

62. Workshop über

Komplexität, Datenstrukturen und Effiziente Algorithmen

Kaiserslautern, 14. Juli 2011

BOOK OF ABSTRACTS

Eine Veranstaltung der GI-Fachgruppen Komplexität (KP), Algorithmen und Datenstrukturen (ADS) und
Parallele und Verteilte Algorithmen (PARVA)

Parameterized Complexity of DPLL Search Procedure¹

OLAF BEYERSDORFF (olaf.beyersdorff@gmail.com)

Zusammenfassung: We study the performance of DPLL algorithms on parameterized problems. In particular, we investigate how difficult it is to decide whether small solutions exist for satisfiability and other combinatorial problems. For this purpose we develop a Prover-Delayer game which models the running time of DPLL procedures and we establish an information-theoretic method to obtain lower bounds to the running time of parameterized DPLL procedures. We illustrate this technique by showing lower bounds to the parameterized pigeonhole principle and to the ordering principle. As our main application we study the DPLL procedure for the problem of deciding whether a graph has a small clique. We show that proving the absence of a k -clique requires $n^{\Omega(k)}$ steps for a non-trivial distribution of graphs close to the critical threshold.

These results are presented in the general framework for parameterized proof complexity as introduced by Dantchev, Martin, and Szeider [3]. There the authors concentrate on tree-like Parameterized Resolution—a parameterized version of classical Resolution—and their gap complexity theorem implies lower bounds for that system. In our paper [2] we significantly improve upon this by showing optimal lower bounds for a parameterized version of bounded-depth Frege. More precisely, we prove that the pigeonhole principle requires proofs of size $n^{\Omega(k)}$ in parameterized bounded-depth Frege, and, as a special case, in dag-like Parameterized Resolution.

Research presented in this talk is joint work with Nicola Galesi, Massimo Lauria and Alexander Razborov [1, 2].

Literatur

- [1] O. Beyersdorff, N. Galesi, and M. Lauria. Parameterized complexity of DPLL search procedures. In *Proc. SAT'11*, volume 6695 of LNCS, pages 5–18. Springer, Berlin Heidelberg, 2011.
- [2] O. Beyersdorff, N. Galesi, M. Lauria, and A. Razborov. Parameterized bounded-depth Frege is not optimal. In *Proc. ICALP'11*, volume 6755 of LNCS, pages 630–641. Springer, Berlin Heidelberg, 2011.
- [3] S. S. Dantchev, B. Martin, and S. Szeider. Parameterized proof complexity. In *Proc. FOCS'07*, pages 150–160, 2007.

¹Research supported by grant N. 20517 by the John Templeton Foundation.

Smoothed Performance Guarantees for Local Search

TOBIAS BRUNSCH (brunsch@informatik.uni-bonn.de)

Zusammenfassung: We study popular local search and greedy algorithms for scheduling with unrestricted related machines. The performance guarantees of these algorithms are well understood, but the worst-case lower bounds seem somewhat contrived and it is questionable if they arise in practical applications. To find out how robust these bounds are, we study the algorithms in the framework of smoothed analysis, in which instances are subject to some degree of random noise.

We show that the smoothed performance guarantee both of the lex-jump algorithm and of the list scheduling algorithm is $\Theta(\log \phi)$ where $1/\phi$ is a parameter measuring the magnitude of the perturbation. This bound contrasts with the worst-case bounds that depend on the number of machines. The bound for the lex-jump algorithm immediately implies that also the smoothed price of anarchy for routing games on parallel links is $\Theta(\log \phi)$.

Über parametrisierte Approximationsalgorithmen

HENNING FERNAU (fernau@uni-trier.de)

Zusammenfassung: Das Knotenüberdeckungsproblem VC auf Graphen und allgemeiner auf Hypergraphen gehört sowohl für Näherungsalgorithmen als auch für Festparameteralgorithmen zu den bestuntersuchten Problemen überhaupt. Unter gewissen Komplexitätstheoretischen Annahmen wurde beispielsweise gezeigt, dass VC für kein $\epsilon > 0$ bis auf einen Faktor von $(2-\epsilon)$ in Polynomzeit approximiert werden kann. Währenddessen sind zahlreiche Verfahren bekannt, die VC auf Graphen bis auf einen Faktor von 2 näherungsweise bestimmen. Gleichermäßen gibt es etliche Festparameteralgorithmen, welche VC- k exakt in Zeit $O^*(1, 3^k)$ oder besser lösen, wobei k eine obere Schranke auf die Größe der gesuchten Überdeckung angibt.

Es gibt unterschiedliche Methoden, die Güte einer Näherungslösung zu verbessern unter Zuhilfenahme (parameterisiert) exponentiellen Zeitaufwands. Wir stellen hier vornehmlich die Methode vor, für einen einfachen (exakten) Verzweigungsalgorithmus einen *Verschlechterungsschritt* vorzusehen, um nunmehr (nur noch) eine angenäherte Lösung zu erzielen, für die jedoch ein besserer Näherungsfaktor als 2 garantiert werden kann. Dieser Verschlechterungsschritt kann nun gezielt so eingesetzt werden, dass sich lokal bessere Szenarien ergeben, was wiederum selbst bei einfachsten Verzweigungsalgorithmen zu sehr guten Ergebnissen führt. So erhalten wir einen Algorithmus, welcher in Zeit $O^*(1, 09^k)$ entweder herausfindet, dass es keine Knotenüberdeckung der Größe k des vorgelegten Graphen gibt, oder aber eine approximative Lösung präsentiert, die höchstens von der Größe $\frac{3}{2}k$ ist. Ebenso haben wir das Knotenüberdeckungsproblem dHS (Hitting Set) auf Hypergraphen mit einer durch d beschränkten Kantengröße untersucht. Dabei wurde beispielsweise ein parameterisierter Faktor-2 Approximationsalgorithmus für 3HS- k gefunden, welcher Zeit $O^*(1, 33^k)$ benötigt. Die genannten Ergebnisse skalieren in dem Sinne, dass man bessere Approximationsfaktoren mit schlechteren Laufzeiten erkaufen kann.

Neben dem genannten Verschlechterungsschritt ist ein weiteres wesentliches technisches Hilfsmittel das Auffinden von approximativ gültigen Datenreduktionsregeln. Dies ist insofern interessant, als es dadurch auch gelang, unseres Kenntnisstandes nach neue Polynomzeitapproximationsverfahren vorzustellen. Beispielsweise kann man VC auf Graphen mit Durchschnittsgrad höchstens vier bis auf einen Faktor von $\frac{3}{2}$ annähern. Ebenso lassen sich 3HS-Instanzen mit Maximalgrad drei bis auf einen Faktor von $\frac{5}{2}$ annähern.

Die genannten Ergebnisse zu VC auf Graphen wurden im vergangenen Jahr auf der ISAAC vorgestellt, die zu VC/HS auf Hypergraphen sind gerade unter Begutachtung.

On the I/O complexity of stencil computations on 2 dimensional grids

PHILIPP HUPP (hupp@in.tum.de)

Zusammenfassung: Over the past years computer architecture has changed and the gap between floating point performance and memory bandwidth has expanded. Furthermore the size of datasets increases continuously. Therefore the bottleneck limiting the performance of many computations seems to be more and more given by the memory subsystem.

The calculations performed by many numerical tasks, like evaluating an interpolation function or solving a partial differential equation, can be modeled by data access patterns, so called stencils. Stencils are used vastly in numerics and memory efficient algorithms to evaluate them are known. However, they have not been studied from an theoretical I/O point of view and the lower bounds are missing.

Here we study a particular stencil, the 5-point stencil which arises when differential quotients are approximated in two dimensions. Lower and upper I/O bounds are derived for evaluating the 5-point stencil on a full grid in a model closely related to the red-blue pebble game of Hong and Kung.

The research prepares future analysis of stencil computations in higher dimensions and on sparse grids, a variation of grids that reduce the number of grid points to tackle high dimensional problems.

Based on joint work with Riko Jacob.

Parallele lockfreie Programmierung von Graphalgorithmen und Datenstrukturen

ANDREA JAAX (jaax@uni-trier.de)

Zusammenfassung: Mit der Einführung der Mehrkernprozessoren hat ein neues Zeitalter in der Programmierung begonnen. Algorithmen werden parallelisiert um alle verfügbaren Kerne auszunutzen und die Performance zu steigern. Dabei ist die Synchronisation von parallel laufenden Threads die größte Herausforderung. Am Beispiel des Preflow-Push-Algorithmus zur Berechnung maximaler Flüsse in Graphen wird dargestellt, welche Probleme in der parallelen Programmierung auftauchen können und wie diese mit lockfreier Synchronisation verhindert werden.

Neben der Parallelisierung von Algorithmen muss auch der gleichzeitige Zugriff auf Datenstrukturen in solchen Programmen geregelt werden. Es ist wünschenswert Datenstrukturen zu entwickeln, welche ohne weitere Synchronisation in parallelen Abläufen immer konsistent bleiben. Wie dies realisiert werden kann, wird am Beispiel einer lockfreien, array-basierten Queue näher erläutert.

Komplexität reeller Operatoren

NORBERT MÜLLER (mueller@uni-trier.de)

Zusammenfassung: Als Maschinenmodell für das Rechnen mit reellen Zahlen sind Orakel-Turingmaschinen sehr geeignet, insbesondere wenn man auch Komplexitätsuntersuchungen vornehmen möchte. Dabei ergeben sich in einfacher Weise sowohl für reelle Zahlen als auch für reelle Funktionen realistische Komplexitätsschranken. Eine befriedigende Definition der Komplexität von Operatoren auf reellen Funktionen, etwa für den Integral-Operator oder für Lösungsoperatoren bei Differential-Gleichungen, gibt es leider bisher nicht. Mit den bisher genutzten Definitionen lässt sich zwar z.B. eine Teilklasse von Operatoren als in Polynomzeit berechenbar definieren, diese Definition erlaubt jedoch keine feineren Unterteilungen wie lineare oder quadratische Komplexität.

Im Vortrag stellen wir die Problematik vor und betrachten insbesondere als Fallstudie den Maximierungsoperator für reelle Funktionen, für den wir auch einen Algorithmus präsentieren. Eine prototypische Implementierung dieses Algorithmus lässt erkennen, dass zumindest für Teilklassen reeller Funktionen eine fein auflösende Definition von Komplexität möglich ist.

Der Vortrag basiert auf einer gemeinsamen Arbeit mit Oleg Gaier, Norbert Müller (Abteilung Informatik, FB IV, Universität Trier) sowie Carsten Rösnick, Martin Ziegler (Fachbereich Mathematik, TU Darmstadt).

On Partial Match Queries in Quadtrees

RALPH NEININGER (neiningr@math.uni-frankfurt.de)

Zusammenfassung: We consider the problem of recovering items matching a partially specified pattern in multidimensional trees (quad trees and k-d trees). We assume the traditional model where the data consist of independent and uniform points in the unit square. For this model, in a structure on n points, it is known that the number of nodes $C_n(\xi)$ to visit in order to report the items matching an independent and uniformly on $[0, 1]$ random query ξ satisfies $\mathbf{E}[C_n(\xi)] \sim \kappa n^\beta$, where κ and β are explicit constants. We develop an approach based on the analysis of the cost $C_n(x)$ of any fixed query $x \in [0, 1]$, and give precise estimates for the variance and limit distribution of the cost $C_n(x)$. Our results permit to describe a limit process for the costs $C_n(x)$ as x varies in $[0, 1]$; one of the consequences is that $\mathbf{E}[\max_{x \in [0, 1]} C_n(x)] \sim \gamma n^\beta$, which settles a question of Devroye.

Based on joint work with N. Broutin and H. Sulzbach.

A (Provably) Fast Algorithm for Schwarz-Christoffel Mappings

ROBERT RETTINGER (`robert.rettinger@FernUni-Hagen.de`)

Zusammenfassung: Schwarz-Christoffel Mappings, i.e. conformal mappings $f : \Gamma \rightarrow \mathbb{D}$ of simple polygons $\Gamma \subseteq \mathbb{C}$ onto the unit disc $\mathbb{D} \subseteq \mathbb{C}$, are well investigated in numerics and extensively used in many areas such as partial differential equations, hydrodynamics, electrostatics, computer tomography and brain mappings. Modern numerical algorithms can "compute" these mappings in time $O(N \cdot \log(N))$ where N denotes the number of sides of the polygon Γ . However, no general results are known on

1. the convergence of the algorithms – it is known that there are indeed cases where these algorithms fail,
2. the time needed to compute the result up to a certain precision, say 2^{-n} . Thus, in general the time complexity of these algorithms with respect to N and n is not known – it is not even known whether for all fixed polygons the Schwarz-Christoffel mapping can be computed in polynomial time with respect to n .

We will present an algorithm which provably computes Schwarz-Christoffel mappings in polynomial time (with respect to N and n). Furthermore we will discuss several modifications and present some less standard applications of this algorithm.

References

- L. Benjai, L. Trefethen, *A Multipole Method for Schwarz-Christoffel Mapping of Polygons with thousands of Sides*, Siam J. Sci. Comp. 25(3), pp 1042-1065, 2003.
- I. Binder, M. Braverman, M. Yampolsky, *On computational complexity of Riemann mapping*, Arkiv for Matematik, 45(2), 2007.
- T. Driscoll, L. Trefethen, *Schwarz-Christoffel Mapping*, Cambridge Monographs on Applied and Computational Mathematics, Cambridge University Press, 2002.
- R. Rettinger, *A Local to Global Principle for the Complexity of Riemann Mappings (Extended Abstract)*, Proceedings of CCA 2010, pp 120-129, 2010.

Faire Notengebung dank Quadratischer Programmierung

MAGNUS ROOS (roos@cs.uni-duesseldorf.de)

Zusammenfassung: Der Themenkomplex *COMSOC* (“computational social choice”) umfasst neben Wahltheorie und fairer Ressourcenaufteilung auch den Bereich *preference aggregation*, wo die Aufgabe mehrerer Agenten (Menschen oder Maschinen) ist, einen Konsens über eine gemeinsame Agenda zu finden.

Beim klassischen Konzept gibt jeder Agent eine vollständige Präferenzliste über alle Alternativen an. Aus all diesen Präferenzen gilt es dann, eine globale Präferenzliste zu bilden. In Anlehnung an Begutachtungsprozesse (wie sie z.B. bei Fachzeitschriften oder Konferenzen stattfinden) wird dieses Konzept hier etwas aufgebrochen. Mit Hilfe von numerischen Werten werden nun partielle Präferenzlisten für die Agenten (in diesem Falle also die Gutachter der Zeitschrift oder Konferenz) betrachtet. Die Frage ist, wie sich aus diesen individuellen numerischen Präferenzen eine globale Präferenzliste berechnen lässt. Typischerweise werden hier einfach die Durchschnittswerte der individuellen Punkte gebildet und die Alternativen (also die eingereichten Manuskripte) entsprechend sortiert und dann akzeptiert oder abgelehnt.

Vielleicht hat der eine oder andere sich schon einmal geärgert, dass ein eigentlich “guter” Artikel abgelehnt worden ist. Da Gutachter auch nur Menschen sind, sind sie z.B. nicht alle gleich streng bei der Bewertung einer eingereichten Arbeit – derartige Phänomene hat sicher jeder von uns auch in der Schulzeit schon erlebt. Es kann also passieren, dass die Akzeptanz eines Artikels allein durch die Auswahl der Gutachter beeinflusst werden kann. Dass dieses Verfahren nicht fair ist, liegt also auf der Hand.

Wir schlagen deshalb ein neues Modell vor. Wir nehmen an, es gäbe eine objektive globale Rangfolge der Artikel inkl. einer objektiven globalen Qualität der Artikel, die sich auf numerische Werte abbilden lässt. Dann wäre es möglich, diese Werte zu schätzen. Dazu wird nun angenommen, dass sich die Strenge jedes Gutachters durch eine lineare Funktion $f(x) = a \cdot x + b$ darstellen lässt. Da ein Gutachter aber auch durch weitere Faktoren (wie z.B. die Tagesform oder sein Verständnis für das jeweilige Thema) beeinflusst werden kann, soll ein weiterer Parameter Δ zu diesem Wert hinzugefügt werden. Im vorgeschlagenen Modell werden die Gleichungen dann nach Δ aufgelöst und mit dem Maximum-Likelihood-Schätzer geschätzt. Werden diese Δ normalverteilt angenommen, so ist diese Schätzung äquivalent zur Lösung eines quadratischen, semi-definiten Optimierungsproblems. Beim Lösen dieses Problems fallen dann nicht nur die geschätzten globalen Punktwerte heraus, sondern auch die einzelnen Parameter, mit denen die jeweilige Strenge der Gutachter modelliert wurde. Da nun die Punktwerte von strengen Gutachtern aufgewertet und Punktwerte von “netten” Gutachtern abgewertet werden, sind die jeweiligen Manuskripte in Hinblick auf ihre Qualität nun deutlich besser vergleichbar, vielleicht sogar “gerechter”.

Dieser Abstract basiert auf einer Veröffentlichung, die zusammen mit Prof. J. Rothe (Düsseldorf) und Prof. B. Scheuermann (Würzburg) erarbeitet wurde:

How to Calibrate the Scores of Biased Reviewers by Quadratic Programming. M. Roos, J. Rothe, and B. Scheuermann. Angenommen zur Veröffentlichung im Tagungsband der *25th AAAI Conference on Artificial Intelligence* (AAAI 2011), San Francisco, USA. AAAI Press, August 2011.

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen

Notizen