problem instances) eines schweren Problems nach ihrer spezifischen Schwierigkeit zu klassifizieren. Dieses hilft teilweise, das Problem der Definition der Komplexität als der Komplexität im schlechtesten Fall zu überwinden und läßt „schwere“ Probleme in der Praxis nicht unbedingt als schwer erscheinen.