Algorithm Engineering

Alexander Kröller, Abteilung Algorithmik, IBR

#1

Organisatorisches

Organisatorisches

Räume: Verschieben sich wahrscheinlich noch.

Mailingliste: ae@ibr.cs.tu-bs.de

VL-Homepage: http://www.ibr.cs.tu-bs.de/courses/ss09/ae/index.html (Übungsblätter, Mitschriften, ...)

Hausaufgaben: Voraussichtlich 5 Übungsblätter, Voraussetzung für die Prüfung.

Übung 14-tägig?

	Übungen		Vorlesungen	
			1. 4.	
	6. 4.		8. 4.	
	13. 4.	Ostermontag	15. 4.	
UE	20. 4.		22. 4.	
	27. 4.		29. 4.	
	4. 5.	abwesend	6. 5.	
UE	11. 5.		13. 5.	
	18. 5.		20. 5.	
UE	25. 5.		27. 5.	
	1. 6.	Exkursionswoche	3. 6.	Exkursionswoche
	8. 6.	abwesend	10. 6.	
UE	15. 6.		17. 6.	
	22. 6.		24. 6.	
UE	29. 6.		1. 7.	
UE	6. 7.		8. 7.	

Literatur

- Müller-Hannemann, Schirra: Algorithm Engineering. Noch nicht erschienen.

Standardalgorithmen:

- Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Algorithmen — Eine Einführung. Oldenbourg.
- Mehlhorn, Sanders: Algorithms and Data Structures, The Basic Toolbox. Springer.

Geometrie:

- Klein: Algorithmische Geometrie. eXamen.press.
- de Berg, Cheong, van Kreveld, Overmars: Computational Geometry: Algorithms and Applications. Springer.

Optimierung:

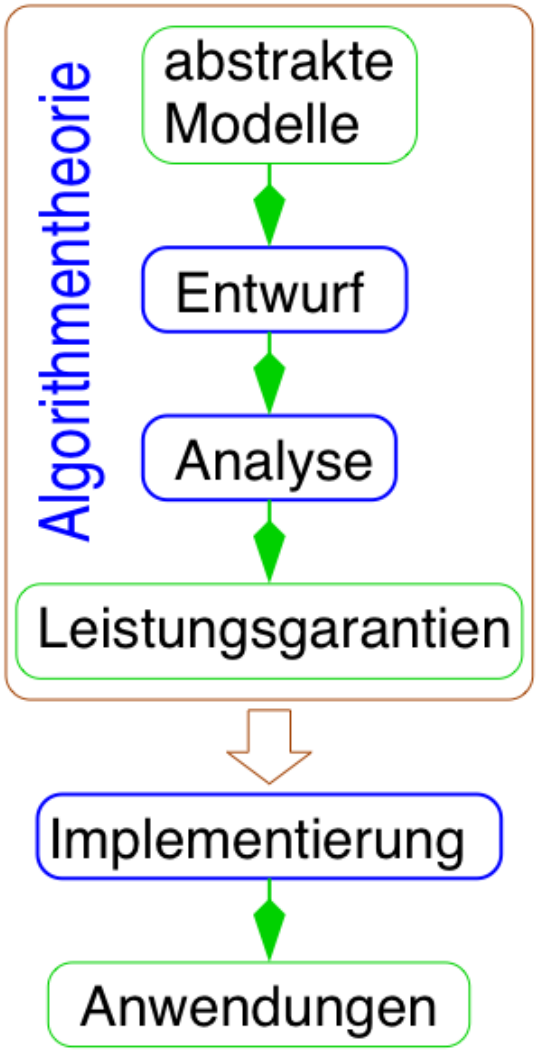
- Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming. Wiley.
- Ziegler: Lectures on Polytopes. Springer.

Algorithm Engineering

Theoretisch gibt es keinen Unterschied zwischen Theorie und Praxis.

Praktisch schon.

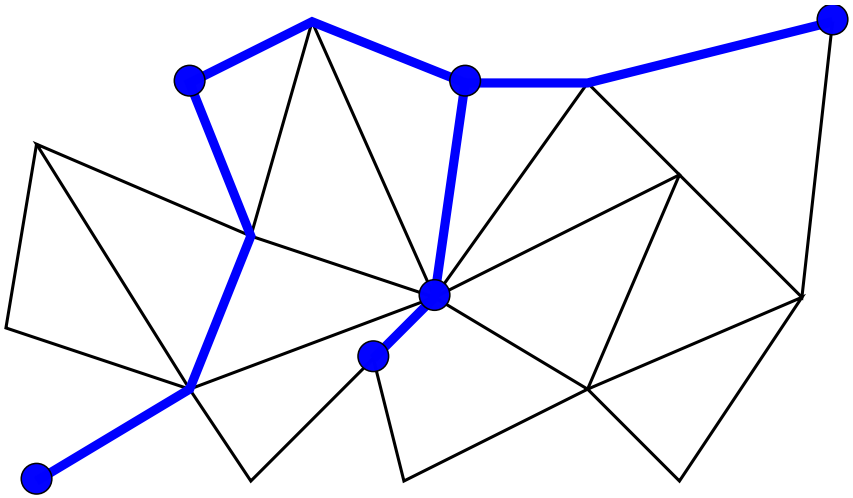
Klassische Algorithmik



Quelle: www.algorithm-engineering.de

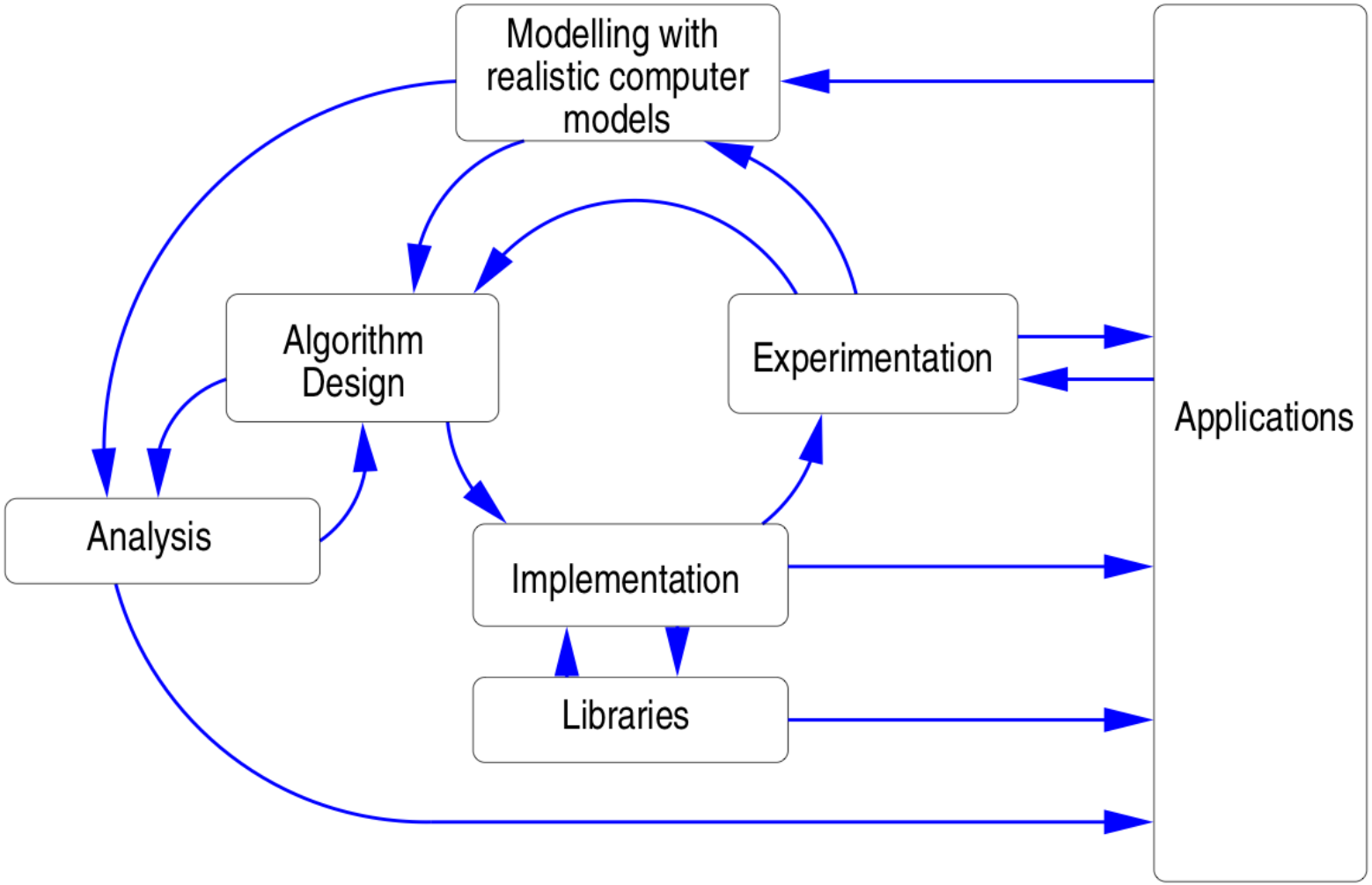
Abschreckende Beispiele (1)

Robins & Zelikovsky (2005): Approximationsalgorithmus für Steinerbäume in Graphen. Laufzeit $O(n^{2k+1} \log n)$, erreicht Weltrekordapproximationsgüte 1.55!

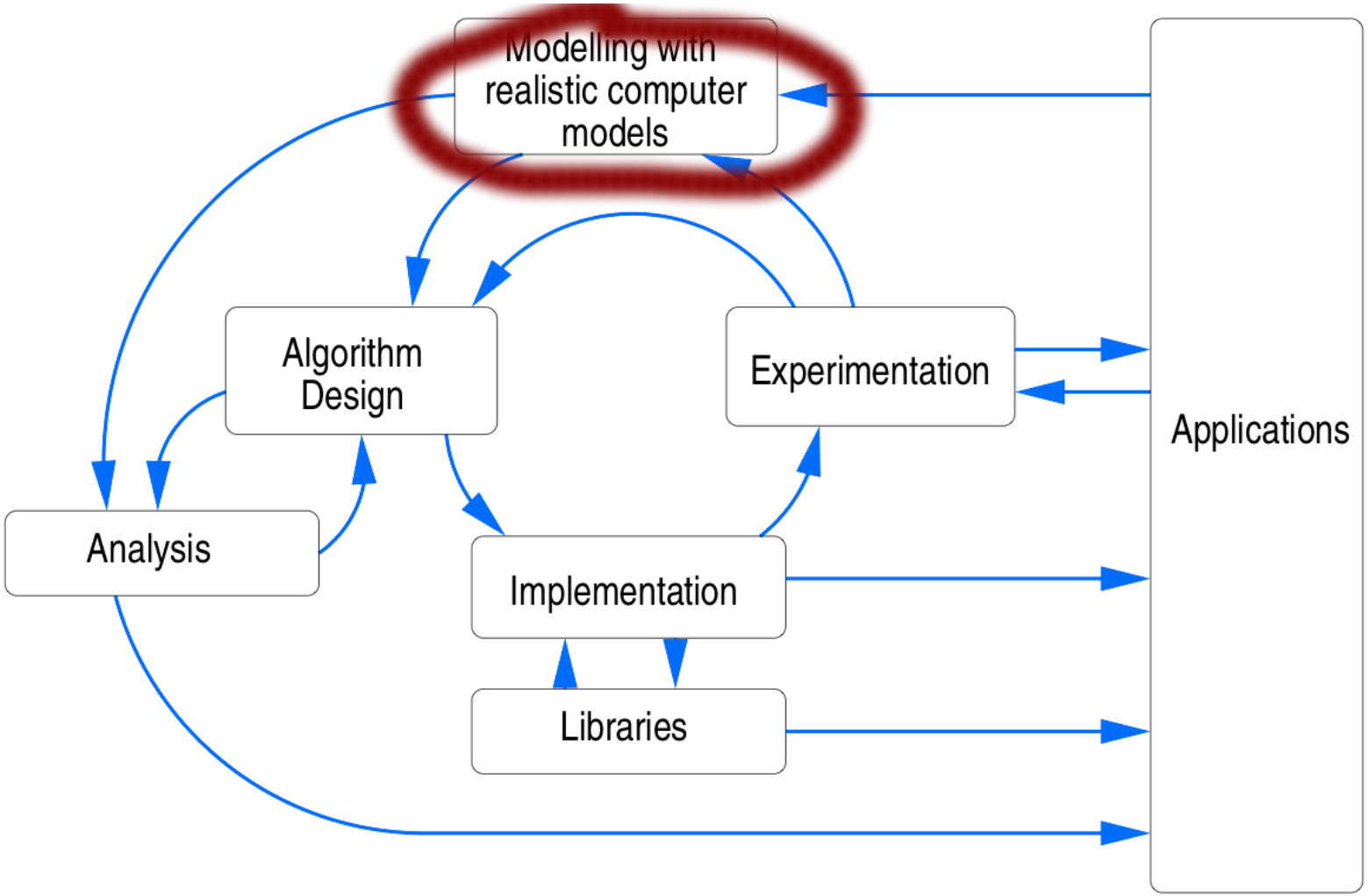


Aber nur für $k > 2^{17}$ und auf Graphen mit $> 2^{17}$ Terminals...

Algorithm Engineering

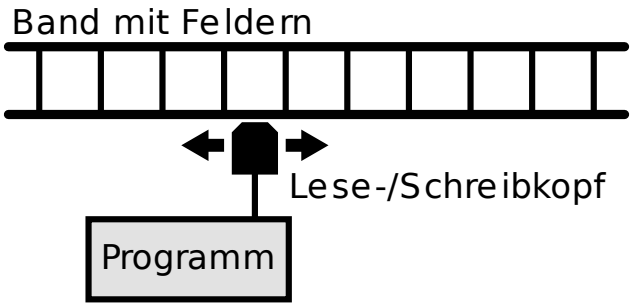


Quelle: [MHS]


Modelling with realistic computer models
Algorithm Design
Experimentation
Applications
Analysis
Implementation
Libraries

Quelle: [MHS]

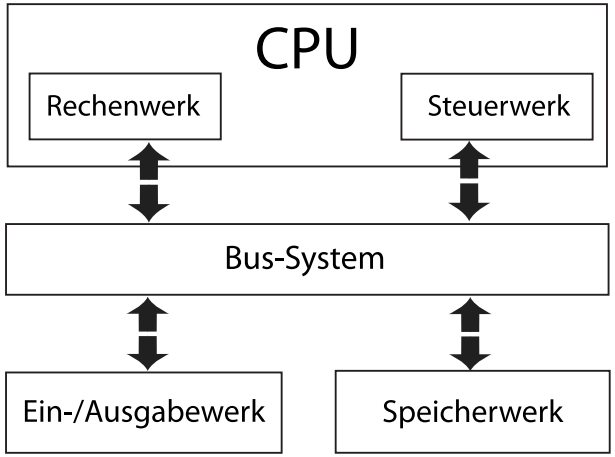
Modelle: Turingmaschinen



Quelle: Wikipedia

$\longrightarrow$ Komplexitätstheorie, P vs. NP, ...

Modelle: Von-Neumann-Architektur



Quelle: Wikipedia

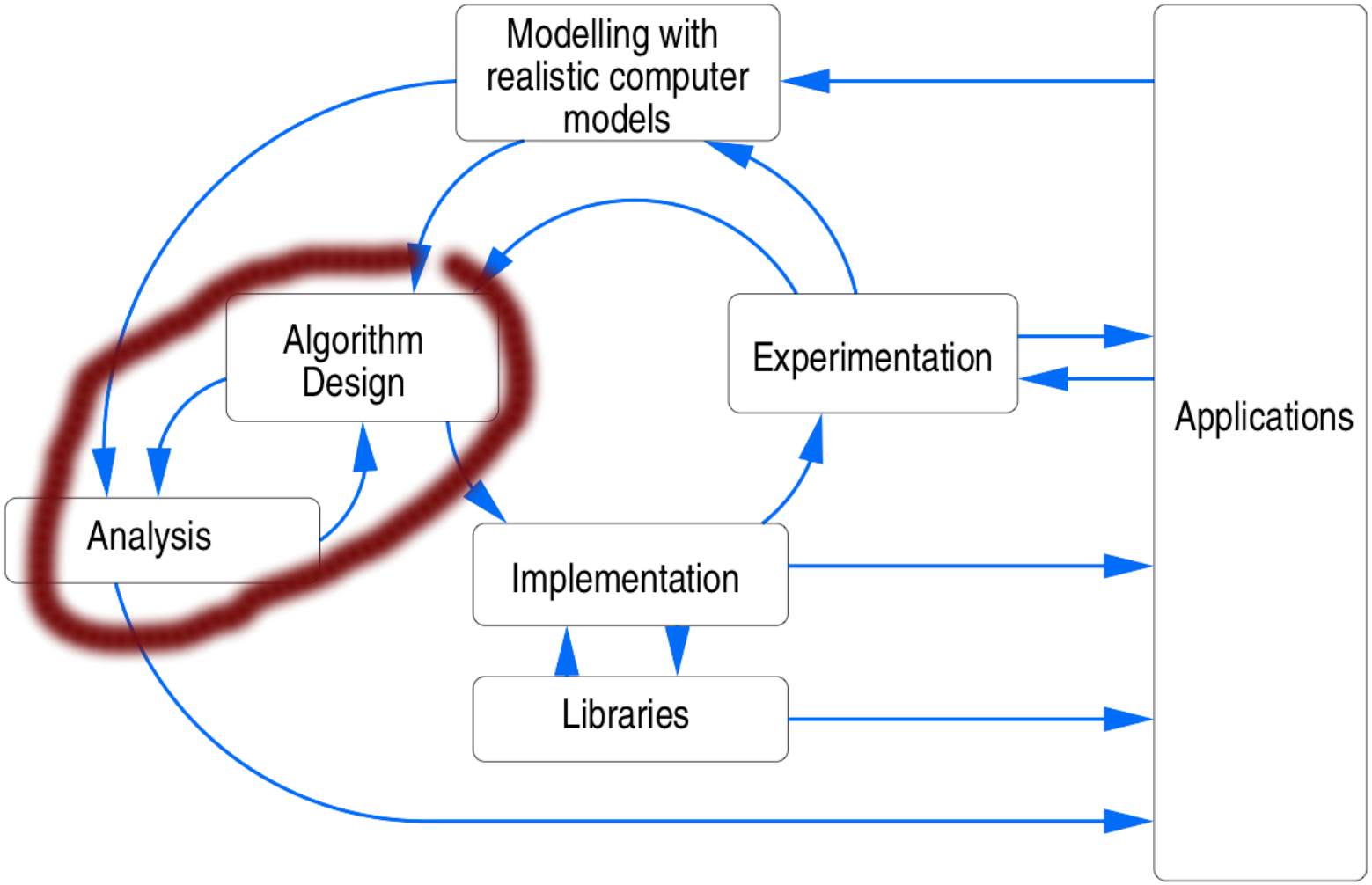
$\longrightarrow$ RAM-Modell, Vergleich von asymptotischen Laufzeiten, ...

Wirkliche Computer sind anders...

CPUs: Multi-Core, SMP, GPU, Grid/Cloud Computing, ...

Memory: Cache Hierarchies, External Memory, ...

$\rightarrow$ External Memory Algorithms, Cache-Oblivous Algorithms, Parallel/Distributed Algorithms, ...

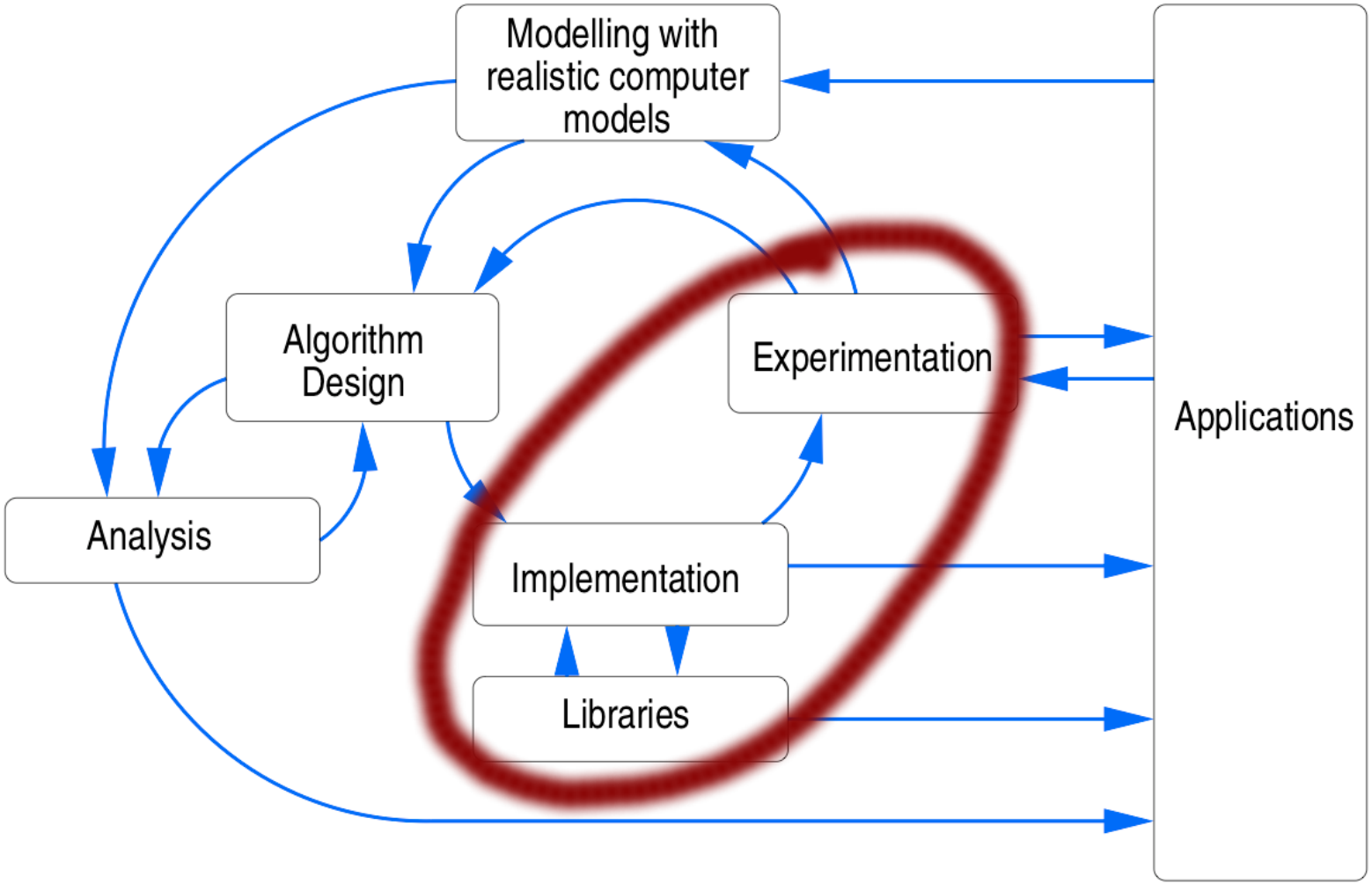

Modelling with realistic computer models
Algorithm Design
Experimentation
Applications
Analysis
Implementation
Libraries

Quelle: [MHS]

Formulierung: Ein Problem der realen Welt in ein klar definiertes algorithmisches Problem überführen. Was modellieren, was weglassen?

Annahmen: Praktische Probleminstanzen halten sich nicht an bequeme Annahmen. Wofür wird der Algorithmus gebraucht?

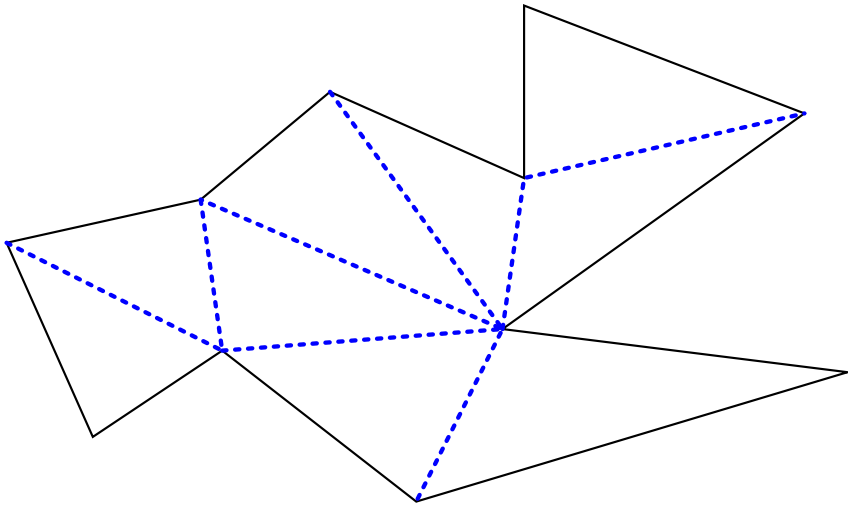
Analyse: Worst-Case-Analysen sind Standard. Oft zu pessimistisch / wenig aussagekräftig. Alternativen: Average Case, Smoothed Analysis, ...


Modelling with realistic computer models
Algorithm Design
Experimentation
Applications
Analysis
Implementation
Libraries

Quelle: [MHS]

Abschreckende Beispiele (2)

Triangulierung eines Polygons:



Bester bekannter Algorithmus: Chazelle (1991) in $O(n)$.

Triangulierung in $O(n)$

The Open Problems Project

http://maven.smith.edu/~orourke/TOPP/We

Google

Next Up Previous

Next: Numerical List of All

The Open Problems Project

edited by Erik D. Demaine - Joseph S. B. Mitchell - Joseph O'Rourke

Introduction

This is the beginning of a project[1] to record open problems of interest to researchers in computational geometry and related fields. It commenced with the publication of thirty problems in Computational Geometry Column 42 [MO01] (see Problems 1-30), but has grown much beyond that. We encourage correspondence to improve the entries; please send email to TOPP@cs.smith.edu. If you would like to submit a new problem, please fill out this template.

Triangulierung in $O(n)$

Problem 10: Simple Linear-Time Polygon Triangulation

http://maven.smith.edu/~orourke/TOPP/P10.html#Prob

Google

Problem 10: Simple Linear-Time Polygon Triangulation

Statement

Is there a deterministic, linear-time polygon triangulation algorithm significantly simpler than that of Chazelle [Cha91]?

Origin

Implicit since Chazelle's 1990 linear-time algorithm.

Status/Conjectures

Open.

Partial and Related Results

Simple randomized algorithms that are close to linear-time are known [Sei91], and a recent randomized linear-time algorithm [AGR00] avoids much of the intricacies of Chazelle's algorithm.

Related Open Problems

Relatedly, is there a simple linear-time algorithm for computing a shortest path in a simple polygon, without first applying a more complicated triangulation algorithm?

Appearances

[MO01]

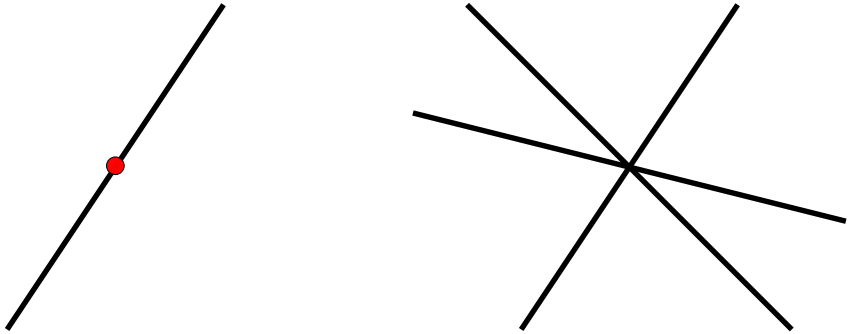
Categories

triangulations

Entry Revision History

J. O'Rourke, 2 Aug. 2001; 28 Aug. 2001.

Probleme bei geometrischen Problemen



Einfache geometrische Fragestellungen: Liegt der Punkt auf der Linie? Kreuzen sich drei Geraden in einem Punkt?
Lässt sich im RAM-Modell einfach beantworten. In Wirklichkeit nicht.

Zwei Auswege:

- Exakte Arithmetik über $\mathbb{Q}$ — langsam.
- Runden mit ε-Genauigkeit — schwierig, kaum beweisbar korrekt.

Bibliotheken

Dank Algorithmenbibliotheken muss nicht andauernd das Rad neu erfunden werden:

- **STL** Datenstrukturen (& mehr)
- **LEDA** Graphenbibliothek (oder: boost graph, ...)
- **CGAL** Computational Geometry
- **CPLEX** Linear Programming und MIP (oder: SoPlex, SCIP, ...)
- **STXXL** External-Memory Data Structures

Experimente

Algorithmen lassen sich experimentell evaluieren.

Daten Zufallsdaten (Rein vs. perturbiert), Instanzbibliotheken, ...
Was sind wesentliche Eigenschaften von Real-World-Instanzen?

Aufbau Wie müssen Tests aufgebaut sein?

Ablauf Reproduzierbarkeit, Dokumentation, ...

Konkrete Themen

- Operations Research (LP, MIP, B&B, B&C, Modellierung, ...)
- Geometrische Algorithmen (Voronoi: CGAL vs. VRONI)
- Basisalgorithmen (Listen, Sortieren, Bäume unter realistischen Annahmen)

Sudoku

Numerator: Rätsel der 3D-Sudokus gelöst – SPIEGEL O...

http://www.spiegel.de/wiss

Nachrichten > Wissenschaft > Mensch & Technik > Numerator

NUMERATOR
Die Zahlenkolumne

Alle Artikel

26.02.2009 Drucken | Senden | Bookmark | Feedback | Merken

NUMERATOR Schrift:

Rätsel der 3D-Sudokus gelöst

Von Holger Dambeck

Es gibt Berechnungen, die sind so umfangreich, dass selbst die mächtigsten Computer der Welt kapitulieren. Jetzt haben Forscher einen neuen Algorithmus gefunden, der komplexe Zählprobleme radikal vereinfacht - und herausfindet, wie viele Lösungen ein dreidimensionales Sudoku besitzt.

Marc Timme wusste schon seit Jahren, dass der rasante Geschwindigkeitszuwachs bei Prozessoren ihm nie und nimmer helfen

Sudoku

Numerator: Rätsel der 3D-Sudokus gelöst – SPIEGEL O...

http://www.spiegel.de/wiss

Sudokus sogar noch vereinfacht. Erlaubt sind beispielsweise nur die Zahlen 1, 2, 3 oder 4. Und nur in direkt benachbarten Zellen müssen jeweils unterschiedliche Zahlen stehen. Die strengere Sudoku-Vorschrift, dass in jeder ganzen Spalte und Zeile jede Zahl nur einmal auftreten darf, gilt hier nicht.

Rechenzeit von Milliarden Jahren

Was zunächst wie eine simple und überschaubare Aufgabe erscheint, ist mit den dafür bislang üblichen Lösungstechniken nicht zu schaffen. "Der bisherige Algorithmus kopiert bei jedem Rechenschritt das gesamte Netz und ändert dabei jeweils nur einen Aspekt", sagt Timmes Kollege Frank van Bussel. Mit zunehmender Zellenzahl nehme die Rechenzeit exponentiell - und damit dramatisch zu. Für ein quadratisches Gitter von der Größe eines Schachbretts (8x8) etwa beträgt sie nach van Bussels Aussage "viele Milliarden Jahre".

ALGEBRA-QUIZ

Sudokus sind eine spezielle Anwendung aus der sogenannten Graphentheorie. Das Problem gleicht verblüffenderweise der Fragestellung, in wie vielen Varianten man die Länder einer Landkarte einfärben kann, so dass aneinander grenzende Länder stets

Sudoku

Numerator: Rätsel der 3D-Sudokus gelöst – SPIEGEL O...

http://www.spiegel.de/wiss

reduzieren sich die Probleme auf eine Frage: Auf wie viele Weisen kann man die Knoten einfärben, wenn eine bestimmte Anzahl von Farben vorgegeben ist? Einzige Bedingung: Knoten, die durch eine Linie verbunden sind, dürfen nicht gleich gefärbt sein. Je nach Anwendung hat die Farbe eines Knotens verschiedene Bedeutungen. Im Fall der Landkarte ist mit Farbe tatsächlich eine Farbe gemeint, beim Sudoku entsprechen den Farben verschiedene Ziffern, bei den Funkzellen sind es verschiedene Frequenzen.

Der neue Algorithmus, den die Wissenschaftler aus Göttingen entwickelt haben, ist deutlich schneller als das bisher genutzte Abzählverfahren. Die Rechnung für das Schachbrett-Gitter dauert damit beispielsweise nur sieben Sekunden - und nicht Milliarden Jahre.

Ergebnis der Zählung: 53.781.962.033.661.857.237.868

Der Trick der Forscher: Statt bei jedem Rechenschritt das gesamte Sudoku zu berücksichtigen, hangelt sich der Algorithmus von Knoten zu Knoten durch das Netz. Als sei das Computerprogramm kurzsichtig, betrachtet es stets nur den nächsten Knotenpunkt und nicht das gesamte Gitter. Dies reduziere den Rechenaufwand enorm, schreiben die Forscher im Fachblatt "New Journal of Physics". Erst wenn das Programm am letzten Knotenpunkt angekommen ist, kennt es das

M. Müller-Hannemann and S. Schirra.
Algorithm Engineering.
to appear.