STUDIEN

Effiziente Algorithmen

für Studenten der Mathematik und Informatik
an der Freien Universität Berlin

Semesterheft-Sommer 96

SCHWERPUNKT

Allgemeines

Das Gebiet *Effiziente Algorithmen* ist eines der Bindeglieder zwischen Informatik und Mathematik. Einerseits gehören Algorithmen und Datenstrukturen zum Kern der praktischen Informatik, andererseits bezieht die zugrundeliegende Theorie ihre Methoden im wesentlichen aus der diskreten Mathematik. Die Anwendungen reichen in zahlreiche Gebiete wie Computer–Graphik, Mustererkennung, Robotik, Computer Aided Design, Bioinformatik, Kartographie, Bildverarbeitung usw. Einige konkrete Beispiele werden anhand von Diplomarbeiten, Dissertationen und Projekten am Ende dieser Broschüre vorgestellt.

Das Gebiet ist in Berlin an allen drei Universitäten und am Konrad–Zuse–Zentrum stark vertreten. Diese Institutionen tragen gemeinsam das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Graduiertenkolleg "Algorithmische Diskrete Mathematik". Neben zahlreichen Lehrveranstaltungen werden auch andere Möglichkeiten zur Weiterbildung angeboten. So finden zum Beispiel der Berliner Algorithmen-Tag oder mehrtägige Spezialschulen regelmäßig statt.

Der Studienschwerpunkt ist ein Vorschlag zur Vertiefung in dieses Fachgebiet im Rahmen der Studiengänge Mathematik und Informatik an der Freien Universität. Zum Beispiel wird eine abgestimmte Folge von Lehrveranstaltungen von den Grundlagen bis zu den Anwendungen angeboten. Darüberhinaus sollen den Studenten die zahlreichen Angebote in dieser Richtung in Berlin besser zugänglich gemacht werden. Dazu wird diese Informationsbroschüre jedes Semester aktualisiert. Neben Vorschlägen zur Studienplanung werden hier allgemeinere Informationen zum Gebiet "Effiziente Algorithmen" zusammengefaßt. Die Broschüre gibt einen Überblick über die Lehrveranstaltungen zum Gebiet – auch an den anderen Berliner Universitäten – und die Lehrveranstaltungsplanung für die folgenden Semester. Zusätzlich gibt sie Informationen zu Tagungen und ähnlichen Veranstaltungen, zu den in der Arbeitsgruppe "Effiziente Algorithmen" tätigen Mitarbeitern und ihren Arbeitsgebieten sowie zu aktuell im Fachbereich behandelten Forschungsthemen (Diplomarbeiten, Dissertationen etc.).

Interessenten können sich im Sekretariat der Arbeitsgruppe Theoretische Informatik (Takustr. 9, Raum 111) in den Studienschwerpunkt einschreiben. Sie erhalten dann regelmäßig das Semesterheft und werden laufend über Veranstaltungen wie etwa Vorträge, Spezialschulen und Tagungen informiert.

1 Vorschlag zur Studienplanung

Für die Teilnahme am Studienschwerpunkt sind gewisse Gundkenntnisse aus dem Grundstudium unerläßlich. Es wird empfohlen, Vorlesungen und Kurse zu Kombinatorik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Graphentheorie, Algorithmen und Datenstrukturen sowie Programmierung frühzeitig zu besuchen. Innerhalb des Hauptstudiums ist sowohl eine Orientierung in mathematisch–theoretischer Richtung als auch eine zu Anwendungsgebieten hin möglich. Im folgenden geben wir Empfehlungen zur Organisation des Studiums für beide Richtungen. Natürlich sind auch Mischformen und eine andere Organisation möglich.

Die Angebote des Hauptstudiums werden im Studienschwerpunkt mit einem Kürzel ([EA 1,2] Entwurf und Analyse von Algorithmen, [ADM] Angewandte Diskrete Mathematik, [ANW] Anwendungen, [PR] Praktikum) gekennzeichnet. Das Kürzel zeigt an, für welche Phase des Studiums die Veranstaltungen geeignet sind. Der Vorschlag sollte individuell durch begleitende Lehrveranstaltungen aus Mathematik und Informatik ergänzt werden.

Vertiefung in theoretischer Richtung.

[**EA1**] (3V + 2 Ü) im 5. Semester
Entwurf und Analyse von Algorithmen.

[**EA2**] (3V + 2 Ü) im 6. Semester
Themenbeispiele: *Algorithmische Geometrie* oder *Graphenalgorithmen* oder *Optimierung* oder *Parallele Algorithmen* oder ...

[**ADM**] Zumindest eine Vorlesung und ein Seminar im 7. & 8. Semester.
Themenbeispiele: *Polytope* oder *Pattern Matching* oder *Randomisierte Algorithmen* oder *Graphenalgorithmen* oder ...

⋆ anschließend *Diplomarbeit.*

Vertiefung in anwendungsbezogener Richtung.

[**EA1**] (3V + 2 Ü) im 5. Semester
Entwurf und Analyse von Algorithmen.

[EA2] (3V + 2 Ü) im 6. Semester
Themenbeispiele: *Algorithmische Geometrie* oder *Graphenalgorithmen* oder *Optimierung* oder *Parallele Algorithmen* oder ...

[ANW] Zumindest eine Vorlesung und ein Seminar im 7. & 8. Semester.
Themenbeispiele aus den Anwendungsgebieten: *Mustererkennung* oder *Computer–Graphik* oder *Computer Aided Design* oder *Robotik* oder *Bildverarbeitung* oder *Bioinformatik* oder ...

[PR] (4 PR) Praktikum im 8. Semester.

⋆ anschließend *Diplomarbeit.*

Entsprechend den vorgehenden Vorschlägen sollen Zyklen von einander ergänzenden Veranstaltungen angeboten werden. Am Beginn jedes Zyklus werden den behandelten Themen Kürzel zugewiesen und der Plan im Semesterheft angekündigt.

Ein neuer Zyklus zu effizienten Algorithmen allgemein beginnt im WS 96/97 mit der Vorlesung *Entwurf und Analyse von Algorithmen.*

Im vergangenen Wintersemester startete ein Zyklus zu *Geometrischem Rechnen.* Nach der damaligen Vorlesung *Entwurf und Analyse von Algorithmen* ([EA1]) sind im Sommersemester 96 *Algorithmische Geometrie*, im Wintersemester 96/97 *Computergraphik* und im folgenden Sommersemester 97 ein *Praktikum zur Computergraphik* geplant sowie begleitende Seminare. Ziel dieses Zyklus ist es, die wichtigsten theoretischen und praktischen Grundlagen für Geometrisches Rechnen zu legen, d.h. auch mit entsprechenden gerade erst entwickelten Geometrie-Programmbibliotheken zu arbeiten, hin bis zu Implementierungen von konkreten Anwendungen in der photorealistischen Computergraphik.

Im Zyklus *Graphenalgorithmen* wurde im vergangenen Wintersemester ein Skript zur Vorlesung *Perfekte Graphen* von den teilnehmenden Studenten geschrieben. Dieses Skript kann im WWW eingesehen werden. Die URL ist: `http://www.inf.fu-berlin.de/~felsner/skript.ps.gz`. Im jetzigen Sommersemester gibt es als [ANW] ein *Seminar über Optimierung*, in dem schwerpunktmäßig Flußalgorithmen behandelt werden, sowie als [PR] ein *Praktikum Graphenalgorithmen*, in dem Simulationen implementiert und beobachtet werden (siehe Seite 7).

Realisierung im Studienplan.

Die Realisierung innerhalb der bestehenden Studiengänge wird für Mathematik und Informatik getrennt behandelt.

Diplom-Studiengang Mathematik.

Bei Teilnahme am Studienschwerpunkt wird Studenten der Mathematik die Belegung des Nebenfachs Informatik empfohlen.

- Grundstudium.

  Auf jeden Fall sollte die *Elementare Wahrscheinlichkeitstheorie* besucht werden. Ein *Programmierkurs* ist Pflicht im Grundstudium. Die Vorlesungen *Informatik A* und *B* sind Teil der Nebenfachausbildung. Grundkenntnisse in diskreter Mathematik können durch einen möglichst frühen Besuch von *Kombinatorik* und/oder *Graphentheorie* erworben werden.

- Hauptstudium.

  [EA1] Anrechnung in A (Angew. Mathematik).

  [EA2] & [ADM] Anrechnung in B (Einarbeitung in Spezialgebiet).

  [ANW] & [PR] Anrechnung im Nebenfach Informatik.

  Seminare: Anrechnung im Rahmen der mindestens 4 Seminare.

Bei der Diplomprüfung aus Angew. Mathematik wird neben Algorithmentheorie auch ein weiteres Gebiet (Wahrscheinlichkeitstheorie oder Numerik) geprüft.

Diplomstudiengang Informatik.

- Grundstudium.

  Die Grundkenntnisse werden durch die Lehrveranstaltungen *Algorithmen und Programmierung III* und *Einführung in die Diskrete Mathematik* abgedeckt. Zum Studienschwerpunkt verwandte Veranstaltungen sind auch *Logik für Informatiker* und *Einführung in die Theoretische Informatik*.

- Hauptstudium.

  [EA1] & [EA2] Anrechnung in Theoretische Informatik.

  [ADM] & [ANW] & [PR] Anrechnung im Rahmen der 14 Semesterwochenstunden im Studienschwerpunkt.

  Seminare: Anrechnung im Rahmen der mindestens 4 Seminare.

2 Lehrveranstaltungen im Sommer 1996

Algorithmische Geometrie **[EA2]**

Dozent: Gärtner; Vorlesungszeit: Di 9-10, Fr 10-12 Uhr, 3-stündig; Übungen: Gärtner, Andrzejak, n.V., 2-stündig; Veranstaltungsort: Takustraße 9, SR 053.

INHALT: Typische Aufgaben der algorithmischen Geometrie sind die effiziente Berechnung der konvexen Hülle einer Punktemenge S oder die Erstellung einer Datenstruktur für schnelle Bereichsanfragen (wieviele Punkte aus D liegen im Rechteck R?). Die algorithmische Geometrie als junges und lebendiges Gebiet bezieht ihre Attraktivität aus der Vielzahl der Anwendungen und der Schönheit der zugrundeliegenden Geometrie und Kombinatorik. In der Vorlesung werden grundlegende (oft sehr neue) Methoden anhand wichtiger Basisprobleme vorgestellt.

On-line Bewegungsplanung **[ADM]**

Dozent: Hoffmann; Veranstaltungszeit: Fr 14-16 Uhr, 2-stündig; Übungen: Hoffmann, Godau, n.V., 2-stündig; Veranstaltungsort: Arnimallee 2-6, SR 026.

INHALT: Ziel der Vorlesung ist es, einen Überblick über den Entwurf und die Analyse von Algorithmen (Suchen, Durchmustern, Lokalisieren ...) aus der online Bewegungsplanung zu geben. On-line bedeutet in diesem Zusammenhang, daß die zu erkundende Umgebung (ein Polygon) dem Roboter nicht bekannt ist, er zum Beispiel nur das kennt, was er zuvor gesehen hat. Erstaunlicherweise gelingt es bei einigen Fragen dennoch, on-line Algorithmen zu entwickeln, die kompetitiv sind. Das heißt, es gibt eine Konstante c, so daß der von der on-line Strategie entworfene Weg nur c-mal länger ist als die beste off-line Lösung, und zwar unabhängig (!) von der zu erkundenden Umgebung.

Diplomanden- und Doktorandenseminar: Theoretische Informatik

Dozent: Alt; Veranstaltungszeit: Di, Do, Fr 12-13 Uhr; Veranstaltungsort: Takustraße 9, SR 039. Die Ankündigungen werden jeweils gesondert in der Takustr. 9, gegenüber Raum 111, ausgehängt.

INHALT: Vorträge über eigene Forschung und Originalarbeiten aus der theoretischen Informatik, insbesondere Algorithmen.

Seminar über Optimierung **[ANW]**

Dozent: Alt, Felsner, Godau; Veranstaltungszeit: n.V., 2-stündig.

Inhalt: In diesem Seminar über Optimierung sollen schwerpunktmäßig Arbeiten aus dem Bereich "schnelle Graphenalgorithmen" besprochen werden. Als Grundlage wird neben Originalarbeiten das Buch "Network Flows" von Ahuja, Magnanti und Orlin dienen. Das Seminar ist als Ergänzung zu den Vorlesungen Optimierung und Graphenalgorithmen aus dem vorigen Semester geeignet, kann aber auch auf der Basis von Entwurf und Analyse von Algorithmen besucht werden.

Hinweis: Die Vorbesprechung findet am 11.04.1996, 16 Uhr c.t., Takustr. 9 statt. Der Raum wird auf einem Aushang bekanntgegeben.

Proseminar: Effiziente Algorithmen

Dozent: Wagner; Veranstaltungszeit: n.V., 2-stündig

Inhalt: Es werden grundlegende algorithmische Methoden und spezielle Algorithmen behandelt. Als Literatur verwenden wir das Buch "Introduction to Algorithms" von Cormen, Leiserson und Rivest. Diese Veranstaltung richtet sich an Informatik–Studierende im Grundstudium ab dem 3. Semester.

Hinweis: Vorbesprechung am 15.04.1996, 14 Uhr, Takustr. 9, Raum 121.

Seminar über k-Mengen und j-Facetten **[ADM]**

Dozent: Welzl, Andrzejak; Veranstaltungszeit: n.V., 2-stündig

Inhalt: Eines der neuen Probleme in der kombinatorischen Geometrie ist die Bestimmung der Maximalzahlen der k-Mengen und der j-Facetten bei gegebenen d, n und k. (Sind n Punkte im Raum der Dimension d gegeben und werden genau k viele von ihnen durch eine Hyperebene von den restlichen abgetrennt, so heißt eine solche Teilmenge k-Menge; der Begriff einer j-Facette ist eng verwandt). Diese Maximalzahlen werden in der algorithmischen Geometrie benutzt, um die Laufzeit von geometrischen Algorithmen abzuschätzen. Im Seminar werden wir die wichtigen, länger bekannten Ergebnisse herleiten sowie ganz neue Resultate besprechen. Zum Schluß gehen wir auch auf die Anwendungen der Maximalzahlen ein.

Hinweis: Vorbesprechung am 11.4.1996, 16 Uhr c.t., Takustr. 9, SR 037. (Termin kann sich ändern, bitte Aushang gegenüber Raum 111 beachten.)

Praktikum Graphenalgorithmen [PR]

Dozent: Felsner, Wernisch; Veranstaltungszeit: Mi 14-18 Uhr, 4-stündig; Veranstaltungsort: Takustr. 9, SR 037

INHALT: In vielen (z.T. physikalisch oder biologisch motivierten) Berechnungen braucht man ein Verfahren, das aus einer meist sehr großen Menge von Objekten gleichverteilt eines herausgreift. Eine solche Objektmenge könnte etwa die Menge der Triangulierungen einer festen Punktemenge sein. Gesucht wird also eine zufällige Triangulierung.

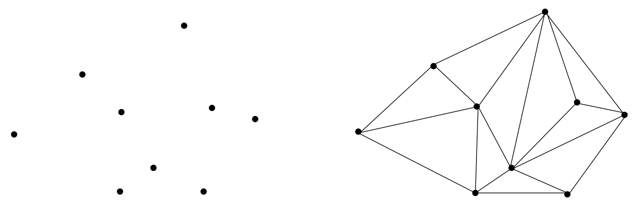


Abb. 1. Eine Punktemenge und eine Triangulierung

Eine Möglichkeit ist es, Wahrscheinlichkeiten festzulegen, mit der man von einem Objekt zu einem anderen kommen kann. Diese Wahrscheinlichkeiten nutzt man zu einem Zufallsspaziergang auf der Menge der Objekte. Sind die Übergangswahrscheinlichkeiten geeignet gewählt, so läßt sich zeigen, daß die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten des Spaziergangs nach einiger Zeit nahezu gleichverteilt sind. Im Beispiel der Triangulierungen sind Übergänge, die den Anforderungen genügen, durch folgende Regel gegeben:

- Wähle gleichverteilt eine Kante e aus der aktuellen Triangulierung.
- Wenn die an e anliegenden Dreiecke ein konvexes Viereck bilden, *flippe* die Kante (d.h. tausche sie gegen die andere Diagonale des Vierecks aus).

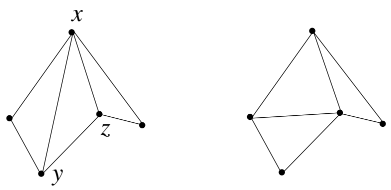


Abb. 2. Kante (x, y) wird geflippt, (x, z) ist nicht flippbar

Im Praktikum sollen solche Prozesse (*Markovketten*) für einige reizvolle Beispiele entworfen, implementiert und beobachtet werden.

Vorlesung des Graduiertenkollegs "Algorithmische Diskrete Mathematik"

Dozenten des Kollegs und Gäste; Vorlesungszeit: Mo 14-16 Uhr;
Veranstaltungsorte: FU,TU, HU und Konrad–Zuse–Zentrum; siehe Aushang.

Inhalt: Die Dozenten und Gäste des Kollegs halten einführende Vorlesungen zu speziellen Themen des Kollegs. Dazu gehören insbesondere algorithmische und diskrete Geometrie, algorithmische Kombinatorik, Codierungstheorie, Graphentheorie und Graphenalgorithmen, kombinatorische Optimierung, konstruktive Approximation, Mustererkennung und zufällige diskrete Strukturen. Themen und Orte der Vorlesungen werden neben Raum 111 in der Takustr. 9 ausgehängt. (Interessenten können sich über die Koordinatorin des Kollegs, Frau Bettina Felsner, auf einen Verteiler für das Verschicken der Ankündigungen setzen lassen.) Im Sommersemester 1996 sind unter anderem folgende Vorträge geplant:

- Montag, 15. April 1996; **Stefan Näher, Martin–Luther Universität Halle–Wittenberg**; Ein eleganter und effizienter Algorithmus zum Planaritätstest von Graphen
- Montag, 22. April 1996; **Eberhard Triesch, Bonn**
- Montag, 29. April 1996; **Reinhard Diestel, TU Chemnitz–Zwickau**; Minoren, Baumstrukturen und WQO
- Montag, 6. Mai 1996; **Helmut Alt, Freie Universität Berlin**; Wie schnell kann man rechnen?
- Montag, 13. Mai 1996; **Vojtech Rödl, Emory University, Atlanta**; Extremal Problems on Set Systems
  (jointly with P. Frankl)
- Montag, 20. Mai 1996; **András Recski, Technical University of Budapest**; Engineering applications of matroids
- Montag, 03. Juni 1996; **Heinz-Adolf Jung, Technische Universität Berlin**; Fragmente in Graphen
- Montag, 10. Juni 1996; **Raimund Seidel, U.C. Berkeley und Universität des Saarlandes**; Wie gut sind konvexe–Hüllen–Algorithmen?
- Montag, 24. Juni 1996; **Dozent der Sommerschule über Approximation Algorithms and Combinatorial Optimization**; Recent Progress

in Approximation Algorithms

- Montag, 01. Juli 1996; **Tommy Jensen, Technische Universität Chemnitz–Zwickau**; Critical Graphs
- Montag, 08. Juli 1996; **Ralph–Hardo Schulz, Freie Universität Berlin**; Prüfzeichensysteme – Altes und Neues

Weitere Veranstaltungen an der Freien Universität

- Ausgewählte Kapitel der Kombinatorik. Dozent: Aigner.
- Graphentheorie. Dozent: Brandt.
- Seminar zur Geometrie und Codierungstheorie.
  Dozenten: Aigner, Lenz, Schulz.

Veranstaltungen an der Humboldt-Universität

- Kombinatorische Optimierung. Dozent: Hougardy, Srivastav.
- Strategien des Sicherheitsmanagements. Dozent: Giessmann.
- Design Theory in Computer Science. Dozent: Grable.
- Randomisierte Algorithmen. Dozent: Prömel.

Veranstaltungen an der Technischen Universität

- Konvexgeometrie. Dozent: Henk.
- Algebraische Graphentheorie. Dozent: Jung.
- Orientierte Matroide. Dozent: Richter–Geber.
- Lineare Optimierung. Dozent: Möhring.
- Numerische Aspekte bei der Lösung ganzzahliger Programme.
  Dozenten: R. Weismantel, A. Martin, C. Helmberg.
- Unterraum-Arrangements. Dozent: Ziegler.
- Kombinatorische Optimierung II. Dozent: Ziegler.

3 Diplomarbeiten, Dissertationen, Projekte

Die von der Arbeitsgruppe Theoretische Informatik behandelten Forschungsthemen werden an Diplomarbeiten, Dissertationen und Projekten beispielhaft vorgestellt.

Line-sweep on a Grid

Diplomand *Michael Hoffmann*, Betreuer Emo Welzl

Es geht um das Problem, für eine gegebene Menge L von n Liniensegmenten (Endpunkte in $\mathbb{R}^2$) die Menge S aller Schnittpunkte von Segmenten aus L zu bestimmen. Da die heutige Rechnergeneration noch nicht in der Lage ist, beliebige reelle Zahlen zu verarbeiten, müssen weitere Anforderungen an die Eingabe gestellt werden, wenn die Berechnung von S schnell und exakt erfolgen soll. In diesem Fall setzen wir voraus, daß die Endpunkte der Segmente aus L auf einem quadratischen Gitter der Größe 2^b liegen, womit natürlich auch der Koordinatenbereich für die Schnittpunkte in S festgelegt ist. Leider fällt dieser jedoch recht groß aus, denn für $\left(\frac{x}{z}, \frac{y}{z}\right) \in S$ ist $x, y \leq 2^{3 \cdot b+2}$ sowie $z \leq 2^{2 \cdot b+3}$, und beide Schranken sind (die Bitbreite betreffend) scharf.

In der Arbeit werden deshalb zwei Ansätze verfolgt. Das erste Verfahren berechnet alle Schnittpunktkoordinaten rational exakt in lexikographisch aufsteigender Reihenfolge und benötigt $\mathcal{O}\left((n + |S|) \cdot \log n\right)$ Zeit. Bei der zweiten Methode wird auf die exakte Darstellung der Schnittpunkte verzichtet und stattdessen nur das Gitter–“Kästchen” bestimmt, worin der Punkt liegt (d.h. den ganzzahligen Anteil der Koordinaten). Hierdurch wird der für das Rechnen mit den Koordinaten benötigte Zahlbereich stark eingeschränkt, was i.a. eine schnellere Ausführung der zugrundeliegenden arithmetischen Operationen ermöglicht und die Verwendung von linearen Sortiermethoden erlaubt. Die Laufzeit beträgt dann erwartet $\mathcal{O}\left(2^b + |S| + n \cdot \log n\right)$ (wenn die Endpunkte der Segmente gleichverteilt in $[0, 2^b[$ liegen). Die Berechnung der Schnittpunkte erfolgt allerdings nicht mehr unbedingt in aufsteigender Ordnung.

Anlaß zur Beschäftigung mit diesem Thema bot folgende Anwendung aus der Computergrafik. Gegeben eine Menge P von Polyedern im $\mathbb{R}^3$ und ein Blickrichtungsvektor v, berechne die Silhouette von P unter Parallelprojektion in Richtung v. Anschaulich gesprochen sind das die (Teile von) Kanten der Polyeder, die sowohl unter v als auch von der entgegengesetzten Blickrichtung

$(-v)$ aus sichtbar sind. Dieses Problem findet seinerseits Anwendung bei der Schatten-Berechnung (bzgl. einer Lichtquelle) und ist zudem ein Teilproblem des *hidden-line-removal*. Wesentlich hierbei ist der Begriff der Konturkante (das sind die Kanten, an die sowohl eine der Blickrichtung zugewandte als auch eine abgewandte Facette grenzt), denn nur solche Kanten können zur Silhouette beitragen, und die Eigenschaft einer Kante, zur Silhouette zu gehören, kann sich nur einem Schnittpunkt mit einer Konturkante ändern. Für die Silhouetten–Berechnung ist also das Bestimmen der Schnittpunkte zwischen Konturkanten notwendig.

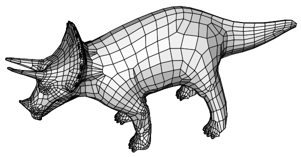


Abb.1: 3D-view

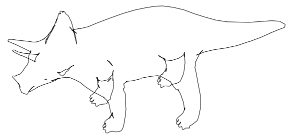


Abb.2: Konturkanten

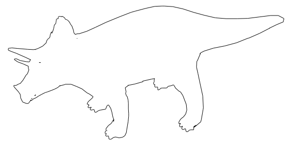


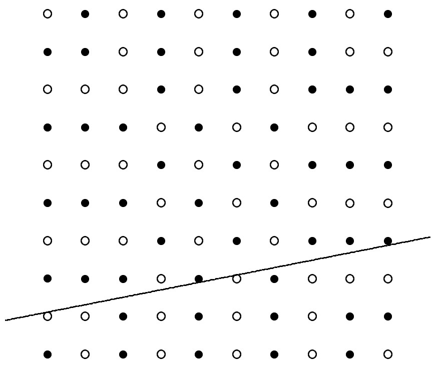
Abb.3: Silhouette

Die Implementation beider Verfahren erfolgte in C++, unter Verwendung von Routinen zum Einlesen von Polyedern und zur schnellen Konturkanten-extraktion, die im Rahmen des **CEBaP**-Projektes von Lutz Kettner, Sven Schönherr und Michael Schutte implementiert wurden.

Färbungen kleiner n-Punkt Gitter mit niedriger Diskrepanz

Diplomand *Uwe Stemmer*, Betreuer L. Wernisch, E. Welzl

Ethnische oder religiöse Konflikte eines Landes könnten ihre Ursachen darin haben, daß die rivalisierenden Parteien nicht gemischt miteinander zusammenleben. Nehmen wir nun der Einfachheit halber an, es gäbe nur zwei Parteien und kleinere Bevölkerungsgruppen sollen auf Punkte eines quadratischen Gitters verteilt werden. Welche Partei dabei welchen Gitterpunkt besetzt wird durch Färbungen der Punkte mit zwei Farben symbolisiert. Jede Gerade durch dieses Gitter trennt es in zwei (Landes–)Teile, und die Differenz der unterschiedlich gefärbten Punkte eines jeden Teils ist eine Maßzahl für die Mischung: Je kleiner die Differenz, umso besser die Mischung. Die Aufgabe besteht also darin, das Aussehen eines Gitters zu bestimmen, dessen maximale Differenzen für alle möglichen Geraden möglichst klein oder sogar minimal sind.



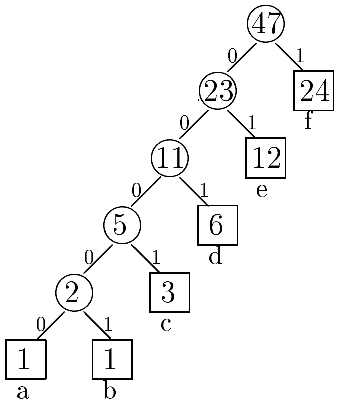
Die folgende Abbildung zeigt ein solches minimales Gitter mit 100 Punkten, bei welchem die Differenz der unterschiedlich gefärbten Punkte jedes Landesteiles höchstens 3 ist (man zähle etwa die Differenz der Farben im Teil unterhalb der eingezeichneten Geraden). Das ist übrigens für ein Gitter dieser Größe eine bestmögliche Färbung. Das explizite Testen aller nur denkbaren Färbungen kann wegen des enormen exponentiellen Rechenaufwands nur für kleinere Gitter durchgeführt werden. Für größere Gitter ist man auf andere Methoden oder Heuristiken angewiesen, etwa auf die Untersuchung von Mustern oder Regelmäßigkeiten oder auf Backtracking Algorithmen oder probabilistische Algorithmen.

Optimale Codes und optimale Bäume

Diplomand *Nicole Morawe*, Betreuer S. Felsner, H. Alt.

Beim Verschicken von Nachrichten in modernen Datennetzen müssen Texte in binäre Dateien umgewandelt werden. Wird der Text mit ASCII-Code beschrieben, dann benötigt jeder Buchstabe 8Bit. Manche Codes weisen verschiedenen Buchstaben Bitfolgen verschiedener Länge zu. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, daß häufig vorkommenden Buchstaben kurze Bitfolgen zugewiesen werden können. Natürlich haben dann einige Buchstaben auch lange Bitfolgen, aber diese Buchstaben kommen selten vor. Insgesamt kann man die Länge des codierten Textes auf diese Weise reduzieren.

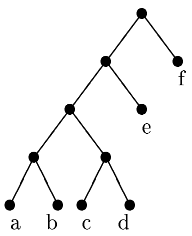
Ein *optimaler Code* zu einem Text ist einer, der den Text mit minimaler Gesamtlänge codiert. Geht man von einer bekannten statistischen Buchstabenverteilung aus, dann ist ein optimaler Code für zufällige Texte einer der den Ausdruck $\sum_v p(v)l(v)$ minimiert, dabei ist $p(v)$ die Wahrscheinlichkeit des Buchstaben v und $l(v)$ die Länge der Bitfolge von v. Den meisten Codes (Präfiz-Codes) kann man (wie in der Abbildung geschehen) einen eindeutigen Baum zuordnen.



Die Auftrittshäufigkeiten der Buchstaben:	Die Codierung der Buchstaben:
a 1 Mal	code(a)=00000
b 1 Mal	code(b)=00001
c 3 Mal	code(c)=0001
d 6 Mal	code(d)=001
e 12 Mal	code(e)=01
f 24 Mal	code(f)=1

Huffman gab 1952 einen Algorithmus zum Finden von optimalen Codes/Bäumen an mit einer Komplexität von $O(n \log_2 n)$. In der Diplomarbeit werden Arbeiten betrachtet und verglichen, in denen optimale Bäume mit Nebenbedingungen konstruiert werden.

L-beschränkte optimale Bäume und Codes

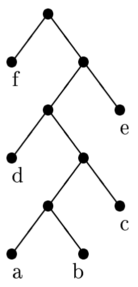


Ein Baum heißt L-beschränkt, wenn kein Blatt mehr als L Vorgänger besitzt (links ist ein 4-beschränkter Baum zu obigem Beispiel dargestellt). Gesucht wird ein optimaler L-beschränkter Baum/Code. Dies ist von Interesse, wenn die Tabelle, in der die Bitfolgen der Verschlüsselung abgelegt werden, nur Spalten der Wortbreite L besitzt.

On-line Huffman-Codes

Ein Nachteil des Huffman-Algorithmus ist, daß man den zu sendenden Text zweimal „lesen“ muß, beim ersten Mal wird die Buchstabenverteilung untersucht, beim zweitenmal wird die Nachricht Zeichen für Zeichen verschlüsselt. Bei der on-line Methode lernt man die Verteilung, während man verschlüsselt. Zur Verteilung des bisherigen Textes hat man einen optimalen Baum, dieser muß, nachdem ein neuer Buchstabe gesehen wurde, in einen optimalen Baum für die neue Verteilung transformiert werden.

Alphabetische Bäume

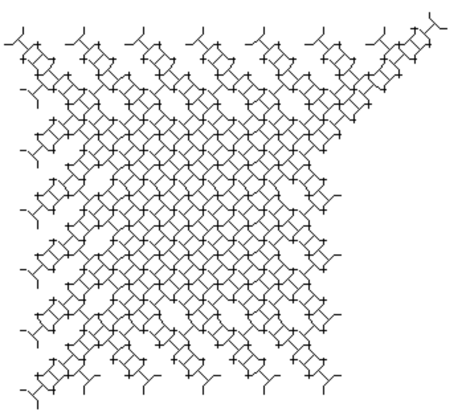


Bei der Suche von Daten mittels Suchbäumen ist es wichtig, daß die Bäume die Ordnung der Daten widerspiegeln. Es wird also zu einer gegebenen Ordnung ein optimaler Baum gesucht, dessen Blätter von links nach rechts gelesen diese Ordnung widerspiegeln (links ist als Beispiel ein optimaler alphabetischer Baum zur Buchstabenordnung f,d,a,b,c,e für obiges Beispiel dargestellt).

Symmetriegruppen und DOL-Systeme

Diplomand *Susanne Oesterreicher*, Betreuer H. Alt.

Diese Arbeit entstand aus der Betrachtung eines 1968 von dem Biologen Aristid Lindenmayer konzipierten Modells, der nach ihm benannten L–Systeme, die ein mathematisches Modell zur Beschreibung von Pflanzenwachstum und interzellularer Aktion darstellen. Ziel dieser Arbeit war das Erzeugen von Beispielen der planaren Symmetriegruppen mittels DOL–Systemen, einer speziellen Form von L–System, und umgekehrt, das Erkennen von Symmetrien anhand der die Objekte erzeugenden Grammatiken.



Der theoretische Teil beschäftigt sich mit Entscheidbarkeits- bzw. Berechenbarkeitsproblemen im Zusammenhang mit Symmetrien der von einem DOL-System erzeugten Bilder und den Abschätzungen von deren Wachstumsfunktionen. Aus dieser Arbeit ist ein Graphikprogramm entstanden, das ein gegebenes Grundmuster zu einem Objekt in jeder beliebigen Symmetriegruppe vervielfältigt. Hier ein Beispiel des graphischen Outputs des Programms, ein Element der Tapetengruppe W42.

Scherben bringen Glück

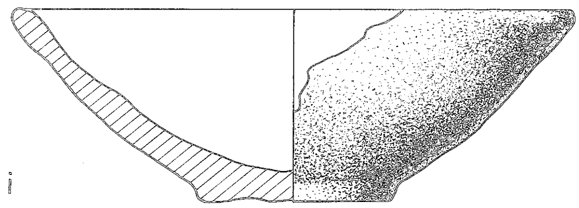
Ulrich Fuchs

In diesem Projekt arbeiten wir mit Prof. Dr. Hartmut Kühne vom Seminar für Vorderasiatische Altertumskunde des Instituts für Archäologie am Fachbereich Altertumswissenschaften der Freien Universität zusammen. Prof. Kühne und seine Mitarbeiter beschäftigen sich mit mittanischer und mittelassyrischer Keramik der zweiten Hälfte des zweiten Jahrtausends vor Chr., die sie selber in Nordostsyrien ausgraben.

Es geht darum, eine große Menge von bei Ausgrabungen gefundener Keramik formtypologisch zu klassifizieren. Es handelt sich bei dieser Keramik um Geschirr und Gefäße aller Art. Diese Klassifizierung geschah bisher immer nur sehr subjektiv, *von Hand*, und war daher für den Archäologen nicht befriedigend gelöst.

Die einzelne Keramik ist im allgemeinen ein Rotationskörper, wird also durch eine zweidimensionale Kurve beschrieben. Wir vergleichen die Objekte miteinander, indem wir verschiedene Metriken benutzen, um die entsprechenden Kurven miteinander zu vergleichen. In diesen metrischen Räumen wenden wir dann verschiedene Clusteranalyseverfahren an, um die Kurven und damit die Keramik in Klassen einzuteilen.

Die archäologischen Funde wurden bislang immer von Hand gezeichnet. Wir scannen diese Zeichnungen ein und verwenden verschiedene Algorithmen der Bildverarbeitung, um polygonale Approximationen der oben erwähnten zweidimensionalen Kurven zu erhalten. Wir bestimmen dann mit einem Algorithmus von Michael Godau den Fréchetabstand geeigneter affiner Bilder dieser Polygonzüge.



Langfristig planen wir, mit Hilfe eines 3D-Scanners die archäologischen Fundstücke direkt, also ohne den arbeitsintensiven Umweg über die Handzeichnungen, einzuscannen und dann mit Methoden der algorithmischen Geometrie entsprechende Kurven bzw. deren Approximationen zu berechnen. Dabei arbeiten wir mit der Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik in Adlershof zusammen, die dort einen 3D-Scanner betreibt. Ein in diesem Zusammenhang auftauchendes Problem ist das *Puzzling*. Dabei geht es um Algorithmen, die polygonale Approximationen eingescannter Scherben zu ganzen Gefäßen zusammensetzen.

Herbstschule

des Graduiertenkollegs "Algorithmische Diskrete Mathematik"
gemeinsam mit dem
Graduiertenkolleg "Signalketten in lebenden Systemen"

22. bis 26. September 1996, Buckow

Thema: Bioinformatik

Das große Interesse an der Bioinformatik ist wohl auch auf die wechselseitige Einsicht von Biologen und Computerwissenschaftlern zurückzuführen, daß die jeweils andere Disziplin viele reizvolle Anregungen und Lösungen zu den eigenen Problemen bieten kann. Die Herbstschule will die Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Biologen, Informatikern und Mathematikern erkunden.
Den Hintergrund bilden drei tägliche Vortragsreihen: - Ein Überblick über die biochemischen Grundlagen zur Funktion, Struktur und Faltung von Proteinen. - Eine Einführung in die algorithmischen Aspekte der Molekülgeometrie, der Moleküldynamik sowie des Vergleichs von Proteinstrukturen. - Eine Einführung in Probleme der theoretischen Neurobiologie, einer Theorie der Membranpotentiale, künstlicher neuronaler Netze und der Modellierung biologischer Neuronen.
Ergänzt werden diese Vortragsreihen durch Abendvorträge eingeladener Gäste. Es wird sich dennoch genug Zeit finden, mit den anderen Teilnehmern gemeinsame Interessen zu finden und zu besprechen.

Die Ausschreibung erfolgt im April 1996. Informationen bei der Koordinatorin des Kollegs.

4 Die Arbeitsgruppe Theoretische Informatik

Leiter

- Prof. Dr. Helmut Alt. Entwurf und Analyse von Algorithmen, insbesondere Algorithmische Geometrie mit Schwerpunkt Formanalyse.

Mitglieder der Arbeitsgruppe

- Artur Andrzejak. Algorithmische und kombinatorische Geometrie, orientierte Matroide, Invarianten von Graphen und Matroiden.
- Dr. Stefan Felsner. Algorithmen für Halbordnungen und Graphen, Algorithmische Geometrie, Kombinatorik.
- Ulrich Fuchs. Algorithmische Geometrie, insbesondere Approximation von geometrischen Objekten.
- Dr. Bernd Gärtner. Polytope, theoretische lineare Programmierung, orientierte Matroide und Randomisierung.
- Michael Godau. Pattern Matching und Bildverarbeitung unter besonderer Berücksichtigung der Fréchet-Metrik.
- Dr. Frank Hoffmann. Kombinatorische und algorithmische Aspekte von Polygonzerlegungen und Sichtbarkeitsproblemen.
- Dr. Klaus Kriegel. Graphalgorithmen und graphentheoretische Methoden für geometrische Probleme.
- Alessandro Panconesi. Probabilistic and distributed algorithms, approximation algorithms.
- Sven Schönherr. Algorithmische Geometrie, Implementierung von geometrischen Algorithmen, Robotik, Computergrafik.
- PD Dr. Frank Wagner. Diskrete Algorithmen mit konkreten Anwendungen: Chipentwurf, Kartographie, Textverarbeitung.
- Dr. Lorenz Wernisch. Algorithmische Geometrie, Diskrepanzprobleme, Bioinformatik.

Die Berliner und Potsdamer Mathematischen Institute veranstalten im Schloßtheater des Neuen Palais, Potsdam

Freitag, 10. Mai 1996, 14.00 Uhr

Euler–Vorlesung

Lázló Lovász "Graphs and their geometric representations"
(Hauptvortrag)

In der Einführung spricht Dr. H. Pieper über "Die Eulersche Identität – eine Brücke zwischen Analysis, Arithmetik und Kombinatorik".

Am 11. Mai 1996 findet im Hörsaal des Instituts für Informatik der Freien Universität Berlin anläßlich des 80. Geburtstages von

Prof. Dr. Dr. h.c. Hanfried Lenz

ein

Festkolloquium

statt. Das Programm beginnt um 10.00 Uhr mit einer Begrüßung und beinhaltet am Vormittag je einen Vortrag von Prof. Dr. A. Pott (Augsburg) und Prof. Dr. P. J. Cameron (London). Nach einem gemeinsamen Mittagessen finden zwei weitere Vorträge von Prof. Dr. E. Knobloch (Berlin) und Prof. Dr. J. H. van Lint (Eindhoven) statt. Um 19.00 Uhr ist ein Empfang im Clubhaus der Universität (Goethestr. 49) geplant.

Weitere Informationen

Prof. Helmut Alt
Takustr. 9, Raum 112
Tel.: 838-75160