

Vorträge im Seminar „Algorithmen für NP-harte Probleme“

18.–21. Februar 2002

Detlef Sieling

Die folgende Liste enthält die Literaturstellen, anhand derer die Vorträge des Seminars erarbeitet werden sollen. Fast alle Arbeiten sind erst kürzlich auf Konferenzen oder in Zeitschriften erschienen. Alle Arbeiten sind in der Bereichsbibliothek Informatik verfügbar. Die einzelnen Vorträge sind durch Nummern gekennzeichnet, d.h., die Themen mit zwei Nummern können und sollen an zwei Vortragende vergeben werden, die ihre Vorträge aufeinander abstimmen.

Das Erfüllbarkeitsproblem

Eines der grundlegenden NP-harten Probleme ist das Erfüllbarkeitsproblem. Während es in GTI und KT grundlegend für NP-Vollständigkeitsbeweise ist, hat es auch Bedeutung im Algorithmenentwurf. Bei einem Erfüllbarkeitsproblem über n Variablen und m Klauseln führt der naheliegende Probieralgorithmus zu einer Rechenzeit $O(2^n \cdot \text{poly}(n, m))$. Erstaunlicherweise kann man die Basis 2 in 2^n noch verkleinern. Man rechnet leicht nach, dass dies zu einer drastischen Verringerung der Rechenzeit führen kann.

- [1] Paturi, R., Pudlák, P., Saks, M.E. and Zane, F. (1998). An improved exponential time algorithm for k -SAT. In *Proc. of 39th Symposium on Foundations of Computer Science*, 628–637.
- [2,3] Schönig, U. (1999). A probabilistic algorithm for k -SAT and constraint satisfaction problems. In *Proc. of 40th Symposium on Foundations of Computer Science*, 410–414.
- Dantsin, E., Goerdt, A., Hirsch, E.A. and Schönig, U. (2000). Deterministic algorithms for k -SAT based on covering codes and local search. In *Proc. of International Colloquium on Automata, Languages and Programming*, LNCS 1853, 236–247.
- [4] Hirsch, E.A. (2000). A new algorithm for MAX-2-SAT. In *Proc. of 17th Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science*, LNCS 1770, 65–73.
- Yannakakis, M. (1994). On the approximation of maximum satisfiability. *Journal of Algorithms* 17, 475–502 (bis Abschnitt 3).

Graphprobleme

Viele der in GTI und KT behandelten Probleme sind Probleme auf Graphen. Hier werden einige weitere Graphprobleme behandelt. Beim Bisektionsproblem besteht die Aufgabe darin, die Knotenmenge in zwei gleich große Mengen aufzuteilen, so dass die Zahl der zerschnittenen Kanten minimal (oder maximal) ist. Das Fill-In-Problem ist das Problem, in einem Graphen möglichst wenige Kanten zu ergänzen, so dass er chordal wird, d.h., in jedem Kreis aus mindestens vier Knoten gibt es eine „Sehne“, die zwei auf dem Kreis nicht benachbarte Knoten verbindet. Dichte Komponenten in Graphen sind Teilmengen von Knoten, auf denen es besonders viele Kanten gibt.

- [5] Feige, U., Krauthgamer, R. and Nissim, K. (2000). Approximating the minimum bisection size. In *Proc. of 32nd Symposium on Theory of Computing*, 530–536.
- [6] Jansen, K., Karpinski, M., Lingas, A. and Seidel, E. (2001). Polynomial time approximation schemes for MAX-BISECTION on planar and geometric graphs. In *Proc. of 18th Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science*, 365–375.
- [7] Natanzon, A., Shamir, R. and Sharan, R. (1998). A polynomial time approximation algorithm for the minimum fill-in problem. In *Proc. of 30th Symposium on Theory of Computing*, 41–47.
- [8] Charikar, M. (2000). Greedy approximation algorithms for finding dense components in a graph. In *Proc. of Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization*, LNCS 1913, 84–95.

Geometrische Probleme

Bei vielen Graphproblemen können die Kantengewichte als „Abstand“ zwischen den Endknoten aufgefasst werden. Manche dieser Probleme werden einfacher, wenn man die Knoten als Punkte in der Ebene (oder in einem höherdimensionalen Raum) auffasst und die Kantengewichte gleich den Abständen der Punkte sind. Dies führt beim TSP sogar zu einem Approximationsschema.

- [9] Arora, S. (1997). Nearly linear time approximation schemes for Euclidean TSP and other geometric problems. In *Proc. of 38th Symposium on Foundations of Computer Science*, 554–563.
- [10] Arora, S., Raghavan, P. and Rao, S. (1998). Approximation schemes for Euclidean k -medians and related problems. In *Proc. of 30th Symposium on Theory of Computing*, 106–113.

Schedulingprobleme

Das Minimum Latency Problem ist eine Variante des TSP, bei der die Aufgabe darin besteht, eine Rundreise zu berechnen, bei der die Summe der Ankunftszeiten an den einzelnen Knoten minimiert wird. Dieses Problem gilt als noch schwieriger als das TSP, so dass in der folgenden Arbeit auch nur ein *quasipolynomielles* Approximationsschema vorgestellt wird.

- [11] Arora, S. and Karakostas, G. (1999). Approximation schemes for minimum latency problems. In *Proc. of 31st Symposium on Theory of Computing*, 688–693.

Dichte Instanzen

Manche Probleme werden für spezielle Eingaben einfacher. Derartige spezielle Eingaben sind z.B. Graphen mit vielen Kanten oder Klauselmengen mit vielen Klauseln. In der vorgeschlagenen Arbeit wird weiterhin eine Technik benutzt, die im Algorithmenentwurf für NP-harte Probleme häufiger vorkommt, nämlich das Umformen des Problems in ein lineares oder quadratisches Optimierungsproblem.

- [12,13] Arora, S., Karger, D. and Karpinski, M. (1999). Polynomial time approximation schemes for dense instances of NP-hard problems. *Journal of Computer and System Sciences* 58, 193–210.

Netzwerkprobleme

In Rechnernetzen gibt es das Problem, die Übertragungsraten so zu wählen, dass einerseits eine möglichst hohe Geschwindigkeit erreicht wird, andererseits aber auch möglichst wenige Fehler auftreten. In der folgenden Arbeit werden Ansätze zur Analyse dieses Problems behandelt.

- [14] Karp, R., Koutsoupias, E., Papadimitriou, C. and Shenker, S. (2000). Optimization problems in congestion control. In *Proc. of 41st Symposium on Foundations of Computer Science*, 66–74.

Vortragsvergabe und Ablauf des Seminars

Die Vorträge werden ab Montag, 5. November 2001, beim Veranstalter vergeben. Der weitere Ablauf ist der folgende:

- Selbstständige Einarbeitung in die vorgeschlagene und bei Bedarf auch weitere Literatur. Selbstständig heißt hier, dass es nicht im Rahmen einer Vorlesung o.Ä. stattfindet; der Veranstalter steht aber für inhaltliche Fragen und Fragen zur Vortragsgestaltung zur Verfügung.
- Bis zum 4. Februar 2001: Abgabe einer Zusammenfassung des Vortragsthemas (ca. 3 Seiten) beim Veranstalter. Die Zusammenfassungen werden anschließend an alle Seminarteilnehmerinnen und -teilnehmer verteilt.
- 18. bis 21. Februar: Vorträge.