

Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

VL 13 – Der Schluss

Dr. rer. nat. Bastian Katz

Lehrstuhl für Algorithmik 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

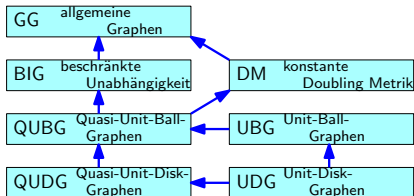


Ein Rückblick auf Modelle

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

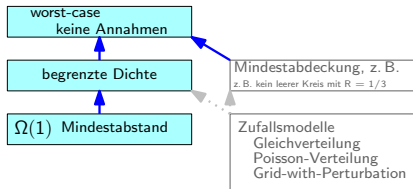
Verbindungsmodelle

Welche strukturellen Eigenschaften kann ich bei einem Sensornetzwerk annehmen?



Verteilungsmodelle

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

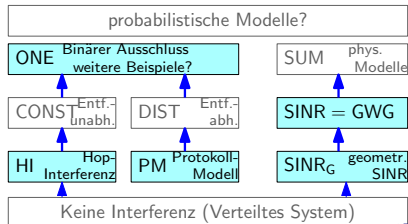


Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze



Interferenzmodelle

Wie beeinflussen sich gleichzeitige Übertragungen?

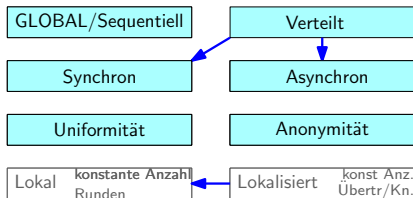


Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze



Berechnungsmodell

Welche Voraussetzungen bringen Knoten mit?



Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze



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“.

Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze



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

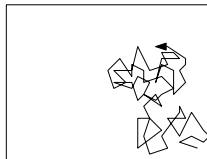
Kann man wenigstens für Simulationen vernünftig beschreiben, wie sich Knoten bewegen könnten?

- 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

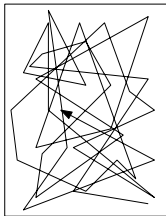


Mobilität II: Random Waypoints

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.

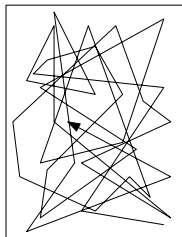
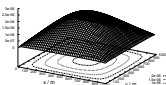
- + bildet zufällige Bewegungen von echten Akteuren besser ab
- hat gemeine Tücken in der Analyse! (Welche?)



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!



Tücke 1: Knotendichte

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

- das stimmte 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!

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

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!)



Bastian Katz – Algorithmen für Ad-hoc- und Sensornetze

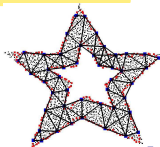


Geometrie dichter Netze

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!)



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

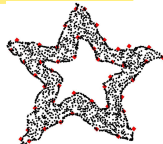


Geometrie dichter Netze

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

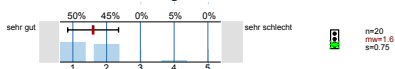


Vorlesungsevaluation

- Wie benoten Sie die Lehrveranstaltung insgesamt?



- Wie ist die Lehrveranstaltung strukturiert?

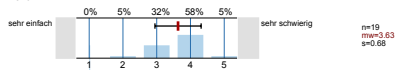


- „Inhalt wirkt sehr zusammengewürfelt.“

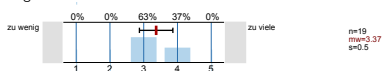
- Das tut mir leid, allerdings ist das ein Problem, unter dem auch Bücher und andere Vorlesungen zu dem Thema leiden..

Vorlesungsevaluation

- Inhalt



- Umfang



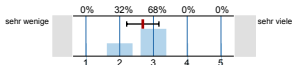
- „Übungsblätter?“

- sehe ich auch als Bereicherung



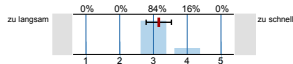
Vorlesungsevaluation

» Erforderliche Vorkenntnisse



n=19
mw=2.68
s=0.48

» Tempo



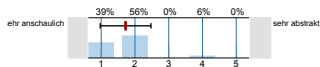
n=19
mw=3.16
s=0.37

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

» „Bei schwierigen Stellen zu schnell“

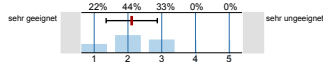
Vorlesungsevaluation

» Anschaulichkeit (durch Beispiele)



n=18
mw=1.72
s=0.75

» Eignung der Lernmaterialien



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

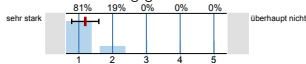
» „Anschauliche Beweise, genaue Erklärung“

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



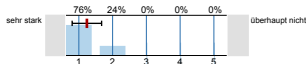
Vorlesungsevaluation

» 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, dschiefer@ira.uka.de)
- » Markus Völker (Raum 306, mvölker@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
 - » Beweidee 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

- S. Schmid, R. Wattenhofer: *Algorithmic Models for Sensor Networks*. In: *14th International Workshop on Parallel and Distributed Real-Time Systems (WPDRTS)*, 2006
- 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
- 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

