



Algorithmen

1970 – 2010

Kurt Mehlhorn

Max-Planck-Institut für Informatik und Universität des Saarlandes

Vortragsfolien stehen auf meiner Homepage

Vorbemerkung



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

- Wie ich den Vortrag zunächst halte wollte
 - Fortschritte in der Theorie
 - Konzepte, die in den letzten Jahrzehnten neu entstanden sind
- Wie ihn nun halten werde
 - Beispiele von erfolgreichen Algorithmen mit Hinweisen auf Theorie
 - alle Beispiele haben eine Verbindung zu SB

Neue Konzepte



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Amortisierung

On-Line Algorithmen

PTAS

APX-hardness

Algorithmische Spieltheorie

Externspeicheralgorithmen

Algorithm Engineering

Softwarebibliotheken

Randomisierung

Approximationsalgorithmen

FPTAS

fixed-parameter tractability

Bioinformatics

Algorithmen für GPUs

Graphenzeichnen

Verbesserte Algorithmen für X, Y, Z

Neue Konzepte



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Amortisierung

On-Line Algorithmen

PTAS

APX-hardness

Algorithmische Spieltheorie

Externspeicheralgorithmen

Algorithm Engineering

Softwarebibliotheken

Randomisierung

Approximationsalgorithmen

FPTAS

fixed-parameter tractability

Bioinformatics

Algorithmen für GPUs

Graphenzeichnen

Verbesserte Algorithmen für X, Y, Z

- Wahrscheinlich der größte Unterschied für sie:

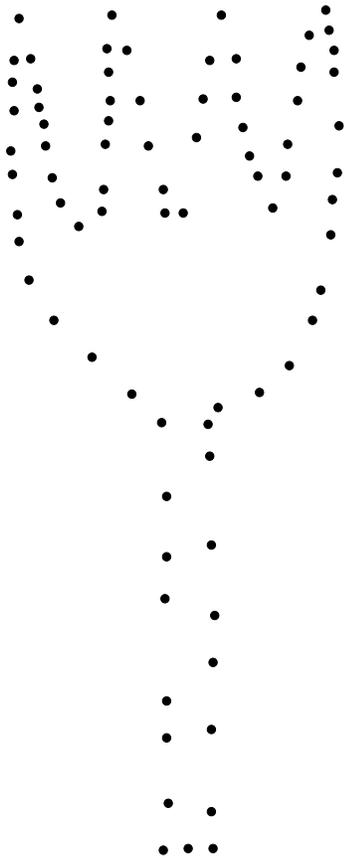
**Viele gute Algorithmen stehen in
sehr guten Implementierungen in
Bibliotheken zur Verfügung.**

Lineares und ganzzahliges Programmieren	CPLEX, SOPLEX
Datenstrukturen	STL, LEDA
Graphenalgorithmen	LEDA, Booth
Algorithmische Geometrie	CGAL, LEDA
Graphenzeichen	yFiles, Graphviz
Erfüllbarkeitsproblem	Chaff, Grasp, march
Graphenisomorphie	Naughty
Externspeicheralgorithmen	STL-XXL
Constraint Programming	ILOG

Curve Reconstruction: An Example



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

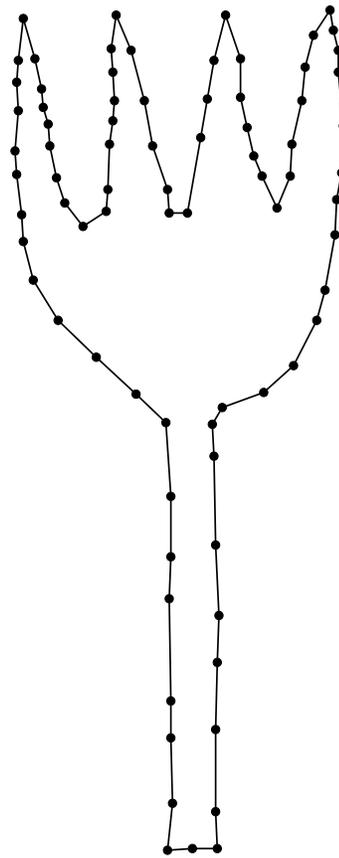
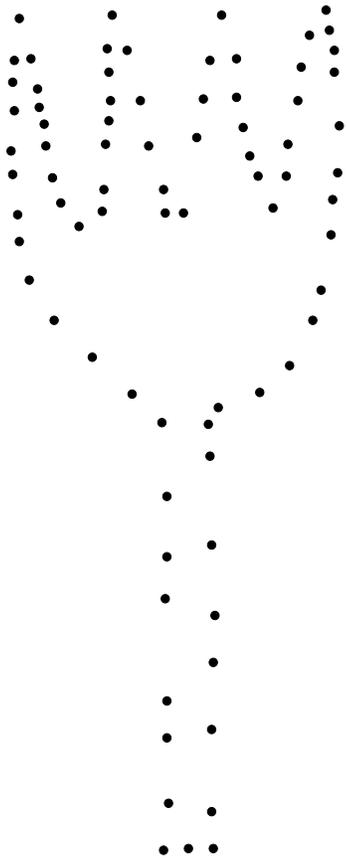


probably, you see more than a set of points

Curve Reconstruction: An Example



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

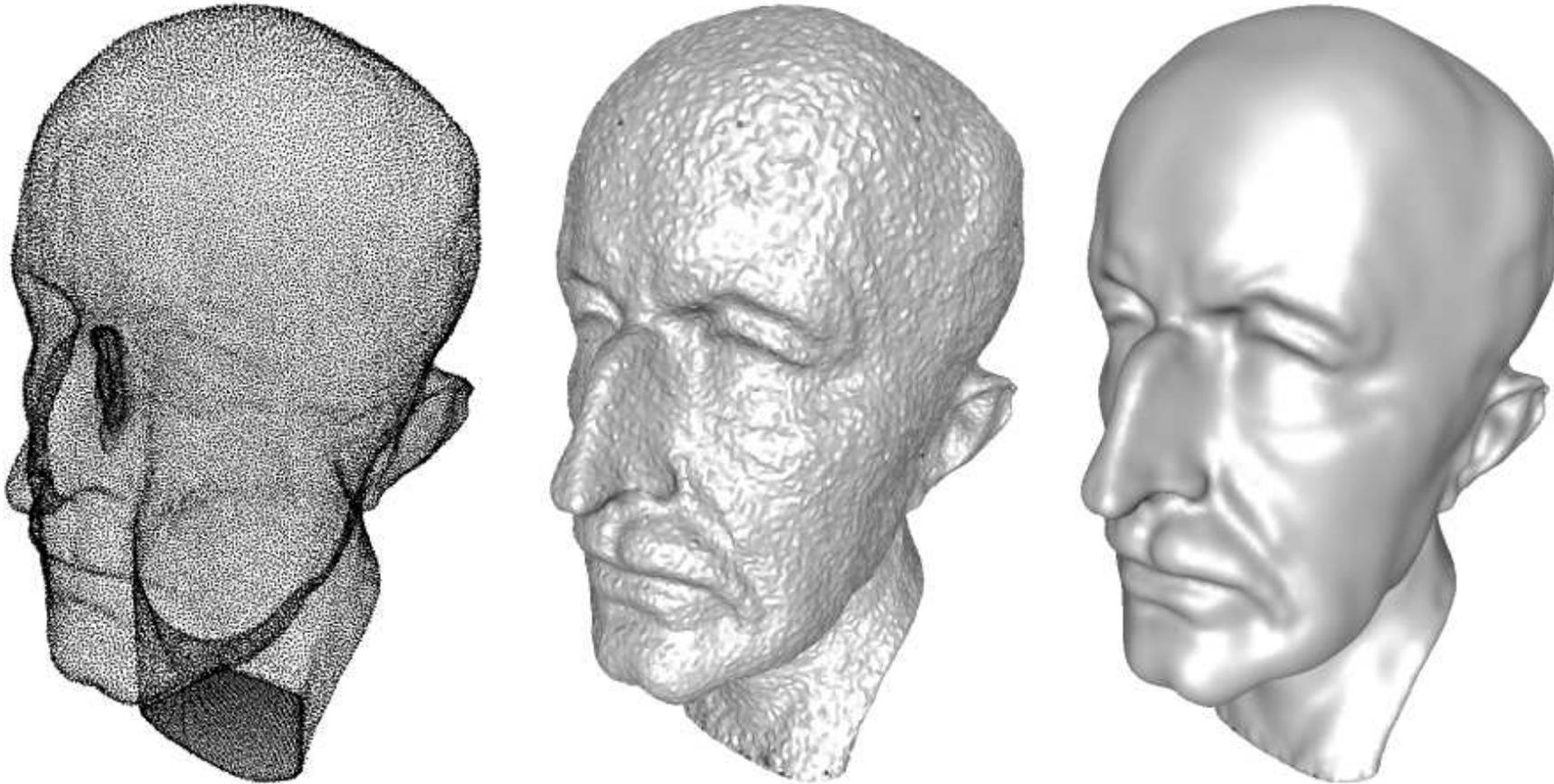


Traveling Salesman Tour der Punkte verbindet die Punkte in der richtigen Reihenfolge, wenn die Punkte hinreichend dicht auf der Kurve liegen.

Traveling Salesman Tour kann man effizient berechnen.

reconstructed by algorithm described in

Ernst Althaus and Kurt Mehlhorn: Traveling Salesman-Based Curve Reconstruction in Polynomial Time, SIAM Journal on Computing, 31, pages 27–66, 2002



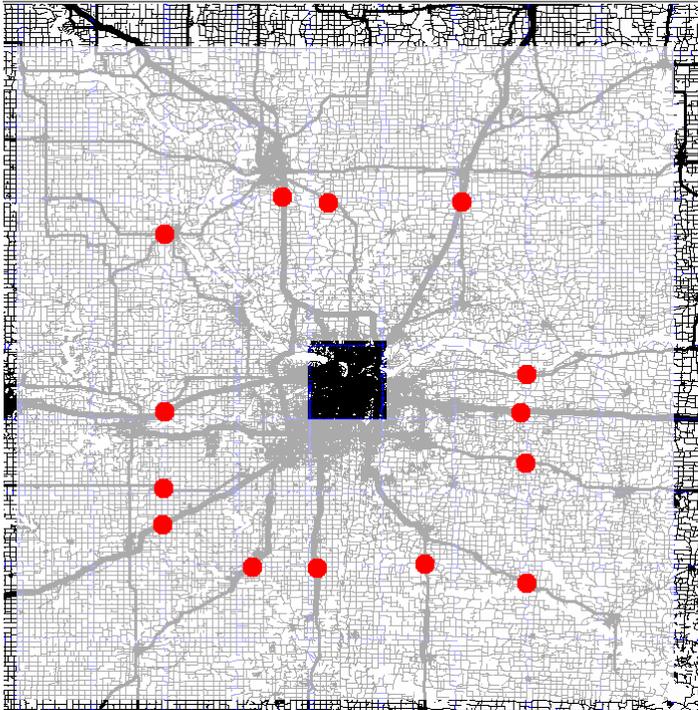
Reconstruction of a surface from a point cloud (courtesy of Tamal Dey, University of Ohio)

run 2d LEDA demo

Wegesuche in Straßengraphen



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT



- USA/Europa Straßennetz: 24Mio Knoten, 58Mio Kanten
- Funke/Bast (Nature, 2006) verbessern Anfragezeit von 1 Millisekunde auf 10 Mikrosekunden
- SaarLB Preis Innovation 2008
- neuer Ansatz: Transitknoten
- alle schnellsten Wege von SB zu einem Ziel in mehr als 100 Kilometern Entfernung gehen über AS Großbittersdorf, Goldene Bremm, Völklingen, AS Sulzbach, AS Neunkirchen, ...
- entsprechendes gilt für jeden Ort in D, Europa, USA,

Zuordnungsprobleme



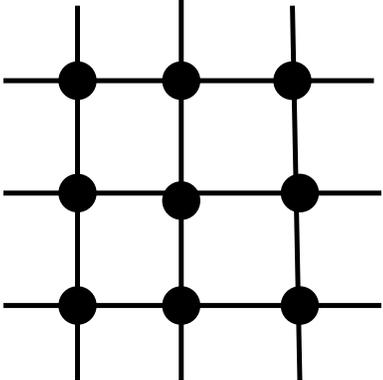
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

- geg. eine Menge von Aufgaben Y und eine Menge von Agenten X
- w_{xy} = Eignung von $x \in X$ für $y \in Y$.
- finde eine gute Zuordnung $Z : Y \rightarrow X$ der Aufgaben zu den Agenten
- Ziele:
 - globale Maximierung minimiere $\sum_{y \in Y} w_{Z(y),y}$
 - Fairness minimiere $\max_{x \in X} \sum_{y \in Z^{-1}(x)} w_{x,y}$
- Optimierung der Fairness ist NP-vollständig, aber
- man kann in polynomieller Zeit Lösungen finden, die höchstens um das maximale Gewicht vom Optimum abweichen
- Anwendungsbeispiel: Zuordnung von Arbeiten an Gutachter bei Tagungen
- Garg, Mehlhorn, Mestre, Kavitha, Kumar: Algorithmica, to appear

Verbreiten einer Nachricht



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

- $G = (V, E)$, ein Netzwerk
 - ein Knoten $v_0 \in V$ kennt eine Nachricht und möchte es allen Knoten im Netzwerk mitteilen
- 
- randomisierte Strategie: jeder Wissende teilt das Gerücht einem zufälligen Nachbarn mit (dieser wird damit wissend, wenn er es nicht schon ist)
 - das funktioniert schnell und robust in vielen Netzwerken
 - noch besser ist meist (Doerr, Friedrich, et al.: mehrere Arbeiten)
Pseudorandomness
 - jeder Knoten fixiert eine zyklische Reihenfolge der Nachbarn
 - und steigt an einer zufälligen Stelle ein
danach ist alles deterministisch

Ausnutzen moderner Architekturen

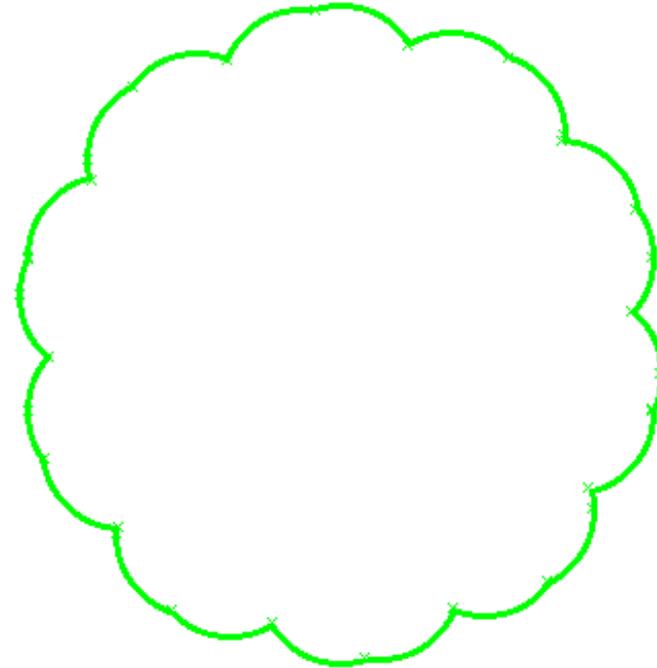
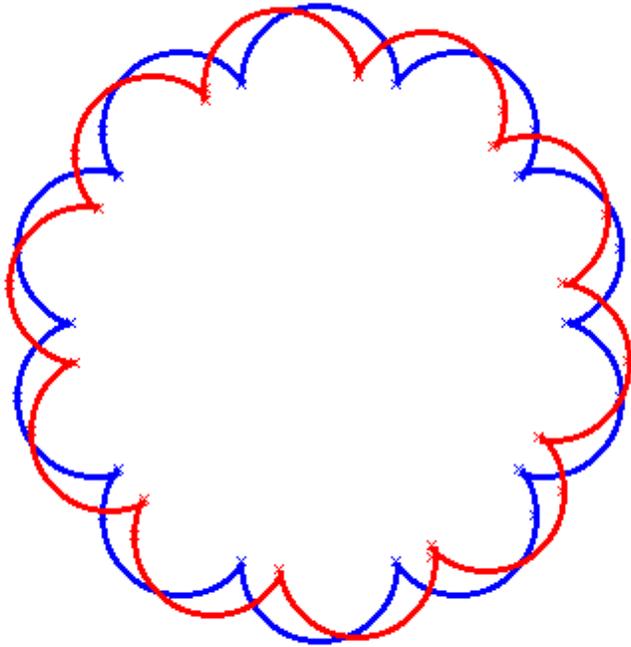


MAX-PLANCK-GESellschaft

- GPUs bieten sehr hohe Rechenleistung aber eingeschränkt auf SIMD (single-instruction-multiple-data)
- Berechnung der Determinante einer Matrix: Einträge sind Polynome

$$\det \begin{pmatrix} 2x + 5 & 7x^2 - 3x \\ 4x^2 + 2 & x^3 + x - 9 \end{pmatrix}$$

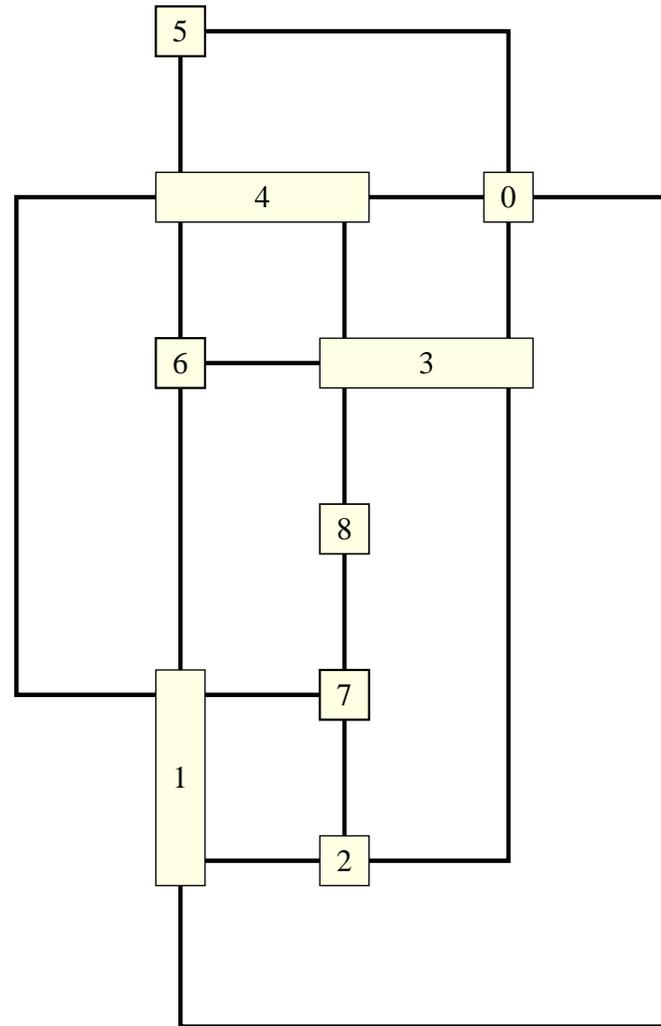
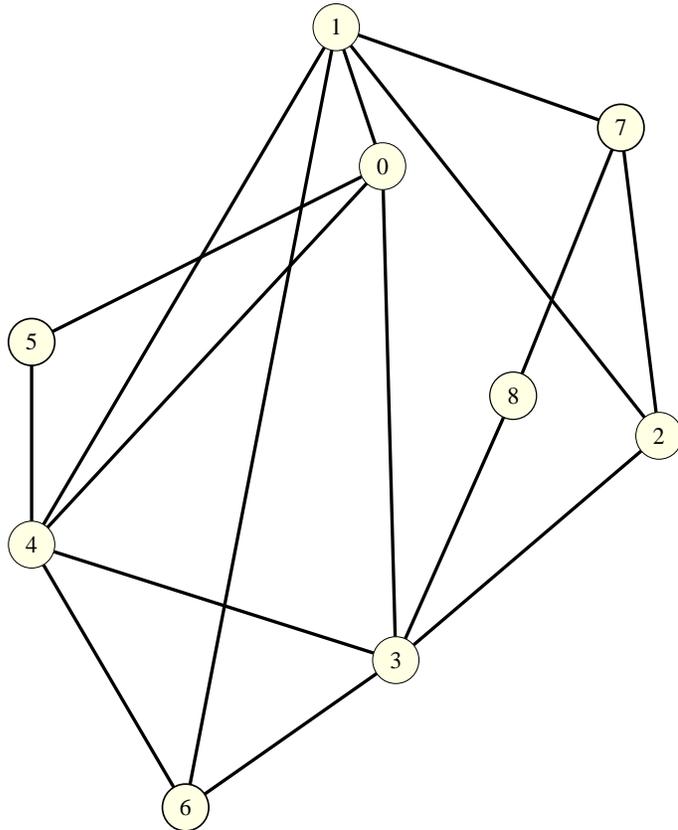
- Ergebnis ist Polynom $p(x)$ vom Grad 4 in Anwendung: Grad 100
- setze 101 konkrete Werte für x ein, etwa $x = 0, x = 1, \dots, x = 100$ und
- berechne 101 ganzzahlige Determinanten (parallel auf der GPU)
- dann kennt man $p(0), p(1), \dots, p(100)$
- finde nun p durch Interpolation
- **Emylyanenko (2008):** Speed-up um Faktor 50



- Eingabe: Polygone mit gekrümmten Kanten, hier grün und blau
- Ausgabe: Vereinigung (Schnitt, ...) der Eingabepolygone
- Algorithmen arbeiten für jede Eingabe (nur wir)

MPI-INF Geometric Computing Group: viele Publikationen

Graphenzeichnen



- verwandle Gestrüpp in eine übersichtliche Zeichnung



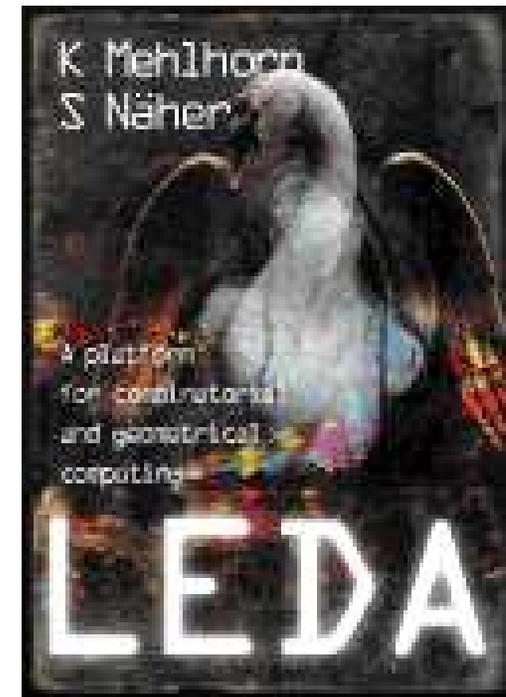
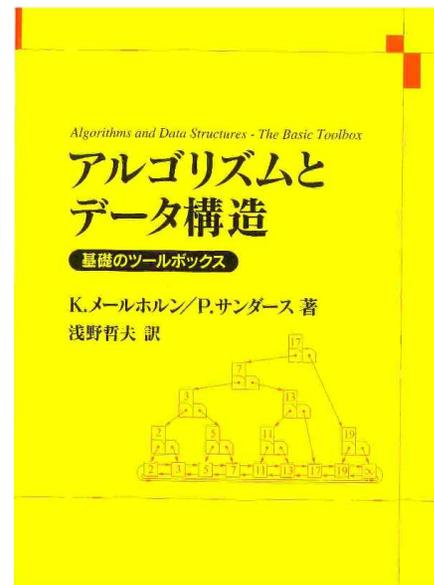
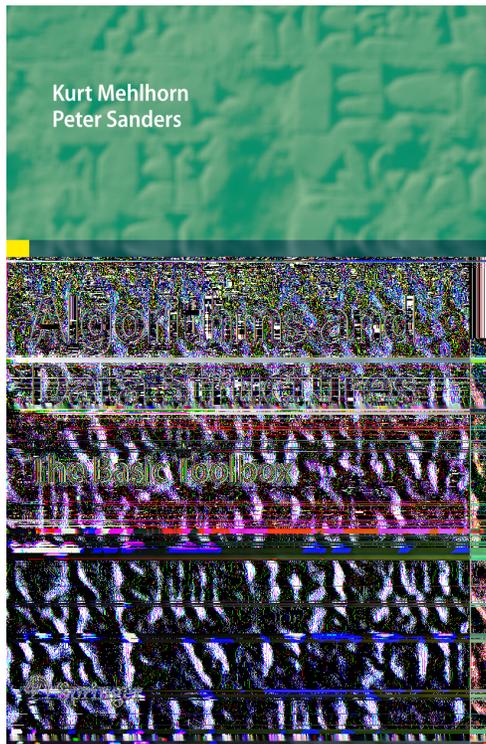
courtesy of yWorks GmbH

Falls sie noch mehr wissen wollen



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

deutsche Über-
setzung in weni-
gen Wochen



Webseiten von Algorithmic Solutions GmbH und yWorks GmbH