Freie Universität Berlin, Fachbereich Mathematik und Informatik
Takustr. 9, 14195 Berlin–Dahlem
Tel. (030) 838 75104

Graduiertenkolleg

Algorithmische Diskrete Mathematik

Semesterheft

Winter 1998/99

Inhaltsverzeichnis

1 Vorstellung

Das Graduiertenkolleg “ALGORITHMISCHE DISKRETE MATHEMATIK” besteht seit Oktober 1991 am Fachbereich Mathematik und Informatik der Freien Universität und wird von den drei Berliner Universitäten – Freie Universität, Technische Universität und Humboldt-Universität – und dem Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik getragen. Es finanziert sich aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und bietet Stipendien zur Promotion für die Dauer von zwei Jahren.

Es nehmen zur Zeit 8 Stipendiaten und 2 Postdoktoranden daran teil. Die Stipendiaten und Postdoktoranden des letzten Semesters werden sich nachfolgend mit ihren Arbeiten vorstellen. Am Graduiertenkolleg beteiligen sich weiterhin über 40 Doktoranden als assoziierte Studenten. Das Kolleg befindet sich im 2. Jahr der letzten Förderperiode, d.h. es endet im September 2000. Deshalb ist eine Vergabe von Stipendien nicht mehr möglich.

Die Kollegiaten sollen sich ein breites, aktuelles und forschungsorientiertes Wissen innerhalb der algorithmischen diskreten Mathematik, welches über die spezielle Thematik ihrer jeweiligen Dissertation hinausgeht, aneignen. Dies wird durch Förderung der Kommunikation unter den Kollegiaten, durch zahlreiche Seminare im Kolleg sowie rege Kontakte zu international renommierten Wissenschaftlern unterstützt. Zur Verwirklichung finden folgende Veranstaltungen statt:

- Forschungsorientierte Vorlesungen zu Themen aus Kombinatorik, Graphentheorie, Kombinatorischer Optimierung, Codierungstheorie, Graphenalgorithmen, Entwurf und Analyse von Algorithmen, diskreter und algorithmischer Geometrie und ähnlichem;

- Doktorandenseminare zu den Gebieten, welche Vorhaben aller Stipendiaten und assoziierter Mitglieder umfassen;

- Spezialschulen (ein- bis zweimal jährlich) zu aktuellen Themen;

- Kollegsvorlesung und -kolloquium an jedem Montag des Semesters mit Vorlesungen/Vorträgen von Dozenten des Kollegs und Gästen bzw. der Stipendiaten.

Inhaltliche Zielsetzung

Aus den klassischen Gebieten wie Kombinatorik oder Graphentheorie hat sich die Diskrete Mathematik unter Einbeziehung des algorithmischen Standpunktes zu einem Themenkreis entwickelt, der Aspekte der Grundlagen wie auch der angewandten Wissenschaften vereint. Codierungstheorie und Datensicherheit, algorithmische Zahlentheorie und Computer Algebra, algorithmische und diskrete Geometrie sowie Robotik, Netzwerkplanung, Entwurf von Algorithmen - hier leistet die algorithmische diskrete Mathematik wesentliche Beiträge für Anwendungen. Im Zentrum des Graduiertenkollegs stehen Themen, die in integraler Weise Fragen und Methoden aus Mathematik und Informatik verknüpfen - wie z.B. Bewegungsplanung, Mustererkennung, algorithmische Geometrie. Flankiert werden sie durch Grundlagengebiete wie Kombinatorik, Graphentheorie und Graphenalgorithmen, Geometrie, Gruppentheorie und anwendungsorientierte Themen wie Optimierung und Informatik. Gemeinsame Richtschnur ist das Verstärken der Fähigkeit, diskrete Probleme zu modellieren, zu analysieren und effiziente Algorithmen zu ihrer Lösung zu entwickeln.

Kontakte und Informationen

Auskünfte sind über die Koordinatorin des Graduiertenkollegs Montag, Dienstag und Donnerstag 10.00 – 13.00 Uhr erhältlich. Für interessierte Studenten oder Externe besteht die Möglichkeit, sich in den Informations- und Veranstaltungsverteiler aufnehmen zu lassen.

Koordination/Sekretariat: Bettina Felsner
Tel. (030) 838 75104, Fax: 030-838 75109
E–mail: `bfelsner@inf.fu-berlin.de`
Internet: `http://www.inf.fu-berlin.de/inst/theo/gk.html`

Sprecher des Graduiertenkollegs: Prof. Dr. Helmut Alt
Tel. (030) 838 75160
E–mail: `alt@inf.fu-berlin.de`

Kollegsadresse:
Freie Universität Berlin,
Institut für Informatik,
Takustraße 9, 14195 Berlin

2 Dozenten des Kollegs und ihre Fachgebiete

Prof. Dr. Helmut Alt
Institut für Informatik
Freie Universität Berlin
Takustr. 9, 14195 Berlin
Tel.: 838-75160, E-mail: `alt@inf.fu-berlin.de`

- Algorithmische Geometrie,
  Geometrische Methoden in der Mustererkennung

Prof. Dr. Martin Aigner
Institut für Mathematik II
Freie Universität Berlin
Arnimallee 3, 14195 Berlin
Tel.: 838-75443, E-mail: `aigner@math.fu-berlin.de`

- Algorithmische Kombinatorik, Graphentheorie

Prof. Dr. Martin Grötschel
Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik
Takustr. 7, 14195 Berlin
Tel.: 84185-210, E-mail: `groetschel@zib.de`

- Kombinatorische Optimierung

Prof. Dr. Heinz-Adolf Jung
Fachbereich Mathematik, MA 8–1
Technische Universität Berlin
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin
Tel.: 314-25062, E-mail: `jung@math.tu-berlin.de`

- Graphentheorie

Prof. Dr. Rolf H. Möhring
Fachbereich Mathematik, MA 6–1
Technische Universität Berlin
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin
Tel.: 314-24594, E-mail: `moehring@math.tu-berlin.de`

- Graphenalgorithmen, Kombinatorische Optimierung

Prof. Dr. Hans Jürgen Prömel
Institut für Informatik
Humboldt-Universität zu Berlin
Unter den Linden 6, 10099 Berlin
Dienstsitz: Rudower Chaussee 5, 12489 Berlin
Tel.: 2093-3188, E-mail: `proemel@informatik.hu-berlin.de`

- Probabilistische Methoden, Graphenalgorithmen

Prof. Dr. Ralph-Hardo Schulz
Institut für Mathematik II
Freie Universität Berlin
Arnimallee 3, 14195 Berlin
Tel.: 838-75433, E-mail: `schulz@math.fu-berlin.de`

- Codierungstheorie, Kombinatorik

Prof. Dr. Günter M. Ziegler
Fachbereich Mathematik, MA 7–1
Technische Universität Berlin
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin
Tel.: 314-25730, E-mail: `ziegler@math.tu-berlin.de`

- Diskrete Geometrie, Algorithmische Kombinatorik, Kombinatorische Optimierung

3 Die Mitglieder des Kollegs

Mark de Longueville
Technische Universität Berlin, FB Mathematik, Sekr. MA 7-1
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin
Tel.: 314-25758, E-mail: `longue@math.tu-berlin.de`

Clemens Gröpl
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin
(Dienstsitz: Rudower Chaussee 5, 12489 Berlin)
Tel.: 2093-3196, E-mail: `groepl@informatik.hu-berlin.de`

Christian Haase
Technische Universität Berlin, FB Mathematik, Sekr. MA 7-1
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin
Tel.: 314 25758, E-mail: `haase@math.tu-berlin.de`

Ekkehard Köhler
Technische Universität Berlin, FB Mathematik, Sekr. MA 6-1
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin, Zimmer 613,
Tel.: 314-25735, E-mail: `ekoehler@math.tu-berlin.de`

Frank Hagen Lutz
Technische Universität Berlin, FB Mathematik, Sekr. MA 7-1
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin
Tel.: 314-25758, E-mail: `lutz@math.tu-berlin.de`

Michael Naatz
Technische Universität Berlin, FB Mathematik, Sekr. MA 6-1
Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin, Zimmer 605,
Tel.: 314-23598, E-mail: `naatz@math.tu-berlin.de`

Till Nierhoff
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin
(Dienstsitz: Rudower Chaussee 5, 12489 Berlin)
Tel.: 2093-3193, E-mail: nierhoff@informatik.hu-berlin.de

Deryk Osthus
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Informatik, Unter den Linden 6, 10099 Berlin
(Dienstsitz: Rudower Chaussee 5, 12489 Berlin)
Tel.: 20181-352, E-mail: osthus@informatik.hu-berlin.de

Irasema Sarmiento
Freie Universität Berlin
Fachbereich Mathematik und Informatik, WE 02
Arnimallee 2-6, 14195 Berlin

Torsten Thiele, Dr.
Freie Universität Berlin, Institut für Informatik
Takustr. 9, 14195 Berlin, Raum 123
Tel.: 838-75582, E-mail: thiele@inf.fu-berlin.de

Im letzten Semester ausgeschiedene Stipendiaten

Dr. Peter Braß
E-mail: brass@inf.fu-berlin.de

Matthias Kriesell
E-mail: kriesell@math.tu-berlin.de

Im letzten Semester abgeschlossene Promotionen

Matthias Kriesell, 24. April 1998
Betreuer: Prof. H.-A. Jung
Titel der Arbeit: “Criticity Results Concerning the Connectivity of Graphs”

Regina Urbaniak, 5. Mai 1998
Betreuer: Prof. M. Grötschel
Titel der Arbeit: “Decomposition of generating sets and of integer programs”

Eva Nuria Müller, 11. Juni 1998
Betreuer: Prof. R.-H. Schulz
Titel der Arbeit: “Crosscorrelation of Linear Shift Register Sequences over Fields of Odd Characteristic”

Termine

Wintersemester 1998/99

Vorlesungbeginn:	19.10.1998
Vorlesungsende:	20.02.1999
Vorlesungsfrei:	21.12.1998 - 02.01.1999

Sommersemester 1999

Vorlesungbeginn:	19.04.1999
Vorlesungsende:	24.07.1999
Vorlesungsfrei:	13.05.1999 (Himmelfahrt)
	24.05.1999 (Pfingsten)

4 Kollegsvorlesung und –kolloquium

Von Dozenten und Gästen des Kollegs wird jeden Montag im Semester eine Vorlesung gehalten, die eine Einführung in ein Spezialgebiet aus dem Bereich algorithmische diskrete Mathematik gibt. Anschließend, im Kolloquium, werden speziellere Themen behandelt. Häufig vertieft der Kolloquiumsvortrag das Thema der Vorlesung. Vorlesungen und Kolloquien werden durch Aushang an den einzelnen Universitäten (Fachbereiche und Arbeitsgruppen der Dozenten, neben dem Sekretariat in der Takustr. 9, Raum 111) angekündigt. Außerdem werden eine Woche im voraus Termin, Ort und Thema der Veranstaltung über E-mail an interessierte Gruppen oder Einzelpersonen bekanntgegeben. (Interessenten können sich über die Koordinatorin des Kollegs, Bettina Felsner, auf einen Verteiler für das Verschicken der Ankündigungen setzen lassen.)

Vorlesungs- und Kolloquiumsplan des Kollegs

Termin	*VL 14–16*	*Koll 16–17*	*Ort*
26.10.	R.H. Möhring, TU	K. Reuter, Hamburg	TU
2.11.	A. Brandstädt, Rostock	E. Köhler, TU	TU
9.11.	T. Dey, Saarbrücken	S. Felsner, FU	FU
30.11.	M. Dietzfelbinger, Ilmenau	T. Nierhoff, HU	HU
7.12.	R. Seidel, Saarbrücken	P. Braß, FU	FU
14.12.	V. Strehl, Erlangen	M. Chari, TU	TU
4.1.	O. Pretzel, London	N.N.	FU
11.1.	A. Thomason, Cambridge	C. Gröpl, HU	HU
18.1.	K. Glazebrook, Newcastle	M. Uetz, TU	TU
25.1.	G. Weiss, Haifa	R. Löwen, Braunschweig	TU
1.2.	J.K. Lenstra, Eindhoven	Van Bang Le, Rostock	TU
8.2.	V. Welker, TU	M. de Longueville, TU	TU
15.2.	E. Welzl, Zürich	I. Sarmiento, FU	FU

Die Veranstaltungen finden montags 14.00 – 16.00 Uhr bzw. 16.00 – 17.00 Uhr an wechselnden Orten statt.

Die Veranstaltungsorte sind:

(FU) Freie Universität Berlin,
Institut für Informatik, Takustr. 9, Raum 005;

(HU) Humboldt–Universität zu Berlin,
Institut für Informatik, Rudower Chaussee 5, Raum wird bekannt gegeben;

(TU) Technische Universität Berlin,
Fachbereich Mathematik, Str. des 17. Juni 136, Raum MA 363

Podiumsdiskussion

Eine Universität und ihre Graduiertenkollegs: Zwischen Wissenschaft und Beruf - Workshop zu Problemen der Promotionsphase

Moderation: Prof. Ehrhardt (Kaiserslautern)

Mit Teilnehmern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Die Veranstaltung findet am **19. Oktober 1998, 16–19 Uhr** im Harnack-Haus, Ihnestr. 16-21, 14195 Berlin statt. Die Diskussion wird mit Posterpräsentationen der Graduiertenkollegs der FU eingeleitet. Unser Kolleg wird im Podium vertreten durch *Christian Haase*, TU Berlin.

ADiMMO - Workshop 1999

Freie Universität Berlin
29. und 30. März 1999

4. gemeinsamer Workshop mit dem Graduiertenkolleg *“Mathematische Optimierung”* Trier mit Beiträgen der Dozenten und Stipendiaten sowie auswärtiger Gäste. In diesem Jahr wird sich erstmalig auch das Graduiertenkolleg *“Angewandte Algorithmische Mathematik”* der TU München beteiligen.

Informationen bei der Koordinatorin des Kollegs, Bettina Felsner.

Die Kollegsvorlesungen im einzelnen

Montag, 26. Oktober 1998 [TU]
ROLF H. MÖHRING, TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN
Risikomanagement in Projekten:
Mathematische Modelle und Verfahren

Der Vortrag gibt eine Einführung in Modelle und Verfahren zur Planung von Projekten bei zufälligen Vorgangsdauern und knappen Ressourcen. Vom Optimierungsstandpunkt ergeben sich stochastische dynamische Optimierungsprobleme, deren diskreter Charakter jedoch zu Politiken (Planungsregeln) mit ausgeprägter kombinatorischer Struktur führt. Hieraus lassen sich neben Algorithmen zur Konstruktion auch Aussagen über Stabilität, Optimalität und Approximationsverhalten solcher Planungsregeln herleiten.

Montag, 2. November 1998 [TU]
ANDREAS BRANDSTÄDT, UNIVERSITÄT ROSTOCK
Über einige Anwendungen von LexBFS

LexBFS ist eine bekannte Linearzeitmethode zur Herstellung von Knotenordnungen ungerichteter endlicher Graphen, die bekanntlich für chordale Graphen perfekte Eliminationsordnungen liefert. Der Vortrag soll eine Übersicht über weitere Anwendungen dieser Methode geben, die sich in mindestens drei Gebiete klassifizieren lassen:

- Linearzeiterkennung weiterer spezieller Graphenklassen bzw. Herstellung spezieller Knotenordnungen;
- gemeinsame Knotenordnungen bei Potenzen von Graphen;
- effiziente Bestimmung des Durchmessers von Graphen.

Montag, 9. November 1998 [FU]
TAMAL DEY, INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY KHARAGPUR, MPI SAARBRÜCKEN
On curve reconstructions

We consider the problem of curve reconstruction that takes a set of sample points on a smooth curve C, and requires to produce a plane graph G having exactly those edges that connect sample points adjacent in C. Amenta, Bern and Eppstein introduced a framework based on local feature size under which they show two graphs, *crust* and β-*skeleton* coincide with G for a closed curve. In this talk, first, we present a new algorithm that provably reconstructs a closed curve. The highlights of the algorithm are:

- it is simple,
- it requires a sampling density better than previously known,
- it can be adapted for space curves straightforwardly.

In the second half of the talk, we concentrate on the reconstruction problem for curves with endpoints. We propose an algorithm, which can reconstruct curves with endpoints under sufficiently dense sampling. This part is a joint work with K. Mehlhorn and E.A. Ramos.

Herbstschule

des Graduiertenkollegs "Algorithmische Diskrete Mathematik"

22. bis 26. November 1998 in Chorin/Schorfheide

Thema: Topological Combinatorics

Ziel der Herbstschule ist, neue Ideen und Resultate aus diesem Gebiet vorzustellen und deren Verständnis mittels Übungsaufgaben zu fördern. Der Veranstalter ist Günter M. Ziegler. Als Dozenten haben zugesagt:

Anders Björner (KTH Stockholm)
Manoj Chari (Louisiana/TU Berlin)
Robin Forman (Rice University)
Michael Joswig (TU Berlin)
Volkmar Welker (Essen/TU Berlin)
Günter M. Ziegler (TU Berlin)

Anmeldungen sind leider nicht mehr möglich.

Montag, 30. November 1998 [HU]

Martin Dietzfelbinger, Technische Universität Ilmenau

Universelles Hashing

Carter und Wegman führten 1979 das Konzept „universelles Hashing“ ein. Inzwischen hat der Ansatz auch Eingang in die Lehrbücher zu Algorithmen und Datenstrukturen gefunden. Anstatt, wie beim „klassischen“ Hashing, eine fest gewählte Hashfunktion $h : U \to \{0, 1, \ldots, m-1\}$ zu benutzen (wobei U die Menge aller möglichen Schlüssel und m die Tabellengröße bezeichnet), betrachtet man dabei eine Menge $\mathcal{H}$ solcher Funktionen und wählt eine davon zufällig aus. Wenn dann für jedes Paar x, y verschiedener Schlüssel $\Pr(h(x) = h(y)) \approx \frac{1}{m}$ gilt, heißt $\mathcal{H}$ eine „universelle Hashklasse“.

Neben der Standardanwendung von Hashing für die Konstruktion von Wörterbuch-Datenstrukturen hat universelles Hashing auch Anwendungen in weit auseinanderliegenden Teilgebieten der Theoretischen Informatik (u.a. bei der Pseudozufallszahlenerzeugung, Schaltkreiskonstruktion, bei probabilistischen Komplexitätsklassen und der Simulation von parallelen Rechnern mit gemeinsamem Speicher auf solchen mit verteiltem Speicher).

Der Vortrag gibt einen Überblick über Grundlagen, Beispielanwendungen und Wörterbuchkonstruktionen und diskutiert eine Reihe von universellen Hashklassen im Hinblick auf beweisbare gute und schlechte Eigenschaften sowie effiziente Implementierbarkeit.

Montag, 7. Dezember 1998 [FU]

Raimund Seidel, Universität des Saarlandes, Saarbrücken

(to be announced)

Montag, 14. Dezember 1998 [TU]

Volker Strehl, Universität Erlangen-Nürnberg

Ein elementar-geometrisches Problem für hypergeometrische Funktionen

Hypergeometrische Funktionen (Reihen) gehören zum klassischen Bestand der Analysis und tauchen in den unterschiedlichsten Bereichen der Mathematik auf. Ihre algorithmische Behandlung auf symbolischer (nicht-numerischer) Ebene hat in den letzten Jahren, insbesondere durch die Arbeiten von D. Zeilberger, enorme Fortschritte erfahren — das jüngst erschienene Buch von W. Koepf (Vieweg, 1998) beispielsweise bezeugt das. In diesem Kontext ist auch die “Technik von Sister Celine” wiederbelebt worden, die aus den späten 40’er Jahren (unseres Jahrhunderts, immerhin!) stammt und lange Zeit nur wenigen Experten im Gebiet der speziellen Funktionen ein Begriff war — zumal sie eher ein empirisches Verfahren darstellt als eine wirklich algorithmische Methode. Eine theoretische Fundierung dieser Technik wurde von H. Wilf und D. Zeilberger geleistet, siehe deren grossen Inventiones-Artikel von 1992 und deren Buch mit dem vielsagenden Titel “A=B” (mit M. Petkovšek, A.K. Peters, 1996). Allerdings hatten Wilf und Zeilberger einen (unbekannt gebliebenen) Vorgänger, den Belgier P. Verbaeten, der in seiner Dissertation (1976) eine interessante elementar-geometrische Idee ins Spiel brachte, die mit der Abzählung von Gitterpunkten in Polytopen zu tun hat.

In dem Vortrag soll neben einer Skizze des Umfeldes eben dieser geometrische Aspekt dargestellt und diskutiert werden.

Montag, 4. Januar 1999 [FU]

Oliver Pretzel, Imperial College London

Error Correcting Codes

The aim of coding theory is to provide a correction method for arbitrary digital communications. No assumptions are made about the nature of the information being sent and so the theory has to describe how to insert additional structure into the signal as well as how to use that structure for correction.

It has many applications. Simple parity checks are used for Credit Card Numbers, ISBN... More sophisticated applications are in audio CDs CD-roms and telecommunications.

Fundamental Problems: Design ‘good’ error correcting codes. Design efficient error-processing algorithms for the codes. Current practical codes are not theoretically good although useful in practice.

In 1979 NV Goppa proposed a construction based on algebraic curves. In the 80s it was established that these codes are theoretically ’good’, but the proof was a pure existence one. Recently progress has been made on the construction of explicit good codes and error processors.

Montag, 11. Januar 1999 [HU]
Andrew Thomason, Cambridge
The structure of hereditary hypergraph properties

A hypergraph property $\mathcal{P}$ is *hereditary* if it is preserved under the taking of *induced* subgraphs.

Let $\mathcal{P}_n$ be the set of hypergraphs on vertex set $[n] = \{1, \ldots, n\}$ having property $\mathcal{P}$. It is natural to measure the size of a k-uniform hypergraph property $\mathcal{P}$ by the sequence (c_n), where $c_n = c_n(\mathcal{P})$ is defined by

$$|\mathcal{P}^n| = 2^{c_n \binom{n}{k}}.$$

The structure of $\mathcal{P}_n$ and the size of $c_n(\mathcal{P})$ has been studied by, for example, Erdős, Kleitman and Rothschild; Erdős, Frankl and Rödl; Kolaitis, Prömel and Rothschild; Prömel and Steger; Alexeev, and Bollobás and Thomason. In particular, every hereditary graph property can be 'approximated' by the very simple graph properties $\mathcal{C}(r,s)$, comprising all (r,s)-*colourable* graphs: a graph is (r,s)-colourable, for some $0 \leq s \leq r$, if its vertices can be coloured with r colours, the first s colour classes each spanning complete subgraphs and the remaining $r-s$ colours spanning independent sets. Thus $(r,0)$-colourability is just the usual r-colourability.

If $\mathcal{P}$ is a hereditary property it makes sense to define the $\mathcal{P}$-*chromatic number* $\chi_{\mathcal{P}}(G)$ of a hypergraph G. This is the smallest number of parts into which $V(G)$ can be partitioned, such that the subhypergraph spanned by each part has $\mathcal{P}$. Thus if $\mathcal{P}$ consists of edgeless graphs, $\chi_{\mathcal{P}}(G)$ is just the usual chromatic number, and if $\mathcal{P}$ contains only empty or complete graphs, then $\chi_{\mathcal{P}}(G)$ is the minimum r for which G has an (r,s)-colouring for some s. Many other colouring numbers are of this kind, such as (linear) arboricity.

Bollobás determined that the chromatic number of a random graph $G_{n,p}$ is almost surely $(2+o(1))n\log(1/1-p)/\log n$. Scheinerman asked whether there is a constant c such that $\chi_{\mathcal{P}}(G_{n,p}) = (c+o(1))n/\log n$.

Our aim will be to give a positive answer to Scheinerman's question. This will require the use of concentration inequalities from combinatorial probability and the development of a much finer description of the structure of hereditary graph properties. The new results represent joint work with Béla Bollobás.

Montag, 18. Januar 1999 [TU]

KEVIN GLAZEBROOK, UNIVERSITY OF NEWCASTLE UPON TYNE

The achievable region approach to the optimal control of stochastic systems

The relative failure of dynamic programming (DP) as an approach to the optimal dynamic control of queueing and other stochastic systems of any complexity has stimulated the development of several alternative methodologies. One such,the so-called achievable region approach, proceeds by (i) characterising the set of all possible performances of the system of interest (the achievable region) and (ii) optimizing some objective over this set. For many important problems, the region in (i) is a polyhedron of special structure, yielding in (ii) a linear program (LP) for which efficient algorithms exist.

The talk will introduce the approach by means of a simple example and give a non-technical overview of recent work by Professor Glazebrook and co-authors at Newcastle.

Montag, 25. Januar 1999 [TU]

GIDEON WEISS, HAIFA UNIVERSITY, ISRAEL

The Fluid Approach to Scheduling and Control of Queueing Networks

I shall speak on 3 closely related topics:

(a) Multi-class queueing networks, and their fluid limits: I shall survey recent results on relation of fluid limits to the question stability (the theory of Markov processes, theorem of Jim Dai) and to the question of optimal control (the theory of Markov decision processes, work of Sean Meyn).

(b) Optimal draining of fluid re-entrant lines: I shall describe re-entrant lines (special case of queueing network) which occur in semi-conductor wafer fabrication. I will then consider the fluid re-entrant line and formulate the problem of draining it as a continuous linear program. I will describe ideas which I conjecture lead to a polynomial time algorithm. The existence of such an algorithm is quite remarkable, since continuous linear programs are special but still very hard control problems. I will also discuss the nature of the solutions, which are quite informative.

(c) On-line heuristic for minimizing makespan of N repeated job-shop. I shall define the N repeated job-shop and describe a very simple heuristic, based on a fluid approximation, for its solution. The heuristic is on-line (i.e. it works in real linear time, and it needs only very little data). A probabilistic analysis shows that its performance ratio is 1+O(log(N)/N) with very high probability.

Montag, 1. Februar 1999 [TU]
Jan Karel Lenstra, Technische Universität Eindhoven; CWI, Amsterdam
Newspapers, timetables, and whizzkids

In 1996 and 1997 we organized two contests in cooperation with the software firm CMG Nederland and the newspaper De Telegraaf. The purpose of these contests was to increase interest in mathematics and computer science among highschool students. The participants had to construct a newspaper delivery scheme in 1996 and a timetable for a parents' evening in 1997. Both times they faced an optimization problem which was easy to formulate but hard to solve, and which caused exciting evenings and sleepless nights to both the puzzler at the kitchen table and the advanced algorithm designer.

I will discuss the background of the "Whizzkids contests" and describe how the tools of combinatorial optimization can be applied in finding good solutions and in attempting to prove that no better solutions exist. These tools include upper bounding techniques based on local search and lower bounding techniques using linear programming and constraint satisfaction.

Montag, 8. Februar 1999 [TU]
Volkmar Welker, TU Berlin
(to be announced)

Montag, 15. Februar 1999 [U]
Emo Welzl, ETH Zürich
On the j-facets of finite point sets

Let P be a set of n points in d-space. An oriented simplex spanned by d points in P is called j-facet, if there are exactly j points from P on its positive side. We discuss some results on the maximum number of j-facets of n-point sets, the maximum number of j-facets intersected by a line (with its close relation to the upper bound theorem via the Gale transform), and algorithms for computing the 0-facets intersected by a line (which amounts to the analysis of linear programming algorithms).

Die Kolloquiumsvorträge im einzelnen

Montag, 26. Oktober 1998 [TU]
KLAUS REUTER, UNIVERSITÄT HAMBURG
Permutaedergraphen, Ordnungen und Konvexität

Zu einer geordneten Menge P bezeichne G(P) den Graph der linearen Erweiterungen von P. Dieser hat als Eckenmenge die linearen Erweiterungen von P, wobei zwei solche verbunden sind, wenn sie sich nur in einer benachbarten Transposition unterscheiden. Es gilt: P ist eine Erweiterung von einer Ordnung Q, genau dann wenn G(P) ein (geodesisch) konvexer Untergraph von G(Q) ist. Insbesondere ist also G(P) ein konvexer Untergraph des $|P| - Permutaedergraphen$. Dieser Zusammenhang gibt Anlaß, die Graphen der linearen Erweiterungen in Hinblick auf Konvexität und metrische Eigenschaften zu untersuchen und eine Dualitätstheorie zu entwickeln. Nach einer Einführung werde ich auf folgende Konzepte und Parameter besonders eingehen: Vergleichbarkeitsgraphen, kritische Paare, Hellyzahl, (fraktionale) Dimension, Sprungzahl und Durchmesser.

Montag, 2. November 1998 [TU]
EKKEHARD KÖHLER, TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN
Hamiltonkreise in Unterklassen AT–freier Graphen

Das Hamiltonkreisproblem ist wohl eines der bekanntesten Probleme aus dem Gebiet der Algorithmischen Graphentheorie. Läßt man als Eingabe jeden beliebigen Graphen zu, so ist bekannt, daß das Problem NP–vollständig ist. Schränkt man sich in der Eingabemenge allerdings auf spezielle Graphenklassen ein, so kann man in einigen Fällen Algorithmen mit polynomialer Laufzeit angeben.

In diesem Vortrag möchten wir uns mit dem Hamiltonkreis- und Hamiltonpfadproblem eingeschränkt auf spezielle Unterklassen von AT–freien Graphen beschäftigen. Dabei interessieren wir uns insbesondere für AT–freie, klauenfreie Graphen und Kantengraphen. Wir werden einige strukturelle Ergebnisse vorstellen, werden eine Charakterisierung von AT–freien Kantengraphen angeben und verschiedene Algorithmen für die genannten Probleme präsentieren.

Montag, 9. November 1998 [FU]

STEFAN FELSNER, FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Reduzierte Dekompositionen und Young Tableaux

Es gibt einen bemerkenswerten Zusammenhang zwischen standard Young Tableaux (SYT) und reduzierten Dekompositionen von Permutationen. Vermutet wurde dieser Zusammenhang von R. Stanley, auf den auch ein algebraischer Beweis zurückgeht. Ein bijektiver Beweis wurde von P. Edelman und C. Greene gefunden.

Im ersten Teil des Vortrags werde ich einen auf G. Viennot zurückgehenden Beweis für die klassische Bijektion zwischen Permutationen und Paaren von SYT derselben Gestalt (Robinson-Schensted Korrespondenz) vorstellen. Die entscheidende Konstruktion in diesem Beweis ist das Skelett einer Permutation. Im zweiten Teil wird eine Skelettkonstruktion für reduzierte Dekompositionen erläutert. Diese neue Skelettkonstruktion erlaubt einfache und anschauliche Beweise für die zentralen Aspekte der Bijektion von Edelman und Greene.

Workshop

Semidefinite Programming: Applications and Algorithms

15. – 17. November 1998

im Konrad-Zuse-Zentrum, Takustr. 7, 14195 Berlin

In 25 eingeladenen Vorträgen werden moderne algorithmische Ansätze zur Lösung Semidefiniter Programme sowie praktische und theoretische Anwendungen der Semidefiniten Programmierung in diskreter Optimierung, Kontrolltheorie und struktureller Optimierung vorgestellt und diskutiert.

Nähere Informationen unter `www.zib.de/helmberg/workshop.html` oder bei Christoph Helmberg, `helmberg@zib.de`, Tel.: 030-84185-294.

Montag, 30. November 1998 [HU]
Till Nierhoff, Humboldt-Universität zu Berlin
Die Größe r-stabiler Mengen in zufälligen Graphen

Gegenstand des Vortrags ist eine untere Schranke für die r-Stabilitätszahl zufälliger Graphen. Aufgrund von Abhängigkeiten zwischen den Ereignissen Kante/Nichtkante in lexikographischen Potenzen von $G_{n,p}$ stehen gewisse Instrumente nicht zur Verfügung, die bei der klassischen unteren Schranke für die übliche Stabilitätszahl eines zufälligen Graphen verfügbar sind. Die Abhängigkeiten sind aber nicht zu stark, so daß wenigstens für Teilbereiche der Kantenwahrscheinlichkeit p ein Second-Moment-Argument anwendbar ist. Ziel der Darstellung ist die folgende Aussage, die im Fall $r = 1$ schon länger bekannt ist:

Sei $\theta < 1 - \frac{3}{4r}$, und $n^{-\theta} \leq p = p(n) \ll n^{-1+1/r}$. Dann gilt mit hoher Wahrscheinlichkeit

$$\alpha_r(G_{n,p}) = (2 \pm o(1)) \frac{\log d^r}{d^r} n,$$

wobei $d = np$.

Montag, 7. Dezember 1998 [FU]
Peter Brass, Freie Universität Berlin
Kreispackungen und Berührgraphen

Kreis- und Kugelpackungen sind ein altes und vielstudiertes Thema. Neben den klassischen Dichteproblemen haben derartige Packungen auch eine Vielzahl kombinatorischer Aspekte, die meist mit den Berührgraphen der Packungen zusammenhängen. In diesem Vortrag soll eine Übersicht über Probleme und Resultate zu Berührgraphen gegeben und einige neue Ergebnisse vorgestellt werden. Insbesondere wird ein lokales Kriterium für die globale transitive Symmetrie einer Punktmenge dargestellt, das auf Umgebungen im Berührgraphen basiert.

Montag, 14. Dezember 1998 [TU]
Manoj Chari, Louisiana State University, TU Berlin
Some Combinatorial Aspects of Network Reliability

We will consider the classical edge failure model of network reliability in which we have an undirected graph with perfect nodes whose edges are subject to random, independent failures with a probability p. The connectedness or all-terminal reliability is simply the probability of the random event that the graph is connected. One is often also interested in the more general problem of computing K-connectedness reliability, which is the probability that a given subset K of the node set is connected. Computing these reliabilities is known to be computationally difficult and hence, many different approximation techniques have appeared in the literature. We will survey some of these methods, especially the ones that arise from interesting combinatorics.

Montag, 11. Januar 1999 [HU]
Clemens Gröpl, Humboldt-Universität zu Berlin
Read-once branching programs for random Boolean functions

In this talk, I will present some new results on the size of read-once branching programs for random Boolean functions, extending an earlier analysis for the "oblivious" case (in which the tests have to obey a linear ordering on the variables).

Montag, 18. Januar 1999 [TU]
Marc Uetz, Technische Universität Berlin
LP-Based Approximation in Stochastic Scheduling

Most planning processes in industry and commerce involve stochastic features, but even the most advanced optimization technologies often rely on deterministic models. Perhaps the most "classical" optimization problems within this research are machine scheduling problems, and much progress has been made in the design of approximation algorithms by exploiting (LP-)relaxations.

In this talk we extend the concept of LP-based approximation algorithms to a more general and more realistic stochastic setting: A set of jobs has to be processed on identical parallel machines, job processing times are drawn from some probability distribution, and the aim is to find a scheduling strategy that minimizes the objective in expectation.

The core of our approach is a polyhedral relaxation of the set of all expected completion time vectors which correspond to feasible scheduling strategies. We then derive constant-factor performance guarantees for priority rules which are guided by optimum LP solutions.

This includes a constant performance guarantee for the well known WSEPT priority rule which generalizes the previously best known LP-based performance guarantee of 3/2 from deterministic scheduling. For instance, WSEPT is shown to be a 2-approximation whenever the processing times of jobs are drawn from NBUE distributions (new better than used in expectation).

It is an important feature that both the LP relaxation as well as the corresponding priority rules (WSEPT) only rely on the expected job processing times. That is, although they do not require detailed information on the distribution they are nevertheless close to an optimal scheduling strategy which has full information.

Montag, 25. Januar 1999 [TU]

Rainer Löwen, Technische Universität Braunschweig

Bijektivität stückweise affiner Abbildungen im $\mathbf{R}^n$

Stückweise affine Abbildungen im Sinne dieses Vortrages sind solche, die auf sämtlichen Zellen einer Zerlegung $\mathcal{C}$ von $\mathbf{R}^n$ in kompakte konvexe Polyeder affin sind. Eine solche Abbildung kann nur dann injektiv sein, wenn alle affinen Einschränkungen dasselbe Orientierungsverhalten haben. Im allgemeinen ist diese triviale notwendige Bedingung alles andere als hinreichend. Sie ist es jedoch, wenn die Abbildung eigentlich ist und $\mathcal{C}$ Verzweigungszahl ≤ 4 hat, d.h. wenn jede Seite der Kodimension 2 in höchstens vier Zellen enthalten ist. Dieser Satz aus einer gemeinsamen Arbeit mit Kuhn wird bewiesen. Anwendung auf das System der Orthanten liefert bekannte Sätze über das "Linear Complementarity Problem", d.h. über die Lösbarkeit der Gleichung $f(x^+) + x^- = y$, wobei $f\colon \mathbf{R}^n \to \mathbf{R}^n$ linear ist. Eine direkte Verallgemeinerung ist der Fall einer Abbildung $f_C = f \circ \pi + \mathrm{id} - \pi$, bei dem der positive Anteil x^+ von x ersetzt ist durch die Projektion $\pi(x)$ von x in einen gegebenen kompakten konvexen Polyeder. Hier ist die Verzweigungszahl der zu π gehörigen Zerlegung maßgeblich, und Ralph hat gezeigt, das diese außer in trivialen Fällen stets gleich 4 ist. Es wird ein vereinfachter Beweis angegeben. Eventuell bleibt noch Zeit für einige Bemerkungen über die Surjektivität von Abbildungen der betrachteten Art.

Montag, 1. Februar 1999 [TU]

Van Bang Le, Universität Rostock

P_4–freie Färbungen und P_4–bipartite Graphen

Eine P_4–freie Färbung eines Graphen G ist eine Zerlegung der Eckenmenge $V(G)$ in Teilmengen V_i's, so daß jedes V_i einen P_4–freien Teilgraphen in G induziert. P_4–frei 2–färbbare Graphen (auch P_4–bipartite Graphen) verallgemeinern bipartite Graphen in natürlicher Weise. Andere Beispiele für P_4–bipartite

Graphen sind Paritätsgraphen (parity graphs) und Graphen mit "wenigen" P_4's (etwa P_4–reducible graphs, P_4–sparse graphs, ...). Das Studium von P_4–freien Färbungen und P_4–bipartiten Graphen ist motiviert durch die Tatsache, daß die Perfektheit eines Graphen nur von dessen P_4–Struktur abhängt.

Es wird gezeigt, daß, für gegebenes $k \geq 2$, die Frage "Ist G P_4–frei k–färbbar?" NP–vollständig ist, und zwar bereits für Vergleichbarkeitsgraphen G. Ferner diskutieren wir die Perfektheit und Erkennung P_4–bipartiter Graphen mit bestimmter P_4–Struktur.

(Gemeinsame Arbeit mit Chinh T. Hoàng, Lakehead University, Kanada)

Montag, 8. Februar 1999 [TU]

Mark de Longueville, Technische Universität Berlin

Die Kohomologieringe von Koordinatenunterraumarrangements – ein expliziter Zugang

Einem endlichen Simplizialkomplex läßt sich auf natürliche Weise ein Koordinatenunterraumarrangement im $\mathbb{R}^n$ zuordnen. Von Interesse sind die topologischen Eigenschaften des Links und des Komplements eines solchen Arrangements. Diese lassen sich als Unterkomplexe des Kreuzpolytops beziehungsweise des n-Würfels auffassen. Bekanntermaßen ist die Homologie des Links durch die kombinatorischen Daten des Arrangements eindeutig bestimmt. Via Alexander-Dualität ist somit auch die Kohomologie des Komplements bestimmt.
Wir geben eine explizite Beschreibung der Alexander-Dualität, die sich für eine Beschreibung der multiplikativen Struktur der Kohomologie des Komplements als fruchtbar erweist. Anhand von Beispielen soll dieser Prozeß anschaulich und verständlich erläutert werden.

Montag, 15. Februar 1999 [FU]

Irasema Sarmiento, Freie Universität Berlin

The polychromate and a chord diagram polynomial

Noble and Welsh defined the weighted polynomial of a graph. It permits the extension of the work of Chmutov, Duzhin and Lando to more general Tutte Grothendieck invariants. The U-polynomial is a specialisation of the weighted polynomial when all the vertices have weight one. It corresponds to the original motivating situation of intersection graphs of chord diagrams of knots. We show that the polychromate and the U-polynomial determine one another.

5 Lehrveranstaltungen im Winter 1998/99

5.1 Freie Universität Berlin

Mathematik des Wählens [Vorlesung]

Dozent: Braß; Vorlesungszeit: Di 16-18 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Takustraße 9, SR 005.

INHALT: Gewählt, das heißt aufgrund verschiedener Kriterien (etwa Wählermeinungen) zwischen mehreren Alternativen entschieden, wird eigentlich ständig und überall; sei es die Wahl eines Olympia-Austragungsortes, eines Universitätspräsidenten, die Entscheidung für einen Prüfer, oder die zwischen Tee und Kaffee. Die Untersuchung von Methoden, solche Entscheidungen zu treffen, bietet viele Überraschungen und eine Menge interessanter mathematischer Probleme.
Insbesondere kann man verschiedene Forderungen für "sinnvolle" Entscheidungen formalisieren und ihre Verträglichkeit untersuchen. Für das erste Unmöglichkeitsresultat dieser Art erhielt K. Arrow 1972 einen Nobelpreis. Seitdem hat es viele weitere Ergebnisse und neue Fragen gegeben. In dieser Vorlesung soll eine Einführung in dieses Gebiet gegeben werden.

Algorithmische Geometrie [Vorlesung]

Dozent: Felsner; Vorlesungszeit: Di, Do 14-16 Uhr, 4-stündig;
Veranstaltungsort: Takustraße 9, SR 051.
Übungen: Felsner, Morawe, 2-stündig;

INHALT: Typische Aufgaben der algorithmischen Geometrie sind die effiziente Berechnung der konvexen Hülle einer Punktmenge S oder die Erstellung einer Datenstruktur für Bereichsanfragen (wieviele Punkte aus S liegen im Rechteck R?). Die Lebendigkeit der algorithmischen Geometrie hat ihre Ursachen in der Vielzahl der Anwendungen und in der Schönheit der zugrundeliegenden Geometrie und Kombinatorik. In der Vorlesung werden Methoden der algorithmischen Geometrie exemplarisch an einigen Basisproblemen vorgestellt.

Codierungstheorie [Vorlesung]

Dozent: Schulz; Vorlesungszeit: Di, Do 10-12 Uhr, 4-stündig;
Veranstaltungsort: Arnimallee 3, SR 210.
Übungen: Schulz, N.N., 2-stündig;

INHALT:

1. Wörter über einem Alphabet
2. Quellencodierung (einschließlich Einführung in die Informationstheorie)
3. Fehlererkennende und fehlerkorrigierende Codes (einschließlich Diskreter Fourtriertransformation und Spektraltheorie)
4. Kryptographie (u.a. RSA-Verfahren)

Graphentheorie [Seminar]

Dozenten: Aigner, Mielke; Veranstaltungszeit: Fr 14-16 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Arnimallee 2-6, SR 025/026.

Diplomanden- und Doktorandenseminar - Theoretische Informatik

Dozenten: Alt, Felsner; Veranstaltungszeit: Di, Do, Fr 12-13 Uhr, 3-stündig;
Veranstaltungsort: Takustraße 9, SR 055.

INHALT: Vorträge über eigene Forschung und Originalarbeiten aus der Theoretischen Informatik, insbesondere Algorithmen. Die Ankündigungen werden jeweils gesondert gegenüber Raum 111 in der Takustraße 9 ausgehängt. Siehe auch Semesterheft zum Studienschwerpunkt *Effiziente Algorithmen*.

Algorithmen [Seminar]

Dozenten: Alt, Hoffmann; Veranstaltungszeit: n.V., 2-stündig;
Veranstaltungsort: Takustraße 9.

INHALT: Im Seminar sollen ausgewählte algorithmische Probleme besprochen werden, die zum einen von offensichtlichem Interesse für praktische Anwendungen sind, die aber zum anderen auch in der strukturellen Komplexitätstheorie - also der Frage nach Beziehungen zwischen verschiedenen Komplexitätsklassen - eine wichtige Rolle spielen. Behandelt werden sollen insbesondere das Isomorphieproblem für Graphen, verschiedene geometrische motion-planning-Probleme wie auch der Problemkreis interaktiver Beweissysteme. Die Vorträge werden sowohl auf die algorithmischen als auch auf die komplexitätstheoretischen Fragen eingehen.

Vorbesprechung: In der ersten Vorlesungswoche wird eine Vorbesprechung stattfinden, bitte Aushänge beachten!!

Praktikum zur Computer-Graphik

Dozenten: Alt, Meißner; Veranstaltungszeit: n.V., 4-stündig;
Veranstaltungsort: Takustraße 9.

Inhalt: In Arbeitsgruppen Implementierung von Verfahren, um aus einfachen geometrischen Objekten (wie Polyedern und Rotationskörpern) aufgebaute dreidimensionale Szenen photorealistisch darzustellen. Wir werden Raytracing in Verbindung mit verschiedenen Schattierungstechniken wie Phon- und Goraudshading, sowie Radiosity-Verfahren zur realistischen Wiedergabe von Beleuchtungsverhältnissen einsetzen. Durch das Zusammensetzen einzelner Bilder sollen kleine "Filme" erzeugt werden. Programmiersprache wird Java sein.
Vorbesprechung: In der ersten Vorlesungswoche wird eine Vorbesprechung stattfinden, Aushänge beachten!!

Geometrische Graphentheorie [Seminar]

Dozent: Felsner; Veranstaltungszeit: Fr 14-16 Uhr, 2-stündig; Veranstaltungsort: Takustraße 9, SR 051.

Inhalt: Der Begriff "Geometrischer Graph" bezeichnet zum einen Graphen, die mit einer Einbettung der Knoten (Punkte) und Kanten (Strecken oder Jordan-Bögen) in die Ebene gegeben sind. Zum anderen bezeichnet er Graphen, die durch geometrische Objekte implizit bestimmt werden (z.B. Durchschnittsgraphen). Wir werden ausgewählte Arbeiten aus der reichhaltigen Literatur zu geometrischen Graphen besprechen.

Geometrie/Kombinatorik [Seminar]

Dozenten: Schulz, Lenz, Braß; Veranstaltungszeit: Di 16-18 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Arnimallee 3, SR 119.

Vergeben werden Themen zur Geometrie, Design-Theorie und Codierungstheorie. Vorbesprechung laut Aushang.

Algorithmen für die Linguistik (Blockseminar)

Dozenten: Wagner, Rojas; Veranstaltungszeit: 6./7.2.99, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Blockveranstaltung im Umland von Berlin.
Vorbesprechung und Themenvergabe: 26.10.98, 14 Uhr, Takustraße 9, SR 037.

Inhalt: In diesem Seminar werden wir Fragestellungen aus der Linguistik wie Sprachentstehung, Spracherkennung und strukturelles Verstehen des Sprachaufbaus mit algorithmischen Methoden bearbeiten. Themen sind:

- Die Evolution der natürlichen Sprache
- Phylogenetische Bäume
- Statistisches Parsing
- Automatische Wörterbucherzeugung
- Hidden-Markov-Models
- Entwicklung einer künstlichen Sprache durch Roboter

5.2 Humboldt–Universität zu Berlin

Kryptologie (1. Teil) [Vorlesung]

Dozent: Giessmann; Vorlesungszeit: Mo 14-16 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Unter den Linden 6, Raum 3092

Inhalt: In dieser Vorlesung werden die Grundlagen moderner Verschlüsselungsmethoden behandelt. Dazu gehören die symmetrischen Blockchiffren wie der DES, IDEA, Blowfish und RC5 sowie die asymmetrischen Algorithmen wie RSA, ElGamal und ECC. Darauf aufbauend werden im 2. Semester die Anwendungen dieser Verfahren in unsicheren Netzen, Protokolle zur sicheren und authentisierten Kommunikation, digitale Signaturen, sicheres Schlüsselmanagement behandelt. Der dazu nötige mathematische Apparat wird bei Bedarf mit dargestellt, Vorkenntnisse in Algebra sind jedoch empfehlenswert. Hörer ähnlich benannter Vorlesungen aus vergangenen Jahren werden besonders im 2. Semester Neues entdecken können.

Graphen und Algorithmen (1. Teil) [Vorlesung]

Dozent: Prömel; Vorlesungszeit: Mo, Mi 11-13Uhr, 4-stündig;
Veranstaltungsort: Rudower Chaussee 5, Raum III 101
Übungen: Hougardy, Mi 13-15, 2-stündig; Rudower Chaussee 5, Raum IV 111

Inhalt: Viele Probleme in der Informatik lassen sich mittels Graphen modellieren. Die Kenntnis effizienter Algorithmen zur Lösung von Optimierungsproblemen auf Graphen ist daher von großer Bedeutung. In dieser Vorlesung werden wichtige Algorithmen auf Graphen behandelt, wie z.B. für Wege, Bäume, Kreise, Flüsse, Matching, Zusammenhang, Färbbarkeit und Partitionierung.

Algorithmen und Komplexität [Seminar]

Dozent: Prömel; Veranstaltungszeit: Mi 9-11 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Rudower Chaussee 5, Raum IV 111

Inhalt: In diesem Seminar wird ein aktuelles Thema aus dem Bereich Algorithmen und Komplexität an Hand von Originalarbeiten behandelt. Genaueres kann einem Aushang entnommen werden.

Diskrete Mathematik [Seminar]

Dozent: Prömel, Karonski; Veranstaltungszeit: Frei,

Inhalt: Dies ist ein gemeinsames Seminar (in englischer Sprache) mit M. Karonski von der Adam Mickiewicz Universität Poznan, Polen. Es werden ausgewählte Themen der algorithmischen diskreten Mathematik behandelt. Das Seminar findet als Blockseminar etwa alle vier Wochen freitags wechselweise in Berlin und in Poznan statt.

Forschungsseminar

Dozent: Prömel; Veranstaltungszeit: Mi 17-19 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Rudower Chaussee 5, Raum III 101

5.3 Technische Universität Berlin

Anwendungen der ganzzahligen Optimierung [Vorlesung]

Dozent: Martin Grötschel; Vorlesungszeit: Mi 16-18 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Mathematikgebäude MA 312

Ziel der Vorlesung ist die detaillierte Analyse konkreter Anwendungsprobleme der ganzzahligen Optimierung. Dabei werden sowohl die mathematische Modellierung der praktischen Fragestellungen, die Entwicklung der zugehörigen mathematischen Theorie und problem-adäquater Algorithmen behandelt. Die Untersuchung folgender Anwendungsbereiche ist vorgesehen: Steuerung von NC-Maschinen, von Hochregallagern, von Kommissioniersystemen und von fahrerlosen Transportsystemen; Management von Rufbussysytemen; Fahrzeugeinsatzplanung im öffentlichen Nahverkehr; verschiedene Probleme des VLSI-

Design; Optimierung von Telekommunikationsnetzen, Frequenz- und Bandbreitenzuweisung im Mobilfunk. Alle Fallstudien sind in meiner Arbeitsgruppe am Konrad-Zuse-Zentrum entstanden. Im Rahmen der Vorlesung ist die Besichtigung von Partnerfirmen geplant, mit denen zur Zeit Projekte durchgeführt werden.

Inzidenzgeometrie [Vorlesung]

Dozent: Michael Joswig; Vorlesungszeit: Mo 10-12 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Mathematikgebäude;

INHALT: Im wesentlichen werden projektive Räume als bekannt vorausgesetzt. Die Vorlesung beginnt aber mit einer Auffrischung der zentralen Punkte.

Ziel der Vorlesung ist es, einen ersten Einblick in die Theorie der projektiven Ebenen, verschiedener Kreisgeometrien und der verallgemeinerten Vierecke zu geben. Vor allem sollen die mannigfachen wechselseitigen Beziehungen dieser Klassen von Inzidenzgeometrien untersucht werden.

Am Rande werden dabei auch gruppentheoretische Aspekte zur Sprache kommen.

Diskrete Mathematik: Netzwerkoptimierung [Vorlesung]

Dozent: R. H. Möhring; Vorlesungszeit: Di 14-16 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Mathematikgebäude MA 549

Inhalt: Mathematische Grundlagen und Algorithmen für komplexe Netzwerkoptimierungsprobleme (Multicommodity Flow, Routing, Steiner Bäume) mit Anwendungen in der Telekommunikation und in der Verkehrs- und Routenplanung. Voraussetzungen sind Grundkenntnisse über Graphen- und Netzwerkalgorithmen und der Linearen Optimierung.

Kombinatorische Kommutative Algebra [Vorlesung]

Dozent: Volkmar Welker; Vorlesungszeit: Di 14-16 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: Mathematikgebäude Raum MA 641

INHALT: In diesem 2-stündigen Kurs sollen Anwendungen der kommutativen Algebra in der Kombinatorik vorgestellt werden. Insbesondere werden Gröbner Basen von Idealen in Polynomringen und deren Nutzen bei der Enumeration und Optimierung dargestellt werden. Ein dazu verwandtes Gebiet der kommutativen Algebra ist das Gebiet der monomial Ideale, insbesondere der Stanley-Reisner Ideale. Diese tauchen als initiale und generische initiale

Ideale auf. Dies wiederum verbindet deren Untersuchung mit der Untersuchung von Gröbner Basen. Die Idee der Anwendung von Gröbner Basen in der ganzzahligen Optimierung ist es, gewisse Optimierungsprobleme als ein Problem des Findens von Basen eines kanonisch dazu assozierten Ideals zu sehen. Die aus der Idealtheorie bekannten Gröbner Basen, deren Grundlagen in der Vorlesung gelegt werden sollen, erweisen sich dazu als besonders geeignet. Sie können durch den Buchberger Algorithmus bestimmt werden, der in der Vorlesung ebenfalls (wenn auch nicht detailiert) vorgestellt und erörtert werden soll. Dabei zeigen sich dann enge Beziehungen der Geometrie des Optimierungsproblems zu initialen Idealen. Dies sind monomiale Ideale. Diese Klasse von Idealen enthält als Unterklasse die Stanley- Reisner Ideale, die hier von besonderem Interesse sind. Eine Einführung in die für die Gröbner Basis Theorie relevanten Eigenschaften von monomialen Idealen rundet die Vorlesung ab.

Computational Geometry [Vorlesung]

Dozent: Günter M. Ziegler; Vorlesungszeit: Mi, Fr 10-12 Uhr, 4-stündig;
Veranstaltungsort: TU Mathematikgebäude, MA 041.
Übungen: Do 14-16 Uhr, 2-stündig;

Inhalt: Das Gebiet der Algorithmischen Geometrie (“Computational Geometry”) hat sich in den letzten 15 Jahren rasant entwickelt. In diesem Gebiet geht es darum, die grundlegenden **Objekte** der diskreten Geometrie (Punktkonfigurationen, Arrangements von Geraden und Ebenen, Triangulierungen und Unterteilungen, Voronoi-Diagramme etc.) zu verstehen und fundamentale **Algorithmen** für Ihre Untersuchung und Verwendung zu entwickeln, und auf ihre „Brauchbarkeit“ hin zu untersuchen und zu optimieren.

Dabei stehen nicht nur theoretische Komplexitätsbetrachtungen im Vordergrund, sondern auch das Bestreben, die Grundalgorithmen für die Anwendung auf (typischerweise) riesige Datensalate in der Praxis „fit“ zu machen. Wir werden dabei Anwendungen aus den Bereichen der Computer-Graphik und Bild-Verarbeitung, Robotik, CAD/CAM, geographische Informationssysteme, und der kombinatorischen Optimierung im Auge behalten.

In den Übungen sollen einige fundamentale Algorithmen implementiert und mit ihnen experimentiert werden. Dafür werden wir das CGAL-System verwenden — siehe `http://www.cs.uu.nl/CGAL`.

Lineare Optimierung [Vorlesung]

Dozent: Günter M. Ziegler; Vorlesungszeit: Di 10-12, Mi 14-16, 4-stündig;
Veranstaltungsort: TU Mathematikgebäude, MA 042 bzw. MA 043.
Übungen: Do 10-12 Uhr, MA 041, 2-stündig;

INHALT: Das "Hauptproblem" der linearen Optimierung ist die Lösung von linearen Ungleichungssystemen — normalerweise sucht man nach einer Lösung, die eine lineare Zielfunktion optimiert. Dafür hat man das "Simplex-Verfahren" zur Verfügung, das in seiner Grundversion bestechend einfach ist, aber zu vielen weiteren Untersuchungen Anlaß gibt: wir sprechen über die Erzeugung geeigneter Startwerte, über Strategien, die das Verfahren endlich und möglicherweise "schnell" machen, über den Dualitätssatz der linearen Optimierung, über Anwendungen beispielsweise auf Graphen- und Netzwerkprobleme, und über den ungeklärten Komplexitätsstatus des Verfahrens. Dieser wird uns auch auf die Suche nach Alternativen führen: hier sollen beispielsweise Innere-Punkte-Verfahren diskutiert werden, die zumindest theoretisch große Vorteile versprechen.

Enumerationsverfahren [Seminar]

Dozent: Günter M. Ziegler; Vorlesungszeit: Di 8-10 Uhr, 2-stündig;
Veranstaltungsort: TU Mathematikgebäude, MA 641;

INHALT: In diesem Seminar wollen wir Enumerations-Probleme und Enumerations-Verfahren ganz verschiedener Art diskutieren. Dabei wollen wir explizite Probleme als "benchmarks" nehmen und auch im Rahmen des Seminars diskutieren, wie/ob diese zu lösen wären. Als Seminar-Projekt kann auch programmiert werden.

Genauso wollen wir uns aber auch um die *Theorie* der Enumerations-Verfahren kümmern.

6 Semesterberichte der Stipendiaten vom Sommersemester 1998

Dr. Peter Braß

Betreuer:	Prof. Dr. Helmut Alt
Arbeitsbereich:	Diskrete Geometrie, Kombinatorik
Postdoktorand	im Graduiertenkolleg seit Januar 1997

Arbeitsgebiet

Meine Interessengebiete sind Diskrete Geometrie, Konvexgeometrie sowie Kombinatorik und seit kurzem auch Algorithmische Geometrie.

Ergebnisse

In dieser Berichtsperiode habe ich mich neben der fortlaufenden Untersuchung kombinatorisch-geometrischer Extremalprobleme besonders mit einem Packungsproblem von W. Kuperberg beschäftigt. Dies fragt nach der Maximalzahl von Einheitszylindern, die in einer Packung eine Einheitskugel berühren können. Der vermutete Wert ist sechs, wobei es mindestens zwei verschiedene Extremalkonfigurationen gibt. Eine obere Schranke von acht wurde 1991 von A. Heppes und L Szabó publiziert; diese konnte ich durch ein einfaches Dichteargument auf sieben reduzieren, und hoffe, durch weitere Verfeinerung der Methoden die ursprüngliche Vermutung zu beweisen.

Aktivitäten

- Erschienen sind die Arbeiten [1] und [2]. Die erste Arbeit ist ein eingeladener Beitrag zum Sonderheft der *Discrete & Computational Geometry*, das dem Andenken von Paul Erdős gewidmet ist; in dieser Arbeit löse ich eine Variante des Einheitsabstandsproblems und zeige die Gitterausschnittsstruktur der extremalen Mengen. In der zweiten Arbeit konstruiere ich eine Familie von Pseudokreisen, die Einheitskreise einer strikt konvexen Norm sind und viele Punkt-Pseudokreisinzidenzen besitzen; damit wird gezeigt, daß die bisherigen Methoden für das klassische Einheitsabstandsproblem mit der $O(n^{\frac{4}{3}})$-Schranke erschöpft sind.

- Eingereicht wurde die Arbeit [3].
- Als Mitglied des Sprecherkollegiums der DMV-Fachgruppe Geometrie war ich mit der Aufstellung einer e-mail-Liste, der Verteilung des Rundbriefs und der Einrichtung von www-Seiten beschäftigt (`http://www.inf.fu-berlin/dmv-geometrie`).
- Im Rahmen meiner Bewerbung auf eine Professur in Marburg hielt ich dort einen Kolloquiumsvortrag.
- Ich erhielt ein Heisenbergstipendium, das ich zum Ende dieses Semesters antreten werde.

Literatur

[1] P. Brass: *On point sets with many unit distances in few directions, Discrete & Computational Geometry* **19** (1998), 355–366.

[2] P. Brass: *On convex lattice polyhedra and pseudocicle arrangements,* in *Charlemagne and his Heritage: 1200 Years of Civilization and Science in Europe: Vol 2 Mathematical Arts* 297–302 Brepols Verlag 1998.

[3] P. Brass: *On the diameter of sets with maximum number of unit distances,* eingereicht für *Geombinatorics.*

Clemens Gröpl

Betreuer:	Prof. Dr. H. J. Prömel
Arbeitsbereich:	Formale Verifikation, boolesche Funktionen
Thema:	Effiziente Algorithmen zur formalen Verifikation von VLSI-Designs
Stipendiat	im Graduiertenkolleg seit 1. 4. 1996

Promotionsthema

In meinem Promotionsvorhaben arbeite ich im Umfeld von effizienten Algorithmen zur formalen Verifikation von VLSI-Designs. Als Arbeitsschwerpunkt hat sich dabei die probabilistische Analyse von OBDDs (ordered binary decision diagrams) und verwandten Repräsentationen für Boolesche Funktionen herauskristallisiert. OBDDs spielen in vielen Bereichen des VLSI-Designs eine wichtige Rolle, von denen hier nur formale Verifikation, Äquivalenztest und standard cell design (Synthese) genannt seien. Ein OBDD ist ein gerichteter azyklischer Graph mit einer Wurzel und (höchstens) den zwei Terminalen 0 und 1, in dem jeder innere (d. h. nicht-terminale) Knoten genau zwei Nachfolger hat. Jedem inneren Knoten ist eine Variable zugeordnet, von deren Wert es bei der Funktionsauswertung abhängt, welcher der beiden Nachfolgerknoten im nächsten Schritt durchlaufen wird. Zusätzlich wird gefordert, daß die Variablen entlang jedes Pfades von der Wurzel zu einer Senke nur höchstens einmal, und zwar entsprechend einer festen linearen Ordnung, gelesen werden. Ein OBDD heißt reduziert, wenn keine zwei Knoten dieselbe Subfunktion repräsentieren. Da das zu einer Booleschen Funktion gehörende OBDD für eine gegebene Variablenordnung eindeutig ist, ist der Äquivalenztest trivial. Für die Verknüpfung von OBDDs gibt es Algorithmen mit polynomiellen oberen Schranken, die die reduzierte Form bewahren. OBDD-basierte formale Verifikation (sog. model checking) wird heute bei Systemen mit weit über 10^{20} Zuständen durchgeführt. Für weitere Hintergrundinformationen sei auf die Monographie [2] verwiesen.

Ergebnisse

Die Untersuchungen zur OBDD-Größe zufälliger Boolescher Funktionen wurden bereits in früheren Semesterberichten ausführlich geschildert, weswegen ich mich in diesem Punkt diesmal eher kurz fassen möchte. Zusammen mit H. J. Prömel und A. Srivastav bin ich der Frage nachgegangen, für welche Parametrisierungen von $n = \#$Variablen die erwartete Größe von OBDDs für zufällige Boolesche Funktionen mit deren worst-case Größe (bis auf Terme von kleinerer Ordnung) zusammenfällt. Diese Untersuchungen führten auf eine im wesentlichen vollständige Klassifikation aller Folgen von n, für die dieses als sogenannter starker Shannon-Effekt bekannte Phänomen gilt bzw. nicht gilt. Die Verwendung von Azumas Martingalungleichung und Chvátals Ungleichung für die hypergeometrische Verteilung ermöglichte es uns außerdem, die Schranken für „große“ Abweichungen vom Erwartungswert deutlich zu verschärfen. Dadurch wurde es auch möglich, diese Resultate auf andere OBDD-artige Repräsentationen zu übertragen, wie etwa zero-suppressed binary decision diagrams (ZBDDs), ordered functional decision diagrams (OFDDs) und ordered Kronecker functional decision diagrams (OKFDDs). Diese Ergebnisse wurden auf der STACS'98 in Paris vorgetragen [1] und sollen zur Publikation in einem Journal eingereicht werden.

Ziele

Die Abgabe der Dissertation ist für Ende September vorgesehen.

Zur Zeit arbeite ich noch daran, analoge Resultate für free binary decision diagrams (FBDDs) zu beweisen.[1] In der Definition von FBDDs wird die Ordnungseigenschaft der OBDDs dahingehend relaxiert, daß die Variablen zwar (wie bisher) jede nur einmal, nun aber in beliebiger Reihenfolge (nur abhängig von den bereits gelesenen) getestet werden können. Obwohl die bisherige Beweistechnik essentiell vom Vorhandensein einer Ordnung auf den Variablen abhängt, ist es möglich, zumindest einige unserer Resultate ‚herüberzuziehen‘. Es wird mir aber in der Kürze der verbleibenden Zeit vielleicht nicht mehr möglich sein, zu einer vollständigen Klassifikation wie im ‚geordneten‘ Fall zu gelangen.

Aktivitäten

Vom 8. 1. bis 22. 2. 1998 war ich bei der IBM Deutschland Entwicklung GmbH (IDE), Böblingen, als Werkstudent tätig und habe mich dabei mit der Imple-

[1] FBDDs sind in anderem Zusammenhang schon länger unter dem Namen read-once branching programs bekannt.

mentation von heuristischen Algorithmen zur Optimierung von OBDD-Variablenordnungen befaßt. (Die OBDD-Repräsentation ist zwar für eine gegebene Variablenordnung eindeutig, ihre Größe hängt jedoch in der Praxis zumeist sehr stark von der Wahl der Variablenordnung ab.) Konkret wurde ein simulated annealing mit lookup-table und swap-neighborhood implementiert.

Weitere Aktivitäten in Stichpunkten:

- Teilnahme am Symposium „Diskrete Mathematik“ der DMV, 24.–25. 4. 1998
- Teilnahme an der Sommerschule „Diskrete Mathematik“ des Graduiertenkollegs, 26.–30. 4. 1998
- Vortrag über „Die Word RAM — Sortieren in $o(\log n)$ Schritten“ im Forschungsseminar von Prof. Prömel, 9. 5. 1998.
- Vortrag über „Die OBDD-Größe Boolescher Funktionen und das Variablenordnungsproblem“ im Forschungsseminar von Prof. Prömel, 17. 6. 1998.
- Mitarbeit bei der Organisation des International Congress of Mathematicians (ICM'98) (short presentations and poster sessions, section 14), Mai/Juni 1998
- Teilnahme am Berliner Algorithmen Tag (BAT), 17. 7. 1998
- Am 22. Juli ist der Lehrstuhl in die neuen Räume in Adlershof umgezogen.

Literatur

[1] Clemens Gröpl, Hans Jürgen Prömel, Anand Srivastav: *Size and Structure of Random Ordered Binary Decision Diagrams*; Proc. 15th Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS), LNCS 1373, Springer Verlag, 238 –248, 1998

[2] Christoph Meinel, Thorsten Theobald: *Algorithmen und Datenstrukturen im VLSI-Design*; Springer Verlag, 283 Seiten, 1998

Christian Haase

Betreuer:	Prof. Dr. Günter M. Ziegler
Arbeitsbereich:	diskrete Geometrie
Thema:	Gitterpolytope, unimodulare Triangulierungen
Stipendiat	im Graduiertenkolleg seit 1.4.1997

Darstellung des Promotionsthemas

Meine Freunde, die Gitterpolytope, ziehen mich immer noch in ihren Bann. Sie sitzen im Einzugsbereich so verschiedener mathematischer Gebiete wie kombinatorische Optimierung [BG], algebraische Geometrie [E], kommutative Algebra [S], Geometrie der Zahlen [C] und Ordnungstheorie [O], um nur einige zu nennen.

Das *Gitterweite-Problem* elementarer Simplexe, das ich in den vorangegangenen Berichten vorgestellt habe, liegt im Spannungsfeld der Geometrie der Zahlen. Die im letzten Semester brandneue Familie von elementaren 4-Simplexen der Weite 2 konnte in einen allgemeinen Kontext eingebettet werden, eine Arbeit hierüber ist eingereicht. Leider wurde in der Zwischenzeit mein Lieblingstheorem (bislang war es meine Lieblingsvermutung), nämlich eine obere Schranke der Ordnung $O(d \log d)$ für die Weite eines elementaren d-Simplexes bewiesen [BLPS]. Mir bleibt in diesem Zusammenhang noch die Hoffnung auf einen kombinatorischen oder gar anschaulichen Beweis, mit dessen Hilfe man gegebenenfalls die noch verbliebene Lücke zwischen oberer und unterer ($O(d)$ [K]) Schranke schließen kann.

Für die starken Wechselwirkungen der algebraischen Geometrie *torischer Varietäten* zur Kombinatorik von Gitterpolytopen und rationalen Kegeln gibt es mittlerweile ein ganzes Wörterbuch, das in Auszügen veröffentlicht ist [E]. In diesem Bereich stehen zwei Arbeiten mit Dimitrios Dais vor dem Abschluß. Das schon beschriebene Hodge-Zahlen-Projekt ist ausgewachsen, ich habe mehr oder weniger schöne, aber explizite Formeln für die benötigten Ehrhart Reihen berechnen können.
Die zweite Arbeit beschäftigt sich mit der Auflösung von torischen Singularitäten. Sie benutzt heftig das Wörterbuch, insbesondere die Charakterisierung der lokal vollständigen Durchschnitte von Nakajima [N]. Diese Varietäten gehören zu Gitterpolytopen von denen ich zeigen konnte, daß sie reguläre unimodulare Triangulierungen besitzen. Auf algebraisch geometrisch bedeutet

dies, daß diese Singularitäten projektive nicht diskrepante Auflösungen haben. Diese Triangulierungen haben die zusätzliche Eigenschaft, daß die minimalen Nichtseiten Kanten sind, was wiederum in der kommutativen Algebra interessant ist. (Wer das liest und nicht Bettina heißt bekommt von mir ein Stück Kuchen.) Es besagt nämlich, daß die zu diesen Polytopen gehörenden Halbgruppen-Ringe die Koszul-Eigenschaft haben [BGT].

Die $\frac{1}{3}/\frac{2}{3}$ - *Vermutung* der Ordnungstheorie besagt, daß in einer (nicht linearen) Halbordnung P stets zwei Elemente p,q existieren, für die in jeweils mindestens einem Drittel der linearen Erweiterungen von P die Relation $p < q$ beziehungsweise $p > q$ gilt [O]. Eine Art schwache Wechselwirkung ist die geometrische Übersetzung dieser Vermutung als Problem für 0-1-Polytope.

Aktivitäten

- Vorlesung und Kolloquium des Graduiertenkollegs
- Oberseminar *Diskrete Geometrie* G.M. Ziegler
- Vorlesung *Algebraische Kombinatorik ganzzahliger Polytope* Volkmar Welker
- Vortrag *On the lattice width of simplices* im Kombinatorischen Seminar des SFB 343 in Bielefeld
- ADiMMO Workshop in Trier
- Socrates Intensiv-Programm *Les Equations aux Dérivées Partielles de la Physique en Analyse, Géométrie et Topologie* in Nantes
- ICM in Berlin

Ausblick

Die zwei oben genannten Arbeiten über torische Varietäten sollen fertiggestellt und eingereicht werden. Insbesondere die lokal vollständigen Durchschnitte liefern noch reichlich Stoff für weitere Forschung.
Die Gitterweiten-Problematik habe ich zunächst etwas zurückgestellt, behalte meine weiter oben geäußerte Hoffnung jedoch im Hinterkopf, so daß ich stets gewappnet bin, falls mich eine geniale Idee anspringt.

Es sollte noch in diesem Sommer klar werden, wie weit ich mit der geometrischen Version der $\frac{1}{3}/\frac{2}{3}$ - Vermutung komme.
Ansonsten scheint mir das KKMS-Theorem (zu jedem Gitterpolytop P gibt es einen Faktor c_P, so daß $c_P \cdot P$ eine unimodulare Triangulierung zuläßt [KKMS]) viel Präzisierungspotential zu besitzen.

Literatur

[BLPS] W.Banaszczyk, A.Litvak, A.Pajor, S.Szarek; *The flatness theorem for non-symmetric convex bodies via the local theory of Banach spaces*; Preprint (1998).

[BGT] W.Bruns, J.Gubeladze, N.V.Trung; *Normal polytopes, triangulations and Koszul algebras*; J. reine angew. Math. **485** (1997) 123-160.

[BG] T.Burger, P.Gritzmann; *Polytopes in Combinatorial Optimization*; Preprint Uni Trier.

[C] J.W.S.Cassels; *An Introduction to the Geometry of Numbers*; Springer Berlin (1959).

[E] G.Ewald; *Combinatorial convexity and algebraic geometry*; GTM 168; Springer New York (1996).

[K] J.-M.Kantor; *On the width of lattice-free simplices*; Preprint (1997).

[KKMS] G.Kempf, F.Knudsen, D.Mumford, B.Saint-Donat; *Toroidal Embeddings I*; Springer Lecture Notes in Math. **339** (1973).

[N] H.Nakajima; *Affine torus embeddings which are complete intersections*; Tôhoku Math. Journ. **38** (1986) 85-98.

[O] *Open problems*; Order **2** (1985) 219-221.

[S] Bernd Sturmfels; *Gröbner Bases and Convex Polytopes*; AMS University Lecture Series (1996).

[Z] G.M.Ziegler; *Lectures on Polytopes*; Springer GTM 152 New York (1995).

Ekkehard Köhler

Betreuer:	Prof. Dr. Rolf H. Möhring
Arbeitsbereich:	Algorithmische Graphentheorie
Thema:	Stuktureigenschaften und Algorithmen verschiedener Graphenklassen
Stipendiat	im Graduiertenkolleg seit Oktober 1996

Darstellung des Promotionsthemas

Eine Vielzahl von interessanten Graphenproblemen sind NP–vollständig, wenn man sie auf allgemeinen Graphen betrachtet. Möchte man dennoch in vertretbarer Zeit eine Lösung für ein solches Problem finden, gibt es verschiedene Ansätze. Eine Möglichkeit ist, sich auf bestimmte Eingaben zu beschränken, d.h. nur solche Graphen als Eingabe zuzulassen, die gewisse Eigenschaften besitzen. In vielen Fällen ist es möglich für diese speziellen Graphenklassen effiziente, oder sogar optimale Algorithmen zu finden.

Ein Beispiel für eine solche spezielle Graphenklasse ist die Klasse der Graphen ohne asteroidale Tripel (auch AT–freie Graphen genannt). Unter einem asteroidalen Tripel in einem Graphen $G = (V, E)$ versteht man eine Menge von drei paarweise verschiedenen, nicht adjazenten Knoten, so daß es für je zwei dieser Knoten einen Pfad in G gibt, der die Nachbarschaft des dritten Knotens vermeidet. Ein Graph heißt AT–frei, wenn er kein asteroidales Tripel enthält.

Der Begriff des asteroidalen Tripels wurde von Lekkerkerker und Boland bereits 1962 eingeführt und von Gallai in seiner bekannten Arbeit über transitiv orientierbare Graphen aufgegriffen. Aber erst zu Beginn der 90er Jahre wurden die AT–freien Graphen als Klasse an sich betrachtet (siehe [2]).

Diese Graphenklasse hat eine Reihe interessanter Eigenschaften. So enthält sie die Intervallgraphen, die Permutationsgraphen, die Trapezgraphen und die Cocomparabilitygraphen, ist aber im Gegensatz zu den genannten Graphenklassen selbst nicht in der Klasse der Perfekten Graphen enthalten.

Während meiner Forschungstätigkeit im Graduiertenkolleg möchte ich mich insbesondere mit dieser Graphenklasse genauer beschäftigen. Dabei liegt mein Hauptinteresse auf der Untersuchung von speziellen Struktureigenschaften und deren Ausnutzung beim Entwurf effizienter Algorithmen.

Arbeitsgebiet und Ergebnisse

In den vergangenen Jahren wurden für die meisten "Standardoptimierungsprobleme", wie z.B. Independent Set, Clique, Partition into Cliques und verschiedene Dominierungsprobleme, beschränkt auf die Klasse der AT–freien Graphen, Polynomialzeitalgorithmen entwickelt, bzw. die NP–Vollständigkeit nachgewiesen (siehe [1, 3]). Für die Probleme k–Colorability, Hamiltonian Circuit und Hamiltonian Path ist die Komplexität nach wie vor offen.

Nachdem ich mich, wie im letzten Semesterheft dargestellt, mit den Problemen Hamiltonian Circuit und Hamiltonian Path beschränkt auf die Klasse der klauenfreien AT–freien Graphen (eine Verallgemeinerung der Unit-Interval Graphen) beschäftigt hatte, untersuchte ich, zusammen mit Matthias Kriesell, diese Graphen genauer. Wir konnten eine Reihe interessanter Eigenschaften dieser sehr beschränkten Graphenklasse zeigen und u.a. einen Algorithmus zum Färben klauenfreier AT–freier Graphen angeben. Dies ist insofern interessant, da für AT–freie Graphen die Komplexität des Färbungsproblems nach wie vor offen ist.

Ein anderes Problemgebiet, mit dem ich mich im vergangenen Semester beschäftigt habe, war die Beziehung zwischen den AT–freien Graphen und den transitiv orientierbaren Graphen. Dieser Zusammenhang läßt sich z.B. sehr gut am von Gallai definierten Verknüpfungsgraphen $\mathrm{K}(G)$ eines Graphen G erkennen. Dieser ist genau dann bipartit, wenn G transitiv orientierbar und genau dann dreiecksfrei, wenn $\overline{G}$ AT–frei ist. Eine Frage mit der ich mich in diesem Zusammenhang beschäftigt habe war, ob man zur Bestimmung des Verknüpfungsgraphen eines gegebenen Graphen G ähnliche Methoden wie zur Erkennung transitiv orientierbarer Graphen anwenden kann (siehe [4]), um einen schnelleren Algorithmus zur Erkennung AT–freier Graphen zu finden.

Das kommende Semester möchte ich insbesondere für das Schreiben meiner Dissertationsschrift nutzen. Außerdem möchte ich mich näher mit folgender Vermutung beschäftigen: Das Poset jedes coAT–freien, transitiv orientierbaren Graphen hat Intervalldimension ≤ 2.

Aktivitäten

- Besuch von Vorlesung und Kolloquium des Graduiertenkollegs

- Besuch der Vorlesung *Theorie und Algorithmen partiell geordneter Mengen* von Jens Gustedt
- Teilnahme am *ADiMMO Workshop* im April in Trier, mit Vortrag
- Teilnahme am *Symposium Diskrete Mathematik '98* im April an der Humboldt-Universität zu Berlin
- Teilnahme an der Sommerschule des Graduiertenkollegs über *Diskrete Mathematik* im April in Chorin
- Teilnahme am *Workshop on Graphtheoretic Concepts in Computer Science* im Juni in Bratislava
- Vorbereitung der Präsentation unserer Gruppe auf der CeBIT'98 in Hannover
- Gestaltung des Programmhefts für den ICM'98 in Berlin in Zusammenarbeit mit Frank Lutz und Mark de Longueville
- Gutachten für APPROX'98, Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science, SIAM Journal on Discrete Mathematics, Theoretical Computer Science A, WG98

Literatur

[1] H. Broersma, T. Kloks, D. Kratsch, and H. Müller, *Independent sets in asteroidal triple-free graphs*, Tech. Rep. No. 1359, Faculty of Applied Mathematics, University of Twente, Enschede, 1996.

[2] D. G. Corneil, S. Olariu, and L. Stewart, *Asteroidal triple–free graphs*, SIAM Journal of Discrete Mathematics, 10 (1997), pp. 399 – 430.

[3] D. Kratsch, *Domination and total domination on asteroidal triple-free graphs*, Tech. Rep. Forschungsergebnisse Math/Inf/96/25, FSU Jena, 1996.

[4] J. Spinrad, *On comparability and permutation graphs*, SIAM J. Comput., 14 (1985), pp. 658–670.

Mark de Longueville

Betreuer:	Prof. Dr. Günter M. Ziegler
Arbeitsbereich:	Topologische Kombinatorik
Thema:	Topologische Methoden im Zusammenhang mit Partitions- und Färbungsproblemen, Topologische Invarianten von Arrangements
Stipendiat	im Graduiertenkolleg seit 1.10.1997

Das Gebiet der topologischen Kombinatorik umfaßt einerseits den Einsatz topologischer Methoden für diskrete Probleme (siehe zum Beispiel [Lov78], [KST84], [BSS81] und [Lon98]), als auch diskreter Methoden für topologische Probleme (siehe zum Beispiel [Bj92] und [Zi93]). Um beide Möglichkeiten wird es im folgenden gehen.

Nachbarschaftskomplexe von Schrijvergraphen

Die Familie der Schrijvergraphen $SG_{n,k}$ sind bezüglich der chromatischen Zahl eckenkritische Untergraphen der Knesergraphen $KG_{n,k}$ (genaueres siehe Semesterbericht des letzten Semesters und [Sch78]). Die Nachbarschaftskomplexe $\mathcal{N}(SG_{n,k})$ (siehe [Lov78]) von $SG_{n,k}$ enthalten für den Fall $n = 2$ auf natürliche Weise k-dimensionale Assoziaeder als Unterkomplexe. Auf der Suche nach verallgemeinerten "höheren" Assoziaedern stellt sich zunächst die Frage, ob die Komplexe $\mathcal{N}(SG_{n,k})$ überhaupt Homotopie-k-Sphären sind. Dies ist trivial für $k = 0, 1$ und alle n, für $n = 1$ und alle k, und für $n = 2$ und alle k konnte ich dies bestätigen. Für weitere kleine Werte von n und k konnte mit Hilfe von Computereinsatz gesehen werden, daß die entsprechenden Komplexe Homologie-k-Sphären sind. Da bislang kein allgemeines Argument für $n \geq 3$ gefunden werden konnte, entziehen sich die Komplexe noch der Suche nach "höheren" Assoziaedern.

Kohomologiealgebren von booleschen Arrangements

Der Berechnung von topologischen Invarianten eines Arrangements wird in vielen Bereichen der Mathematik großes Interesse entgegengebracht (siehe zum Beispiel [GoMP88]). Ein Arrangement ist eine endliche Menge von affinen

Unterräumen des $\mathbb{R}^n$ bzw. $\mathbb{C}^n$. Einen Teil des Semesters habe ich mit dem Studium von [Zi93] zugebracht, in dem der Einsatz kombinatorischer Methoden zur Untersuchung von Homologie und Kohomologie des Links und des Komplements von gewissen Arrangements, ausführlich beschrieben wird.
Unter der Vielfalt von Arrangements finden sich unter anderem die booleschen Arrangements. Dies sind Koordinatenunterraumarrangements im $\mathbb{R}^n$, die von Simplizialkomplexen herrühren. Die linearen Homologie- und Kohomologieinformationen über diese Arrangements sind ebenfalls wohlbekannt (siehe zum Beispiel [Zi93]), daß heißt durch die Kombinatorik des Simplizialkomplexes beschreibbar. Von großem Interesse hingegen ist noch die Beschreibung der multiplikativen Struktur der Kohomologie des Komplements des Arrangements. Ein Ansatz ist hier, die Alexanderdualen der Homologieerzeugenden Zykel im Link des Arrangements im sogenannten kubischen Modell des Komplementes zu identifizieren. Hat man eine konkrete Beschreibung dieser Kozykel, so besteht Hoffnung, die Cup-Produkte konkret berechnen zu können.
In diesem Zusammenhang gibt es auch eine Beschreibung der Kohomologie des Komplements aus algebraischer Sicht mit Hilfe von Tor-Gruppen (siehe [GPRW98] und [BaCh98]). Hier sind erste Resultate über die multiplikative Struktur der Kohomologie des komplexifizierten Arrangements bereits erzielt worden, wobei die multiplikative Struktur auf Seite der Tor-Gruppen von der Koszul-Auflösung des Stanley-Reisner Ringes herrührt.

Aktivitäten

- Besuch der Vorlesungen und Kolloquien des Graduiertenkollegs
- Abhalten eines Vortrages über "Graphen, Orthoverbände und Topologie: ein Zugang zum Färbungsproblem" im Oberseminar "Kombinatorische Geometrie", G. M. Ziegler
- Teilnahme am "20. Berliner Algorithmen-Tag"
- Teilnahme am ADiMMO - Workshop 1998 in Trier
- Abhalten der Übungen zur Vorlesung "Kombinatorische Topologie" von M. Joswig
- Teilnahme an der Sommerschule über Diskrete Mathematik in Chorin

- Teilnahme an der Vorlesung “Algebraische Kombinatorik ganzzahliger Polytope” von V. Welker
- Mitarbeit als “Helping Hand” bei der automatischen Generierung des ICM-Programmheftes
- Abhalten eines Vortrages über “Ein algebraischer Zugang zur Kohomologie von booleschen Arrangements” im Oberseminar “Kombinatorische Geometrie”, G. M. Ziegler
- Teilnahme am ICM’98

Ausblick

- Teilnahme an der Satellitenkonferenz “Geometric Combinatorics” in Kotor
- Teilnahme an der Herbstschule des Graduiertenkollegs über “Topological Combinatorics”
- Forschungaufenthalt bei A. Björner an der KTH Stockholm im Dezember 1998

Literatur

[BaCh98] E. K. Babson, C. S. Chan: *Some Algebraic Results on Monomial Ideals, Subspace Lattices, and Mirror Complexes*, Preprint (1998)

[Bj92] A. Björner: *Subspace Arrangements*, Proceedings of 1st European Congress of Mathematics, Paris (1992)

[BSS81] I. Bárány, S. B. Shlosman and A. Szücs, *On a topological generalization of a theorem of Tverberg*, Jour. Lond. Math. Soc. (2), 23 (1981), 158-164

[GoMP88] M. Goresky, R. MacPherson: *Stratified Morse Theory*, Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete, 3. Folge, Band 14, Springer 1988

[GPRW98] V. Gasharov, I. Peeva, V. Reiner, V. Welker: *Monomial Ideals, Coordinate Subspace Arrangements, and Order Dimension of Lattices*, Preprint (1998)

[Lov78] L. Lovász: *Kneser's conjecture, chromatic number and homotopy*, J. Combinatorial Theory Ser. A **25** (1978), 319-324

[Lon98] M. de Longueville, *The topological Tverberg theorem for prime powers*, Seminarausarbeitung (1998), 20 Seiten, erhältlich unter *http://www.math.tu-berlin.de/~longue*

[KST84] J. Kahn, M. Saks & D. Sturtevant: *A topological approach to evasiveness*, Combinatorica **4** (1984), 297-306

[Sch78] A. Schrijver: *Vertex critical subgraphs of Kneser graphs*, Nieuw Arch. Wiskd., III. Ser. **26** (1978), 454-461

[Zi93] Günter M. Ziegler: *Combinatorial Models for Subspace Arrangements*, Habilitationsschrift, TU Berlin (1992)

Frank Hagen Lutz

Betreuer:	Prof. Dr. Günter M. Ziegler
Arbeitsbereich:	Kombinatorische Geometrie
Thema:	Kombinatorische Anwendungen von Gruppenwirkungen auf endlichen Simplizialkomplexen
Stipendiat	im Graduiertenkolleg seit Oktober 1996

Darstellung des Arbeitsgebietes

Gruppenwirkungen auf endlichen Simplizialkomplexen treten bei einer Reihe von Fragestellungen der diskreten Mathematik auf natürliche Weise in Erscheinung. Das Studium dieser Gruppenwirkungen und der zugehörigen topologischen Räume kann in vielen Fällen zur Klärung des ursprünglich graphentheoretischen oder kombinatorischen Problems beitragen. Andererseits ist gerade kombinatorische Struktur von zentraler Bedeutung für das Verständnis einer Vielzahl von Objekten in der Kombinatorischen Geometrie. Beiden Aspekten soll in den folgenden Projekten Rechnung getragen werden.

Evasiveness

(Eine ausführliche Darstellung findet sich in den letzten Semesterheften des Graduiertenkollegs und in [Lu1], [Lu2])

Triangulierungen von Mannigfaltigkeiten auf wenigen Ecken

Ein Satz von BREHM und KÜHNEL [BrKü1] gibt eine Abschätzung, nach der jede kombinatorische d-Mannigfaltigkeit M auf $n < 3\lceil\frac{d}{2}\rceil + 3$ Ecken PL-homöomorph zu einer Sphäre ist, $|M| \approx S^d$. Gilt Gleichheit $n = 3\frac{d}{2} + 3$, dann ist entweder $|M| \approx S^d$ oder $|M|$ ist eine "Mannigfaltigkeit entsprechend einer projektiven Ebene". Der letztere Fall kann nur für $d = 2, 4, 8, 16$ auftreten, wobei M für $d = 2$ kombinatorisch isomorph zur eindeutigen 6-Ecken-Triangulierung der reellen projektiven Ebene $\mathbb{R}\mathbf{P}^2_6$ und für $d = 4$ kombinatorisch isomorph zur eindeutigen 9-Ecken-Triangulierung der komplexen projektiven Ebene $\mathbb{C}\mathbf{P}^2_9$ ist [KüBan]. Für $d = 8$ sind drei kombinatorisch verschiedene Triangulierungen von "Mannigfaltigkeiten vom Aussehen einer quaternionischen projektiven Ebene" auf 15 Ecken bekannt [BrKü2].

Abgesehen vom weiteren Fall $d = 3$, in dem mit der 3-dimensionalen Kleinschen Flasche eine von einer Sphäre verschiedene kombinatorische Mannigfaltigkeit auf $n = 3\lceil\frac{d}{2}\rceil+3$ Ecken konstruiert werden konnte ([AlSt], [KüLa]), ist es im allgemeinen offen, ob die untere Schranke von BREHM und KÜHNEL scharf ist. Insbesondere ist offen, ob für $d = 16$ auf 27 Ecken eine Mannigfaltigkeit vom Typ einer Cayley-Ebene $\mathbb{O}\mathbf{P}^2$ existiert.

Von den bislang gefundenen kombinatorischen Mannigfaltigkeiten auf wenigen Ecken tragen die meisten eine eckentransitive Gruppenwirkung, und es ist daher vielversprechend, nach neuen Beispielen mit hoher Symmetrie zu suchen. Auf $n \leq 22$ Ecken ist eine vollständige Klassifikation aller transitiven Permutationsgruppen bekannt. Im Computer-Algebra-System GAP [Sch] kann auf eine Bibliothek dieser Gruppen zugegriffen werden.

Ergebnisse

Mit Hilfe eines in Zusammenarbeit mit EKKEHARD KÖHLER [KöLu] weiterentwickelten Algorithmus von KÜHNEL und LASSMANN [KüLa] lassen sich prinzipiell alle "möglichen" Kandidaten für Mannigfaltigkeiten mit eckentransitiver Symmetriegruppe auf "kleinen" Eckenzahlen generieren. Mehrere Test stellen sicher, daß mit einem Kandidaten auch tatsächlich eine Mannigfaltigkeit gefunden wurde.

Für $n \leq 12$ Ecken (in den Dimensionen 2 und 3 bis $n = 15$) konnten alle kombinatorisch verschiedenen Triangulierungen von Mannigfaltigkeiten mit eckentransitiver Symmetriegruppe enumeriert werden. Mit der Ausnahme von Gruppen kleiner Ordnung konnte die Klassifikation auch in höheren Dimensionen auf $n \leq 15$ ausgeweitet werden.

Neben einer Vielzahl an neuen Triangulierungen bekannter Mannigfaltigkeiten konnte eine gänzlich neue und interessante 3-nachbarschaftliche kombinatorische 5-Mannigfaltigkeit auf 13 Ecken mit Homologie $(\mathbb{Z}, 0, \mathbb{Z}_2, 0, 0, \mathbb{Z})$ und zudem zwei eckenminimale Triangulierungen von 4-Mannigfaltigkeiten mit der Homologie $(\mathbb{Z}, 0, \mathbb{Z}^4, 0, \mathbb{Z})$ auf 12 Ecken gefunden werden.

Zentralsymmetrische Sphären

Das Upper-Bound-Problem für eine Klasse von Objekten wie beispielsweise Polytope oder simpliziale Sphären stellt die Frage nach der maximalen Anzahl an k-dimensionalen Seiten, die ein beliebiger Vertreter der Klasse in einer vorgegebenen Dimension für eine bestimmte Eckenzahl annehmen kann.

Für d-Polytope auf n Ecken besagt das Upper-Bound-Theorem von McMullen [Mul], daß jedes solche Polytop höchstens so viele k-dimensionale Seiten besitzt wie das zugehörige zyklische Polytop. Von Stanley konnte dieses Resultat auf simpliziale Sphären verallgemeinert werden [St].

Schränkt man die Klasse der simplizialen Sphären auf zentralsymmetrische d-Sphären auf $2n$ Ecken ein, so zeigt ein Argument von Stanley, daß für diese Sphären die Anzahl der k-dimensionalen Seiten von oben durch die Anzahl von k-Seiten von beinahe nachbarschaftlichen zentralsymmetrischen Sphären beschränkt ist, *falls* solche Sphären existieren.

Im 3-dimensionalen Fall konnte Jockusch eine unendliche Familie derartiger Sphären konstruieren [Jo]. Mittels Einhängung konnte er hieraus zudem 4-dimensionale beinahe nachbarschaftliche zentralsymmetrische Sphären gewinnen.

Es soll nun untersucht werden, ob sich geeignete Konstruktionen auch für höherdimensionale Sphären entwickeln lassen. Hierzu sollen Algorithmen für eine Suche nach ersten Beispielen implementiert werden, aus denen sich möglicherweise neue Klassen auf abstraktem Wege ableiten lassen.

Ergebnisse

Bislang konnten tatsächlich einige 3- und 5-dimensionale beinahe nachbarschaftliche zentralsymmetrische Sphären mit eckentransitiver zyklischer Symmetrie gewonnen werden, und es stellt sich die verschäfte Frage, ob in ungeraden Dimensionen auch im allgemeinen Sphären dieser Art existieren.

Als "Nebenprodukt" fanden sich bei der Suche kombinatorische Mannigfaltigkeiten mit der Homologie von $S^2 \times S^3$, $S^3 \times S^3$, $S^2 \times S^5$ und $S^3 \times S^4$ auf 14, 16 und 18 Ecken.

Aktivitäten

- *ADiMMO '98, (3. Berlin-Trierer Workshop zur Algorithmischen Diskreten Mathematik und Mathematischen Optimierung)*, Trier, 6.-7. April 1998; Vortrag: "Aspekte der Evasiveness-Vermutung"
- Symposium *Diskrete Mathematik '98*, HU Berlin, 24.-25. April 1998
- *Sommerschule über Diskrete Mathematik* des Graduiertenkollegs, Chorin, 26.-30. April
- Vortrag "Combinatorial Manifolds with Vertex-Transitive Automorphism Group" im Kombinatorik-Seminar des SFB 343 "Diskrete Strukturen in der Mathematik", Bielefeld, 19. Mai 1998
- Vorlesung und Kolloquium des Graduiertenkollegs; Vortrag: "Kombinatorische Mannigfaltigkeiten mit eckentransitiver Automorphismengruppe", 8. Juni 1998
- "Helping Hand" für den ICM'98; Mitarbeit an der Erstellung des Programmhefts, Juni 1998
- 21. Berliner Algorithmen-Tag (BAT), FU Berlin, 17. Juli 1998
- Oberseminar "Kombinatorische Geometrie" bei G.M. Ziegler

Literatur

[AFrLo] N. Alon, P. Frankl, L. Lovász. The chromatic number of Kneser hypergraphs. *Trans. Amer. Math. Soc.* **298**, 359-370 (1986).

[B] I. Bárány. A short proof of Kneser's conjecture. *J. Combinatorial Theory* Ser. A **25**, 325-326 (1978).

[BShSz] I. Bárány, S.B. Shlosman, A. Szücs. On a topological generalization of a theorem of Tverberg. *J. London Math. Soc.* **23**, 158-164 (1981)..

[Ill] N. Illies. A counterexample to the generalized Aanderaa-Rosenberg conjecture. *Inform. Processing Letters* **7**, 154-155 (1978).

[KSS] J. Kahn, M. Saks, D. Sturtevant. A topological approach to evasiveness. *Combinatorica* **4**, 297-306 (1984).

[Kn] M. Kneser. Aufgabe 360. *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* **58**, 3 (1955).

[Lo] L. Lovász. Kneser's conjecture, chromatic number, and homotopy. *J. Combinatorial Theory* Ser. A **25**, 319-324 (1978).

[Lu1] F.H. Lutz. Some Results Related to the Evasiveness Conjecture. (Preprint in Vorbereitung.)

[Lu2] F.H. Lutz. How to construct **Z**-acyclic, and contractible vertex-homogeneous simplicial complexes? (Preprint in Vorbereitung.)

[Ol] R. Oliver. Fixed-point sets of group actions on finite acyclic complexes. *Comment. Math. Helvetici* **50**, 155-177 (1975).

[RV] R.L. Rivest, J. Vuillemin. On recognizing graph properties from adjacency matrices. *Theor. Comput. Sci.* **3**, 371-384 (1976).

[ST] H. Seifert, W. Threlfall. *Lehrbuch der Topologie.* Leipzig: Teubner, 1934.

[VrZiv] S.T. Vrećica, R.T. Živaljević. New cases of the colored Tverberg theorem. *Contemp. Math.* **178**, 325-334 (1994).

[AlSt] A. Altshuler, L. Steinberg. Neighborly combinatorial 3-manifolds with 9 vertices. *Discrete Math.* **8**, 113-137 (1974).

[BrKü1] U. Brehm, W. Kühnel. Combinatorial manifolds with few vertices. *Topology* **26**, 465-473 (1987).

[BrKü2] U. Brehm, W. Kühnel. 15-vertex triangulation of an 8-manifold. *Math. Ann.* **294**, 167-193 (1992).

[Jo] W. Jockusch. An infinite family of nearly neighborly centrally symmetric 3-spheres. *J. Combin. Theory, Ser. A* **72**, 318-321 (1995).

[KöLu] E. Köhler, F.H. Lutz. Combinatorial manifolds with transitive automorphism group on few vertices. Preprint in Vorbereitung.

[KüBan] W. Kühnel, T.F. Banchoff. The 9-vertex complex projective plane. *Math. Int.* **5**, 11-22 (1983).

[KüLa] W. Kühnel, G. Lassmann. Neighborly combinatorial 3-manifolds with dihedral automorphism group. *Israel J. Math.* **52**, 147-166 (1985).

[Lu1] F.H. Lutz. Some results related to the evasiveness conjecture. Preprint in Vorbereitung.

[Lu2] F.H. Lutz. Some examples of $\mathbb{Z}$-acyclic and contractible vertex-homogeneous simplicial complexes. Preprint in Vorbereitung.

[Mul] P. McMullen. The maximum number of faces of a convex polytope. *Mathematika* **17**, 179-184 (1970).

[St] R.P. Stanley. The upper bound conjecture and Cohen-Macaulay rings. *Stud. Appl. Math.* **54**, 135-142 (1975).

[Sch] M. Schönert et.al. *GAP – Groups, Algorithms, and Programming.* Lehrstuhl D für Mathematik, Rheinisch Westfälische Technische Hochschule, Aachen, Germany, fifth edition, 1995.

Till Nierhoff

Betreuer:	Prof. Dr. H. J. Prömel
Arbeitsbereich:	Graphenalgorithmen
Thema:	Average Case Analyse der Qualität von Graphenalgorithmen
Stipendiat	im Graduiertenkolleg seit April 1996

Arbeitsbericht

Im letzten Semester bin ich im wesentlichen der Frage nachgegangen, wie groß die r-Unabhängigkeitszahl (α_r) eines zufälligen Graphen $G_{n,p}$ mit hoher Wahrscheinlichkeit ist. Der Hintergrund der Frage liegt darin, daß aus meinen bisherigen Untersuchungen lediglich eine obere Schranke folgt, während die Größen der r-Dominierungszahl (γ_r) und der durch die Greedy-Heuristik gefundenen r-unabhängigen Menge (g_r) bis auf einen kleinen Fehler bekannt sind.

Die Größen von γ_r und g_r hängen in recht natürlicher Weise von r ab und die bekannte obere Schranke für α_r paßt gut in diesen Kontext. Insbesondere verallgemeinert sie den bereits bekannten Wert für $r = 1$:

$$\lim_{n\to\infty} Pr[\alpha_r \leq 2 \cdot \frac{r \log np}{n^{r-1}p^r}] = 1.$$

Zum einen ist der Wert von α_r natürlich aus Sicht der Theorie zufälliger Graphen interessant, denn es handelt sich um eine natürliche Verallgemeinerung der Unabhängigkeitszahl. Zum anderen ist dies ein wichtiger Vergleichsparameter in der probabilistischen Analyse der Greedy-Heuristik. Die bisherigen Untersuchungen[3] haben ja gezeigt, daß diese Heuristik ähnlich wie im Spezialfall $r = 1$ eine 2-Approximation liefert, was zu einem quasioptimalen Algorithmus für das k-Zentrumsproblem führte.

Ein wichtiger Gesichtspunkt bei der Auswahl eines Zufallsmodells für die probabilistische Analyse ist jedoch, daß es auch schlechte Lösungen zuläßt. Ein Extremfall wäre, daß alle maximalen r-unabhängigen Teilmengen die gleiche Kardinalität hätten. Dann wäre eine Aussage über die Lösungsqualität eines Algorithmus, der solche Mengen liefert, natürlich wertlos. Das $G_{n,p}$-Modell ist für die untersuchte Bandbreite von p, nämlich

$$\frac{\log n}{n} \ll p \ll n^{-1+(1/r)} \log^{1/r} n$$

wohl gut zur probabilistischen Analyse geeignet, denn diese Bandbreite für p stellt den interessanten Bereich der Kantendichte dar (dichtere zufällige Graphen haben $\alpha_r = 1$, dünnere sind mit hoher Wahrscheinlichkeit unzusammenhängend), und gleich dichte Graphen sind auch gleichwahrscheinlich, das heißt, kein Graph wird dem anderen ohne Grund vorgezogen.

Jedenfalls vermute ich, daß die obere Schranke für α_r im wesentlichen scharf ist, was die Wahl von $G_{n,p}$ als Zufallsmodell vollends rechtfertigen würde. Die Tatsache, daß hier vermehrte Schwierigkeiten auftauchen, deckt sich übrigens mit der Erfahrung aus dem Spezialfall $r = 1$. Ähnlich wie in diesem Fall läßt sich für gewisse hohe Dichten, genauer

$$n^{-1+(2/3r)} \ll p \ll n^{-1+(1/r)} \log^{1/r} n,$$

mit einem Second-Moment-Argument (und viel rechnen) zeigen, daß die obere Schranke scharf ist.

Genau wie im Spezialfall $r = 1$ [2] gilt dieses Argument aber nicht mehr für dünnere Kantendichten und deshalb habe ich versucht, die entsprechenden Martingal-Argumente, die darauf hinauslaufen, besonders hohe Konzentration von α_r um seinen Erwartungswert zu zeigen, nachzubauen. Dies wäre dann möglich, wenn man den Martingalfilter dynamisch wählen könnte, was mir aber nicht möglich zu sein scheint. Ansätze, die Talagrand-Ungleichung[4] in diesem Sinne zu erweitern, scheiterten letztendlich am gleichen Problem, das sich hier darin äußert, daß die im Beweis vorkommenden Projektionen von Ereignissen auf niedrigere Dimensionen nicht eindeutig sind.

Einen Ansatz der zum Ziel hat, hohe Konzentration für eine von „fast unabhängigen" Zufallsvariablen abhängige Funktion zu zeigen und dann die näherungsweise Unabhängigkeit der Kanten von $G^r_{n,p}$ wiederum mithilfe der Janson-Luczak-Rucinski-Ungleichung[1] zu zeigen, habe ich noch nicht bis zum Ende verfolgt. Möglicherweise ist hier noch ein Ergebnis zu erzielen. Die verbleibende Zeit werde ich allerdings hauptsächlich verwenden, um die Dissertation aufzuschreiben.

Literatur

[1] N. Alon, J. Spencer, and P. Erdős. *The probabilistic method.* Wiley, New York, 1992.

[2] A. M. Frieze. On the independence number of random graphs. *Discrete Mathematics*, 81:171–175, 1990.

[3] B. Kreuter and T. Nierhoff. Greedily approximating the r-independent set and k-center problems on random instances. In J. Rolim, editor, *Randomization and Approximation Techniques in Computer Science*, 1997.

[4] J. M. Steele. *Probability and Combinatorial Optimization.* SIAM, Philadelphia, 1997.

Aktivitäten

- Forschungsseminar am Lehrstuhl Prömel mit Vorträgen über „Talagrands Ungleichung und Eigenes“ und „Mehrfach stabile Mengen in zufälligen Graphen und probabilistische Analyse eines Algorithmus für das k-Zentrumsproblem“
- Sommerschule „Diskrete Mathematik“ des Graduiertenkollegs — Mitorganisation und Teilnahme
- Graduiertenkollegsvorlesung und -kolloquium
- Mitbetreuung Seminar „Perfekte Graphen“

Deryk Osthus

Betreuer:	Prof. Dr. Hans Jürgen Prömel
Arbeitsbereich:	Zufällige Diskrete Strukturen
Thema:	Evolutionsprozesse
Stipendiat	im Graduiertenkolleg seit Oktober 1997

Arbeitsgebiet

Wie schon im vorigen Berichtszeitraum habe ich mich vor allem mit der Evolution zufälliger Teilmengen P_{np} der Potenzmenge $\mathcal{P}(n)$ beschäftigt: Hier ist $\mathcal{P}(n)$ die Menge aller Teilmengen der ersten n natürlichen Zahlen. Wir bilden eine zufällige Teilmenge P_{np} von $\mathcal{P}(n)$, indem wir jedes Element von $\mathcal{P}(n)$ mit Wahrscheinlichkeit p in P_{np} einfügen. Ordnet man die Elemente von

P_{np} durch Inklusion, dann erhält man eine partiell geordnete Menge. Man möchte nun wissen, wie sich P_{np} entwickelt, wenn man $p = p(n)$ zunächst auf null setzt und dann immer weiter wachsen läßt.

Im Gegensatz zur klassischen Theorie zufälliger Graphen, wo vor allem typische Graphenparameter wie der Zusammenhang und die chromatische Zahl von Interesse sind, möchte man bei einer partiell geordneten Menge zunächst deren *Höhe* und *Breite* bestimmen. Hierbei ist die Höhe definiert als die maximale Kardinalität einer Kette in P_{np} und die Breite als die maximale Kardinalität einer Antikette in P_{np}.

Für die Höhe habe ich schon im vorigen Semester in Zusammenarbeit mit Y. Kohayakawa und B. Kreuter vorläufige Ergebnisse erzielt, die wir Anfang dieses Semesters vervollständigen konnten. Zusammen mit früheren Arbeiten von Rényi [4] and Kreuter [2] ergibt sich für den gesamten Bereich von p ein relativ genaues Bild, wie die Höhe mit wachsendem p zunimmt. Insbesondere gilt, daß für jede ganzzahlige Funktion $k = k(n) < n$

$$\lim_{n\to\infty} \mathbb{P}(\,\text{Höhe}(P_{np}) \geq k\,) = \begin{cases} 0 & \text{wenn} \quad p \cdot (k+1)^{n/k} \to 0 \\ 1 & \text{wenn} \quad p \cdot (k+1)^{n/k} \to \infty \end{cases}$$

Die Breite von P_{np} hatten Kohayakawa und Kreuter bisher nur für einen eingeschränkten Wertebereich von p bestimmt [2]. Im vergangenen Semester konnte ich nun für jedes beliebige p die ungefähre Breite bestimmen. Der Beweis stützt sich in Anlehnung an eine elegante Idee von Lubell [1] auf die oben angedeuteten Aussagen über die Höhe von P_{np}. Als Korollar ergibt sich:

Wenn $pn/\log n \to \infty$, dann ist P_{np} fast sicher asymptotisch Sperner. Das heißt, die Breite ist ungefähr gleich der Anzahl der Elemente $a \in P_{np}$ mit $|a| = \lfloor n/2 \rfloor$. Diese wiederum ist ungefähr $p\binom{n}{\lfloor n/2 \rfloor}$.

Bis auf den Faktor $\log n$ ist diese Aussage bestmöglich. Im nächsten Semester möchte ich die bisher erzielten Ergebnisse fertig aufschreiben und mich dann mit anderen zufälligen Strukturen beschäftigen.

Aktivitäten

- ADiMMO-Workshop am 6. und 7.4.1998 in Trier

- Symposium „Diskrete Mathematik 98", 24.-25.4.1998 in Berlin
- Sommerschule „Diskrete Mathematik", 26.-30.4.1998 in Chorin
- Forschungsseminar „Algorithmen und Komplexität" an der HU (mit Vortrag).
- Betreuung von 3 Vortragenden im Seminar „Perfekte Graphen"
- Vorlesung „Randomisierte Algorithmen" bei H. Lefmann
- Vorlesung und Kolloquium des Graduiertenkollegs (mit Vortrag)
- International Congress of Mathematicians, 18.-27.8.1998 in Berlin

Ausblick

- Herbstschule „Topologische Kombinatorik", 22.-26.11.1998 in Chorin

Literatur

[1] D. Lubell. A short proof of Sperner's Lemma. *J. Combin. Theory*, 1:29, 1966.

[2] Y. Kohayakawa and B. Kreuter. The width of random subsets of Boolean lattices. *Submitted*, 1998.

[3] B. Kreuter. Small sublattices in random subsets of Boolean lattices. *Submitted*, 1997.

[4] A. Rényi. On random subsets of a finite set. *Mathematica (Cluj)*, 3 (26):355–362, 1961.

Dr. Torsten Thiele

Betreuer:	Prof. Dr. Helmut Alt
Arbeitsbereich:	Algorithmische Graphentheorie, Approximationsalgorithmen, Kombinatorik, Geometrie
Postdoktorand	im Graduiertenkolleg seit Oktober 1997

Lehre

Im Sommersemester 98 habe ich an der FU Berlin die Vorlesung "Approximationsalgorithmen" gehalten. Grundlage bildeten unter anderem das Buch "Approximation Algorithms for NP-hard Problems" von Dorit Hochbaum [5], sowie "Lecture Notes on Approximation Algorithms" von Rajeev Motwani [7] und "Approximation = Algorithms" von Vijay V. Vazirani [11]. Zu der Vorlesung habe ich ein Skript [9] angefertigt, das im Internet unter der Adresse `http://www.inf.fu-berlin.de/~thiele/Approx/Skript.ps` verfügbar ist.

Forschung

Neben meiner Lehrtätigkeit habe ich mich mit folgenden Forschungsthemen befaßt.

Mimicking Networks

Ein Netzwerk G' heißt *mimicking network* für ein gegebenes Netzwerk G mit k Terminals, falls die externen Flußwerte von G' die gleichen wie die von G sind. Eine Verallgemeinerung des Satzes von Ford und Fulkerson [4] besagt, daß diese Eigenschaft äquivalent dazu ist, daß alle entsprechenden Mincut-Werte der beiden Netzwerke gleich sind. Mimicking networks spielen eine wichtige Rolle beim Entwurf schneller Max-Flow Algorithmen für spezielle Graphklassen, siehe [4], sowie für das all-pairs Min-Cut Problem in dünnen Graphen [1].

Es ist bekannt, daß jedes Netzwerk G mit k Terminals ein mimicking network mit $f(k)$ Ecken besitzt, wobei $f(k)$ unabhängig von der Eckenzahl von G ist. Hagerup et al. [4] zeigten $f(k) \leq 2^{2^k}$. Bessere Schranken wurden für spezielle Graphklassen gezeigt, z.B. outerplanare Graphen und Graphen mit beschränkter Baumweite [3].

Gemeinsam mit Frank Wagner und Klaus Kriegel [6] habe ich die Schranken für $f(k)$ verbessert. Als obere Schranke haben wir $f(k) = 2^{\mathcal{O}(2^k/\sqrt{k})}$ gezeigt. Durch Analyse der Menge aller möglichen Mincutvektoren für Netzwerke mit k Terminals konnte wir die exponentielle untere Schranke $f(k) \geq 2^{k/2}$ herleiten. Die bisher beste bekannte untere Schranke war lediglich linear.

Relaxierung von 0/1-Programmen

Unter welchen Bedingungen besitzen ein 0/1-Programm und seine Relaxierung die gleichen Extrema? Mit dieser Fragestellung habe ich mich beschäftigt und beobachtet, daß dies in recht allgemeinem Rahmen für 0/1-Programme ohne Nebenbedingung gilt [8]. = Betrachten wir das folgende 0/1-Programm.

$$(\mathbf{P}) \quad \begin{array}{ll} \text{maximiere} & f(x) \\ \text{wobei} & x \in \{0,1\}^n . \end{array}$$

Falls $f(x)$ ein reduziertes multivariates Polynom ist, d.h. es ist von der Form

$$f(x) = \sum_{\sigma \subseteq [n]} a_\sigma \prod_{i \in \sigma} x_i \,,$$

dann hat $(\mathbf{P})$ das gleiche Maximum wie seine Relaxierung

$$(\mathbf{R}) \quad \begin{array}{ll} \text{maximiere} & f(x) \\ \text{wobei} & x \in [0,1]^n . \end{array}$$

Ist x^* beliebige fraktionale Lösung von $(\mathbf{R})$, so läßt sich daraus leicht ein $x \in \{0,1\}^n$ berechnen mit $f(x) \geq f(x^*)$. Die Eigenschaft, daß $f(x)$ reduziertes Polynom ist, ist keine Einschränkung. Jede Abbildung $f : \{0,1\}^n \to \mathbb{R}$ stimmt auf $\{0,1\}^n$ mit einem reduzierten Polynom überein.

Viele Optimierungsprobleme lassen sich auf natürliche Weise als 0/1-Programme ohne Nebenbedingungen formulieren, z.B. MAX-CUT und Maximum Independent Set für Hypergraphen (siehe auch = [10]). Durch Betrachtung der Relaxierungen kann man sich auf einfache Weise eine untere Schranke für das Maximum verschaffen, sowie einen Algorithmus zur Berechnung einer 0/1-Lösung, die diese Schranke erreicht.

In [2] wurde ein Verfahren zur Berechnung approximativer Lösungen x^* für bestimmte relaxierte Programme der Form $(\mathbf{R})$ entwickelt. Nach obiger Bemerkung kann man dies dazu benutzen, approximative 0/1-Lösungen x zu bestimmen mit $f(x) \geq f(x^*)$.

Aktivitäten

- Teilnahme an der Sommerschule “Diskrete Mathematik” des Graduiertenkollegs in Chorin.

- Teilnahme und Vorträge im Mittagseminar der Theoretischen Informatik der FU.
- Teilnahme und Vortrag im Kolloquium und der Vorlesung des Graduiertenkollegs.
- Abhalten der Vorlesung "Approximationsalgorithmen" an der FU Berlin.
- Anfertigen eines Skripts zur Vorlesung "Approximationsalgorithmen".

Literatur

[1] S. Arikati, S. Chaudhuri, and C. Zaroliagis, All-pairs min-cut in sparse networks, in: *FSTTCS'95, Lecture Notes in Computer Science* **1026** (1995).

[2] S. Arora, D. Karger, and M. Karpinski, Polynomial time approximation schemes for dense instances of NP-hard Problems, *STOC 95.*

[3] S. Chaudhuri, K. V. Subrahmanyam, F. Wagner, and C. D. Zaroliagis, Computing mimicking networks, *ICALP 98.*

[4] T. Hagerup, J. Katajainen, N. Nishimura, and P. Ragde, Characterizations of k-terminal flow networks and computing network flows in partial k-trees, *SODA' 95.*

[5] D. Hochbaum, Approximation algorithms for NP-hard Problems, *PWS Publishing Company* (1997).

[6] K. Kriegel, T. Thiele, F. Wagner, *Manuscript* (1998).

[7] R. Motwani, Lecture Notes on Approximation Algorithms, *Manuscript.*

[8] T. Thiele, Relaxierung von 0/1-Programmen *Manuscript* (1998).

[9] T. Thiele, Skript zur Vorlesung "Approximationsalgorithmen", FU Berlin (1998).

[10] T. Thiele, Geometric selection problems and hypergraphs, *Dissertation,* FU Berlin (1995).

[11] V. V. Vazirani, Approximation Algorithms, *Manuscript.*