

# Trends der Parametrisierten Algorithmik

Rolf Niedermeier

09. September 2008

Friedrich-Schiller-Universität, Jena

Parametrisierte Algorithmen liefern einen relativ neuen Ansatz zur exakten Lösung NP-schwerer Probleme. Die Kernidee hierbei besteht in dem Versuch, die scheinbar unvermeidlichen kombinatorischen Explosionen bei der Lösung NP-schwerer Probleme auf spezifische Problemparameter (z.B. die Größe der gesuchten Lösung) einzuschränken. Sind die Parameterwerte klein, so erhält man damit oft praxistaugliche Algorithmen, wie auch Tests auf echten und simulierten Daten bestätigen. Der Vortrag gibt einen Überblick zu Themen und Methoden der parametrisierten Algorithmik.

# Transversal Hypergraph Generation: Algorithmic state of the art

(A guided tour of known algorithms including a practicability  
stopover)

Matthias Hagen

Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Informatik, D-07737 Jena,  
hagen@cs.uni-jena.de

In this talk we give an overview of state-of-the-art algorithmic research on TRANSVERSAL HYPERGRAPH GENERATION—given a simple hypergraph, compute all its minimal hitting sets (transversals). Note that this can also be seen as the enumeration of all minimal solutions of some system. Hence, equivalent problems are ubiquitous in various fields such as artificial intelligence, combinatorial optimization, computational biology, databases, data mining, distributed systems, logic, and machine learning. Thus, on the one hand, research on algorithms solving TRANSVERSAL HYPERGRAPH GENERATION and even any technique improving known procedures is very important from a practical application's point of view. On the other hand, TRANSVERSAL HYPERGRAPH GENERATION research is also faced with some very exciting theoretical issues as the decision version—given two simple hypergraphs, decide if one is the transversal hypergraph of the other—is one of the very few problems that currently cannot be classified as polynomial or NP-/coNP-hard.

In this talk, we focus on known algorithms for the general TRANSVERSAL HYPERGRAPH GENERATION problem without any restrictions. We give lower bounds for several algorithms and try to shed some light on practical performance.

# Das Aufzählungsproblem $\#SAT$ für $k$ -außenplanare Formeln

Von Tatjana Schmidt in Zusammenarbeit mit Stefan Porschen und Ewald Speckenmeyer

09. September 2008

Institut für Informatik  
Universität zu Köln  
50969 Köln, Germany  
schmidt@informatik.uni-koeln.de

Wir werden in diesem Vortrag das Aufzählungsproblem  $\#SAT$  für  $k$ -außenplanare Formeln untersuchen, welches im Allgemeinen  $\#P$ -vollständig ist.

Unter dem Aufzählungsproblem  $\#SAT$  verstehen wir das Problem, die Anzahl aller möglichen erfüllenden Belegungen einer Formel in konjunktiver Normalform zu bestimmen. Eine Formel in konjunktiver Normalform heißt  $k$ -außenplanar, wenn deren zugehörige Variablen-Klauseln Graph eine  $k$ -außenplanare Einbettung besitzt.

Dabei definieren wir den zu einer CNF-Formel  $F$  mit Variablenmenge  $V(F) = \{v_1, \dots, v_n\}$  und Klauselmengemenge  $C(F) = \{c_1, \dots, c_m\}$  gehörigen *Variablen-Klauseln Graph*  $G_F$  folgendermaßen: Die Knotenmenge von  $G_F$  ist  $V(G_F) = C(F) \cup V(F)$ . Die Kantenmenge von  $G_F$  ist  $E(G_F) = \{\{c_i, v_j\} \mid v_j \in c_i \vee \bar{v}_j \in c_i\}$ .

Wir werden einen Algorithmus vorstellen, welcher für eine 1-außenplanare Formel, deren Variablen-Klauseln Graph entweder kreisfrei oder aus paarweise disjunkten sehnensfreien Kreisen besteht, das Aufzählungsproblem in linearer Zeit löst. Ferner werden wir zeigen, daß die maximale Anzahl aller erfüllenden Belegungen einer CNF-Formel mit  $n$  Variablen, deren Variablen-Klauseln Graph ein Pfad ist, die  $(n+1)$ -te Fibonacci-Zahl ist.

Wir zeigen, daß für jede 1-außenplanare Formel, deren Variablen-Klauseln Graph nicht kreisfrei zu sein braucht, das Aufzählungsproblem mit Hilfe des Separator-Theorems von R.J. Lipton & R.E. Tarjan in  $O(n^{5,13})$  gelöst werden kann, wobei  $n$  die Anzahl der Variablen ist.

Allgemein werden wir mit Hilfe des Separator-Theorems zeigen, daß das Aufzählungsproblem für  $k$ -außenplanare Formeln,  $k > 1$ , in der Zeit  $O(n^{1,7(2k+1)})$  gelöst werden kann. Für Formeln mit  $k$ -zirkular-levelplanaren Graphen werden wir zeigen, daß das Aufzählungsproblem bereits in der Zeit  $O(k \cdot 16^k \cdot (\frac{2}{3})^{5,13 \cdot \log_2 k} n^{5,13})$  gelöst werden kann. Damit gehört die Klasse der  $k$ -zirkular-levelplanaren Formeln der Klasse FPT (bezüglich des Parameters  $k$ ) an.

Damit können wir insbesondere das Aufzählungsproblem für die Klasse der von Knuth eingeführten Nested Formeln in der Zeit  $O(n^{8,5})$  lösen, da diese in der Klasse der 2-außenplanaren Formeln enthalten sind.

# (Noch) Ein algebraischer Ansatz in der Komplexitätstheorie

Klaus-Jörn Lange

09. September 2008

Eberhard-Karls-Universität, Tübingen

Seit Längerem ist bekannt, daß Sprachen im unteren Komplexitätsbereich, die durch Schaltnetze konstanter Tiefe definiert sind wie etwa die Sprachen in  $AC^0$ ,  $ACC^0$ ,  $CC^0$  oder  $TC^0$ , durch prädikatenlogische Formeln erster Stufe dargestellt werden können.

Inhalt des Vortrags ist ein algebraischer Ansatz, vermöge dessen diese Sprachen durch Homomorphismen in unendliche Monoide charakterisiert werden. Dieser Ansatz war bis vor Kurzem auf endliche Monoide und damit auf reguläre Sprachen beschränkt. Die bekannte Äquivalenz von linearer Schaltnetzgröße mit der Einschränkung der Formeln auf zwei Variablen lässt sich so auch algebraisch durch schwache Blockprodukte charakterisieren.

Es werden Perspektiven vorgestellt, auf welche Weise der algebraische Ansatz komplexitätstheoretisch hilfreich sein könnte.

# Nondeterministic Instance Complexity and Proof Systems with Advice

Olaf Beyersdorff

Institut für Theoretische Informatik, Leibniz Universität Hannover, Germany  
beyersdorff@thi.uni-hannover.de

Motivated by strong Karp-Lipton collapse results in bounded arithmetic, Cook and Krajíček have recently introduced the notion of propositional proof systems with advice. In this talk we investigate the following question: *Do there exist polynomially bounded proof systems with advice for arbitrary languages?* Depending on the complexity of the underlying language and the amount and type of the advice used by the proof system, we obtain different characterizations for this problem. In particular, we show that for a language  $L$ , the above question is tightly linked with the question whether  $L$  has small nondeterministic instance complexity.

*The results described in this talk are joint work with Johannes Köbler and Sebastian Müller (Humboldt-University Berlin).*

# The Complexity of Satisfiability for Fragments of CTL and CTL<sup>\*</sup><sup>1</sup>

Arne Meier<sup>a</sup> Martin Mundhenk<sup>b</sup> Michael Thomas<sup>a</sup>  
Heribert Vollmer<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Theoretische Informatik  
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität  
Appelstr. 4, 30167 Hannover, Germany  
{meier, thomas, vollmer}@thi.uni-hannover.de*

<sup>b</sup> *Institut für Informatik  
Friedrich-Schiller-Universität  
07737 Jena, Germany  
mundhenk@cs.uni-jena.de*

---

## Abstract

The satisfiability problems for CTL and CTL<sup>\*</sup> are known to be EXPTIME-complete, resp. 2EXPTIME-complete (Fischer and Ladner (1979), Vardi and Stockmeyer (1985)). For fragments that use less temporal or propositional operators, the complexity may decrease. This paper undertakes a systematic study of satisfiability for CTL- and CTL<sup>\*</sup>-formulae over restricted sets of propositional and temporal operators. We show that restricting the temporal operators yields satisfiability problems complete for 2EXPTIME, EXPTIME, PSPACE, and NP. Restricting the propositional operators either does not change the complexity (as determined by the temporal operators), or yields very low complexity like NC<sup>1</sup>, TC<sup>0</sup>, or NLOGTIME.

*Keywords:* Temporal Logic, Satisfiability, Post's Lattice.

---

<sup>1</sup> Supported in part by DFG VO 630/6-1.