

Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

VL 13 – Der Schluss

Dr. rer. nat. Bastian Katz

Lehrstuhl für Algorithmen I
Institut für theoretische Informatik
Universität Karlsruhe (TH)
Karlsruher Institut für Technologie

22. Juli 2009

(Version 2 vom 27. Juli 2009)

Heute

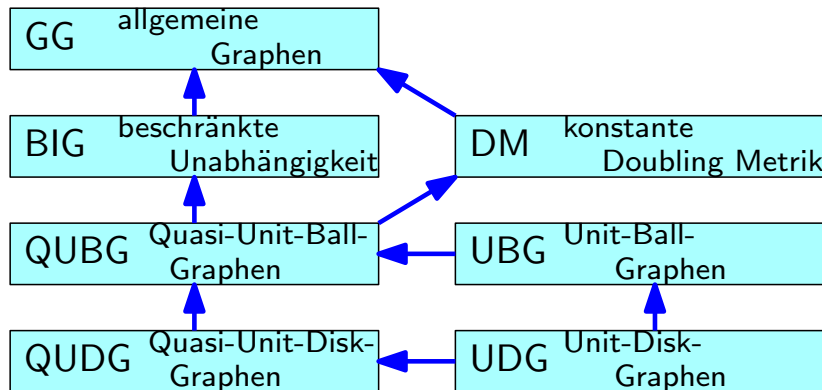
- » Modellüberblick, Trends & Exoten
 - » Mobilität
 - » Geometrie in dichten Netzen (+Film)
- » Organisatorisches
 - » Vorlesungsevaluation
 - » Werbepause
- » Prüfungen
 - » Allgemeine Bemerkungen
 - » Themen & Beispiele

Ein Rückblick auf Modelle

- » Verbindungsmodelle
- » Verteilungsmodelle
- » Interferenzmodelle
- » Berechnungsmodelle
- » Energiemodelle
- » Dynamik und Mobilität

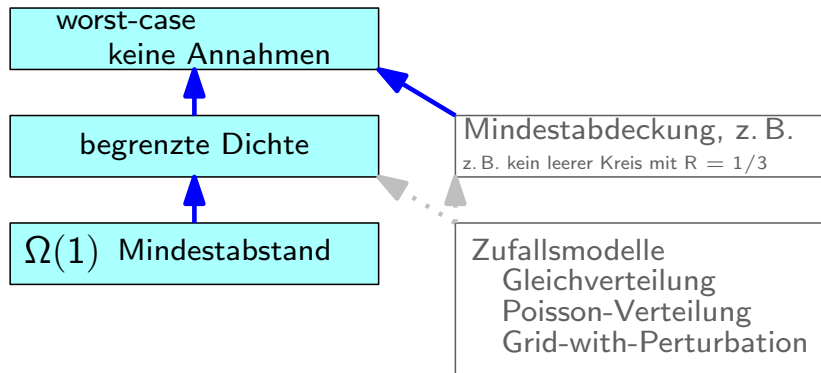
Verbindungsmodelle

Welche strukturellen Eigenschaften kann ich bei einem Sensornetzwerk annehmen?



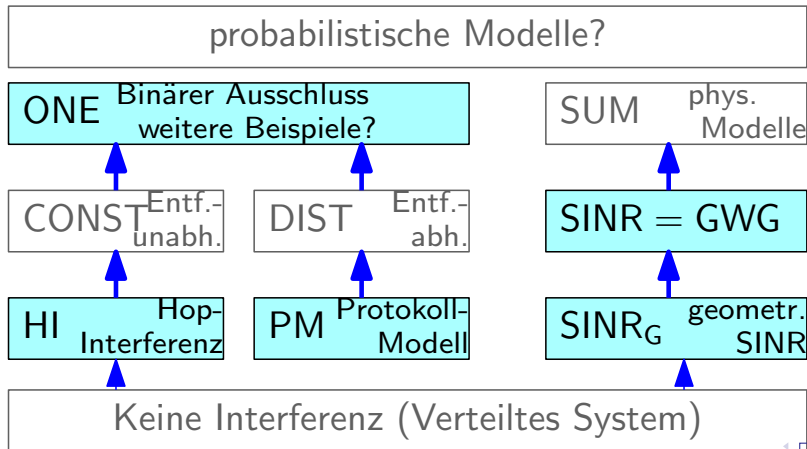
Verteilungsmodelle

Welche Annahmen habe ich darüber, wie die Knoten verteilt sind?



Interferenzmodelle

Wie beeinflussen sich gleichzeitige Übertragungen?

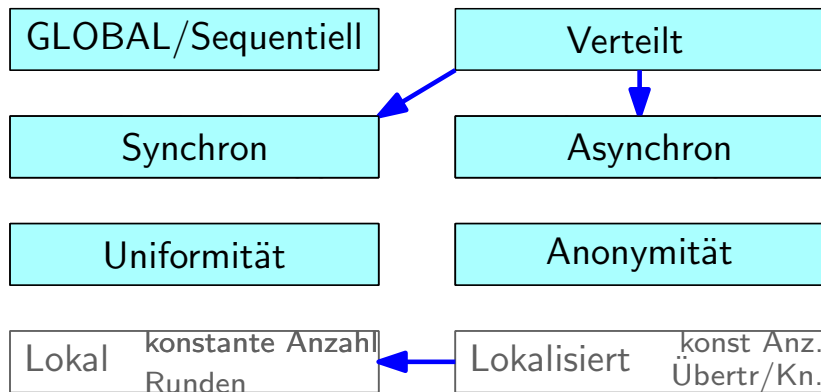


Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze



Berechnungsmodell

Welche Voraussetzungen bringen Knoten mit?



Energieverbrauch

Welche Effekte berücksichtigen wir, wenn wir Energieverbrauch minimieren wollen?

- » Übertragungen
 - » Nachrichtenkomplexität?
 - » Entfernungsabhängige Kosten
 - » Sendeleistungen, die Interferenz berücksichtigen?
- » Wartezeiten
 - » Zeit, in der der Empfänger angeschaltet ist
 - » Zeit, in der der Knoten nicht schläft
- » ...

Viele Parameter, oft noch vom Berechnungsmodell „verdeckt“.

Dynamik

Wie analysiert man, wie sich Algorithmen in dynamischen Szenarien verhalten?

- » Kanten unterliegen Störungen
- » Knoten verschwinden oder kommen hinzu
- » Knoten bewegen sich

- » viele Simulationen, aber keine anerkannten Modelle
- » wenige belastbare Aussagen
 - » Bsp: Routen in dichten Netzen bei fester Maximalgeschwindigkeit garantiert
 - » Bsp: benötigte Puffergrößen in Data-Gathering-Protokollen im Vergleich zur Erfolgswahrscheinlichkeit

Wie macht man eine worst-case-Abschätzung, wenn im worst-case fast alles passieren kann? **Damit tut sich die Algorithmik schwer!**

Mobilität

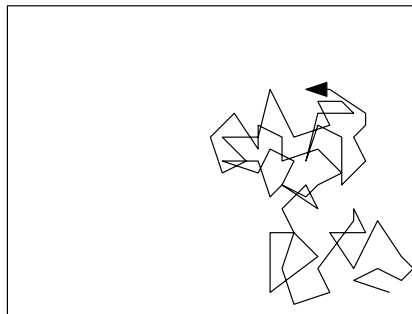
Kann man wenigstens für Simulationen vernünftig beschreiben, wie sich Knoten bewegen könnten?

» Sinnvoller Zufall statt worst-case!

Random Walk

Jeder Knoten wählt alle k Zeiteinheiten eine Richtung und eine Geschwindigkeit aus einem Intervall $[0, v_{\max}]$.

- » an den Grenzen wird reflektiert
- + einfach genug?
- sehr wirre Bewegungen

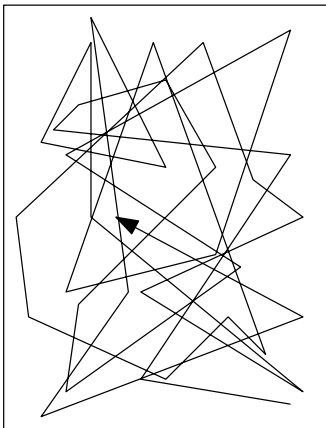


Mobilität II: Random Waypoints

Random Waypoint

Jeder Knoten wählt zu Beginn einen Zielpunkt und eine Geschwindigkeit aus einem Intervall $[v_{\min}, v_{\max}]$. Kommt er dort an, wählt er die beiden Parameter neu.

- + bildet zufällige Bewegungen von echten Aktoren besser ab
- hat gemeine Tücken in der Analyse! (Welche?)



Tücke 1: Knotendichte

Egal, wie man die Knoten zu Beginn plziert, nach einiger Zeit ist die Dichte der Knoten überall gleich hoch, oder?

» das stimmt beim Random Walk, aber hier nicht!

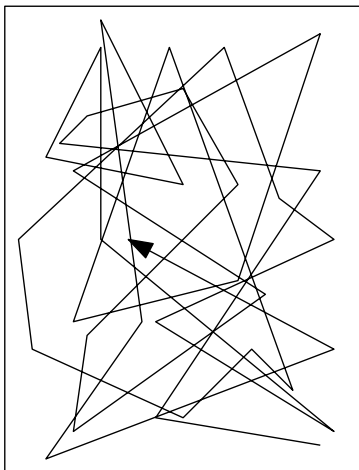
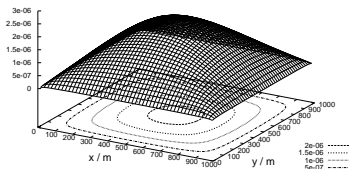


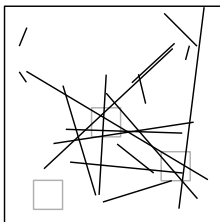
Bild: Bettstetter/Wagner

Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

Tücke 1: Knotendichte

Egal, wie man die Knoten zu Beginn plaziert, nach einiger Zeit ist die Dichte der Knoten überall gleich hoch, oder?

- das stimmt beim Random Walk, aber hier nicht!



Beobachtung

Zu einem beliebigen (späten) Zeitpunkt ist jeder Knoten auf dem Weg zwischen zwei Knoten A und B .

- die sind nicht gleichverteilt, höhere Entfernungen sind wahrscheinlicher
- schon bei gleichverteilten A, B ist die Wahrscheinlichkeit einer Fläche im Zentrum deutlich höher, überschritten zu werden!

Bild: Bettstetter/Wagner

Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

Tücke 2: $v_{\min} = 0$

Was passiert, wenn wir Geschwindigkeit auch nur aus Intervall $(0, v_{\max}]$ wählen? Dann sollten sich Knoten im Schnitt etwa mit Geschwindigkeit $v_{\max}/2$ bewegen, oder?

- direkt nach dem Start: $v_{\max}/2$ (alles im grünen Bereich!)
 - und ab dann nimmt sie ab!
- intuitive Begründung:
 - je langsamer sich ein Knoten bewegt, um so länger tut er das wahrscheinlich!
- man kann sogar zeigen, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit gegen 0 geht
 - selbst in Einreichungen auf größeren Konferenzen unterläuft Autoren dieser Fehler

Geometrie dichter Netze

Beobachtung

Sehr dichte Netze verhalten sich fast wie ein kontinuierliches Gebilde.

- » Hop-Entfernungen nähern sich Euklidischen Entfernungen immer weiter an
- ⇒ Geometrische Konstruktionen möglich?
 - » Beispiel Lokalisierung
 - » Markiere einige Randknoten als Anker
 - » flute erste ankommende Nachricht
 - » Knoten, die zwei Nachrichten hören, belegen Kante im Voronoi-Diagramm (Dual: Delaunay-Kante!)



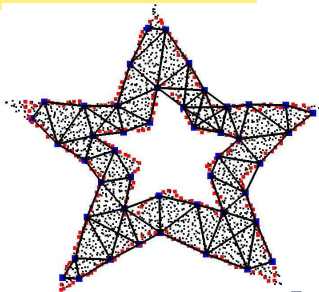
Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

Geometrie dichter Netze

Beobachtung

Sehr dichte Netze verhalten sich fast wie ein kontinuierliches Gebilde.

- » Hop-Entfernungen nähern sich Euklidischen Entfernungen immer weiter an
- ⇒ Geometrische Konstruktionen möglich?
 - » Beispiel Lokalisierung
 - » Markiere einige Randknoten als Anker
 - » flute erste ankommende Nachricht
 - » Knoten, die zwei Nachrichten hören, belegen Kante im Voronoi-Diagramm (Dual: Delaunay-Kante!)
 - » (Kreuzungen möglich!)

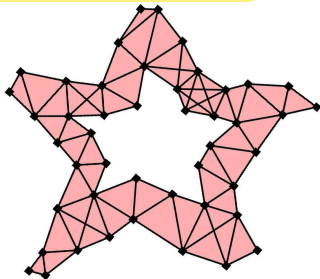


Geometrie dichter Netze

Beobachtung

Sehr dichte Netze verhalten sich fast wie ein kontinuierliches Gebilde.

- » Hop-Entfernungen nähern sich Euklidischen Entfernungen immer weiter an
- » Geometrische Konstruktionen möglich?
- » Beispiel Lokalisierung
- » Markiere einige Randknoten als Anker
- » flute erste ankommende Nachricht
- » Knoten, die zwei Nachrichten hören, belegen Kante im Voronoi-Diagramm (Dual: Delaunay-Kante!)
- » (Kreuzungen möglich!)
- » Bestimme Layout aus VG und „Abständen“



Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze



Geometrie dichter Netze

Beobachtung

Sehr dichte Netze verhalten sich fast wie ein kontinuierliches Gebilde.

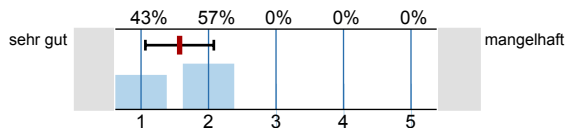
- » Hop-Entfernungen nähern sich Euklidischen Entfernungen immer weiter an
- ⇒ Geometrische Konstruktionen möglich?
 - » Beispiel Lokalisierung
 - » Markiere einige Randknoten als Anker
 - » flute erste ankommende Nachricht
 - » Knoten, die zwei Nachrichten hören, belegen Kante im Voronoi-Diagramm (Dual: Delaunay-Kante!)
 - » (Kreuzungen möglich!)
 - » Bestimme Layout aus VG und „Abständen“



Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

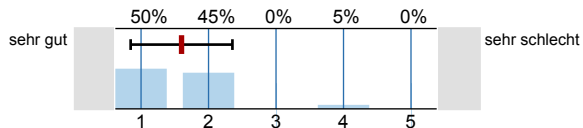
Vorlesungsevaluation

» Wie benoten Sie die Lehrveranstaltung insgesamt?



n=21
mw=1.57
s=0.51

» Wie ist die Lehrveranstaltung strukturiert?



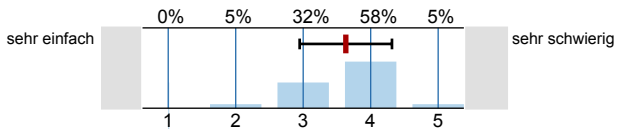
n=20
mw=1.6
s=0.75

» „Inhalt wirkt sehr zusammengewürfelt.“

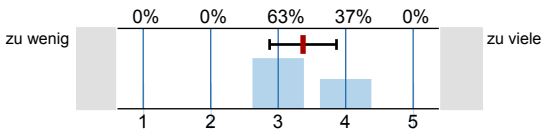
» Das tut mir leid, allerdings ist das ein Problem, unter dem auch Bücher und andere Vorlesungen zu dem Thema leiden..

Vorlesungsevaluation

» Inhalt



» Umfang

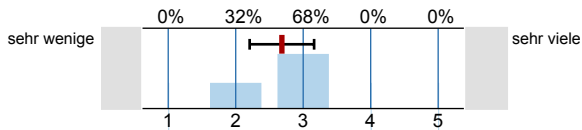


» „Übungsblätter?“

» sehe ich auch als Bereicherung

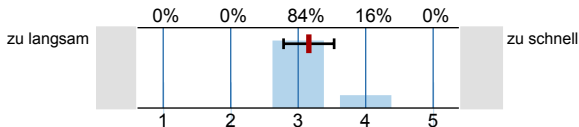
Vorlesungsevaluation

» Erforderliche Vorkenntnisse



n=19
mw=2.68
s=0.48

» Tempo



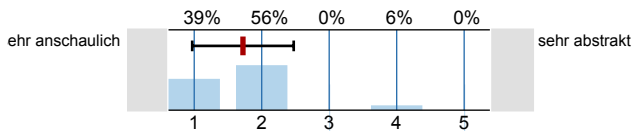
n=19
mw=3.16
s=0.37

» „In kurzer Zeit viele Begriffe, schwer zu merken“

» „Bei schwierigen Stellen zu schnell“

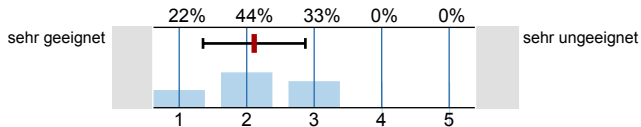
Vorlesungsevaluation

» Anschaulichkeit (durch Beispiele)



n=18
mw=1.72
s=0.75

» Eignung der Lernmaterialien



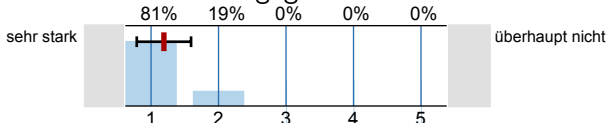
n=18
mw=2.11
s=0.76
E.=1

» „Anschauliche Beweise, genaue Erklärung“

» „kein Skript, Algorithmen schwer nachzuvollziehen nur auf Basis der Folien“

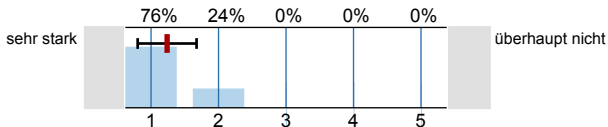
Vorlesungsevaluation

» Wirkt der Dozent engagiert und motiviert?



n=21
mw=1.19
s=0.4

» Geht der Dozent auf Fragen und Belange der Studenten ein?



n=21
mw=1.24
s=0.44

» „Motivierter Dozent“, „Sehr interaktiv“

Seminar: Algorithmen für Sensornetze

- » Seminar im WS 09/10
- » Ähnliche Themen wie in der Vorlesung
- » Ablauf
 - » Einarbeitung in ein algorithmisches Problem
 - » 5-minütiger Kurzvortrag nach 5-6 Wochen
 - » Ausführlicher Vortrag gegen Ende des Semesters
 - » Schriftliche Ausarbeitung
- » Vorbesprechung: 20.10. um 9:45 Uhr im SR 131 (Geb. 50.34)
- » Weitere Informationen:
 - » http://algo2.iti.uka.de/sensornets_09.php
 - » Dennis Schieferdecker (Raum 220, schiefer@ira.uka.de)
 - » Markus Völker (Raum 306, mvoelker@ira.uka.de)

Prüfungstermine

- » Bitte Termine frühzeitig ausmachen
 - » auch in anderen Kombinationen muss Prof. Wagner die Vorlesung mit prüfen
 - » Achtung: VL ist einmalig und wird nur in den nächsten 3 Semestern geprüft!
- » Wer auch Routenplanungs-Vorlesung prüfen lassen will, sollte über den 31. August ernsthaft nachdenken!
 - » einzige Möglichkeit, alle Vorlesungen von *Dozenten* prüfen zu lassen

Material

- im allgemeinen sollten die Folien zum Lernen ausreichen
 - was da nicht erklärt wird, ist nicht Gegenstand der Forschung
 - Aussagen ohne Beweise sollte man trotzdem kennen
- Weiterlesen ist nicht verboten
 - im Buch: einige Kapitel entsprechen fast direkt der Vorlesung
 - in Referenzen: bei Unklarheiten
 - (nicht alle Referenzen sind wirklich geeignet zum Nachschlagen)
- Fehler auf Folien bitte melden!
 - Korrekturen an Folien werden *ab heute* auf der VL-Seite explizit aufgeführt
- bei Fragen stehe ich per Email oder im Büro zur Verfügung (außer zweite Augushälfte)

Beispielfragen VL01 – Einführung

- » Erklärung von Grundbegriffen
 - » Begriffe verteilte Algorithmen
 - » Komplexität, Anonymität, Uniformität
- » Fragen nach Modellen (durch ganze VL)
 - » Was für Modelle haben wir kennengelernt für...
 - » Vernetzung, Interferenz, ...
 - » wofür sind sie gut?
- » Beschreibung Link-Reversal-Algorithmus
 - » generell: Algorithmen sollte man skizzieren können!
 - » Aussagen zu Korrektheit und Laufzeit
 - » Beweisidee skizzieren

Beispielfragen VL02 – Georouting

- Welche grundlegenden Varianten von Georouting haben wir behandelt?
 - Vorteile/Nachteile
- Welche Modelle sind Voraussetzung für Facettenrouting?
 - Was braucht man für Korrektheit, was für Laufzeitanalyse?
- Welche Ideen sind über die Zeit ins FR eingeflossen und warum?
 - was leistet jede Verbesserung gegenüber Vorgänger?
 - warum sind wir mit dem Ergebnis zufrieden?
- zu welchen anderen Themen gibt es Bezüge?

Beispielfragen VL03 – Location Services

- » Was ist ein Location Service?
 - » was für Eigenschaften haben Netze, in denen solche Dienste Sinn ergeben?
- » Welche Ziele verfolgen wir?
 - » warum leisten einfache Lösungen das nicht? Beispiele?
- » was unterscheidet die Ansätze von GLS/MLS voneinander?
 - » Was leisten/fordern sie jeweils?
 - » Grundzüge der Verfahren skizzieren
 - » Erklären, welche Punkte für Korrektheit/Laufzeit wichtig sind

Beispielfragen VL04 – Topologiekontrolle

- » Welche Ziele kann man mit Topologiekontrolle verfolgen?
- » Welche Mittel kann man einsetzen?
- » Wofür haben wir Minimale Spannbäume ausgenutzt?
 - » Was haben wir erreicht? Wie?
- » Was sind wichtige Eigenschaften von geometrischen Graphen?
 - » Welche sind relevant? Wofür noch?
- » was hat Topologiekontrolle mit Interferenz zu tun?

Allgemeine Hinweise

- » Algorithmen sollte man beschreiben können
 - » und darauf zeigen können, welche Ideen wichtig für Korrektheit/Laufzeit sind
- » Voraussetzungen sollte klar sein
 - » einzelne Themen haben sehr unterschiedliche Sichten!
- » Definitionen und Kernaussagen sollten bekannt sein
- » Beweise muss man nicht vorführen können
 - » aber die wesentlichen Zutaten sollte man im Kopf haben
 - » was ist der entscheidende Kniff?

Gibt es noch Fragen?

Vielen Dank

- für das zahlreiche und regelmäßige Erscheinen
- für die aktive Mitarbeit
- für das Interesse an einem noch nicht überall ausgereiften Thema der Algorithmik
 - (und für die Nachsicht bei einer noch nicht ganz ausgereiften Vorlesung darüber)

Schöne Semesterferien und viel Erfolg bei der Vorbereitung auf die Prüfungen!

Literatur

- 1 S. Schmid, R. Wattenhofer: *Algorithmic Models for Sensor Networks*. In: *14th International Workshop on Parallel and Distributed Real-Time Systems (WPDRTS)*, 2006
- 2 C. Bettstetter, C. Wagner: *The Spatial Node Distribution of the Random Waypoint Mobility Model*. In: *Mobile Ad-Hoc Netzwerke, 1. deutscher Workshop über Mobile Ad-Hoc Netzwerke WMAN*, 2002
- 3 J. Yoon, M. Liu, B. Noble: *Random waypoint considered harmful*. In: *IEEE In Proceedings of the 22nd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM) 2*, 2003