



Untersuchung von Beschleunigungsverfahren für den Dijkstra-Algorithmus im Zusammenhang mit multimodalem Routing

David Georg Reichelt

davidgeorg_reichelt@yahoo.de

22. September 2012

Agenda

- 1 Motivation
- 2 Grundlagen
- 3 Untersuchung
- 4 Zusammenfassung und Ausblick

Motivation

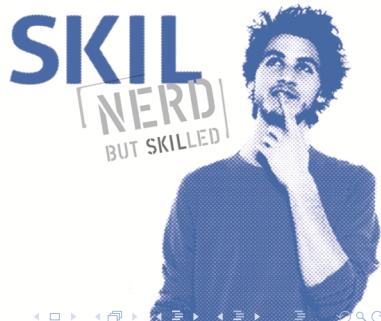




Abbildung : Quelle:
<http://stadtrad.hamburg.de>



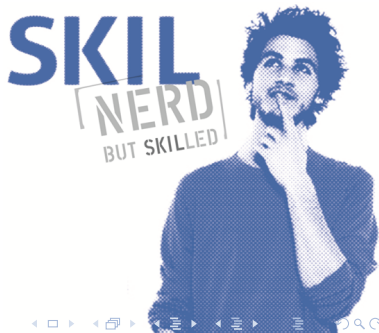
Abbildung : Quelle:
<http://www.teilauto.net/>



Abbildung : Quelle:
<http://www.nextbike.de/>

- Veränderung unserer Mobilität: multimodale Mobilität
- Finden von exakten kürzesten Wegen notwendig
- Kontext: Untersuchung verschiedener Verfahren für HBT

Grundlagen



Dijkstra-Algorithmus

Listing 1: Pseudocode des Dijkstra-Algorithmus

```
1 Q = {(s, 0)}
2 while ( !Q.empty() )
3 {
4   k = Q.extractMin();
5   for ( n : k.nachbarn() )
6   {
7     if ( n.d > k.d + d(k, n) )
8     {
9       n.d = k.d + d(k,n);
10      n.π = k;
11      Q.enqueue(n, n.d);
12    }
13  }
14 }
```

Beschleunigungsverfahren

- Hierarchisch: Reichweitenbasiertes Pruning (Gutman, 2004), Highway-Hierarchien (Sanders und Schultes, 2005), Kontraktionshierarchien (Geisberger, 2008)
- Zielgerichtet: ALT (Goldberg et al., 2005), PCD (Maue et al, 2009), Bogen-Reichweiten (Hilger et al., 2009)
- Sonstige: Transitknotenrouting (Bast et al., 2006)

Reichweitenbasiertes Pruning

- Grundidee: nur einige Knoten kommen auf langen kürzesten Wegen vor (Gutman, 2004)
- Reichweite eines Knotens bzgl. Pfad $P = \langle k_1, k_2, \dots, u, \dots, k_n \rangle$:
$$r_P(u) = \min\{d(k_1, u), d(u, k_n)\}$$
- Reichweite eines Knotens:
Maximum der Reichweite über alle kürzesten Pfade
- Pruning von k wenn
 - $r(k) < d(s, k)$
 - $r(k) < d(k, t)$

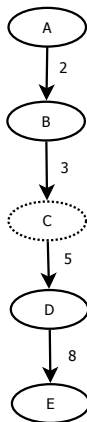
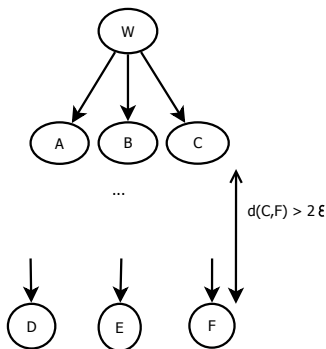


Abbildung : $r(C) = \min\{d(A, C), d(C, E)\} = 5$

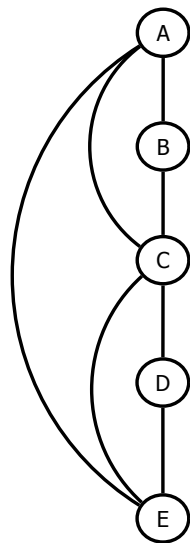
Reichweitenbestimmung

- Iteratives Verfahren, Parameter ϵ (Goldberg et al., 2006)
- Aufbau von Kürzeste-Wege-Bäumen von jedem Knoten
- Abbruch wenn alle Blätter mehr als $2 * \epsilon$ von Wurzelnachbar entfernt sind
- Löschen von Knoten mit $r(k) < \epsilon$
- Alternativ: Kanten- statt Knotenreichweiten

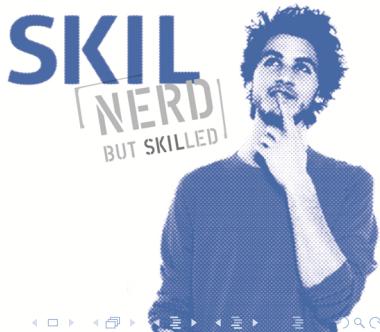


Abkürzungen

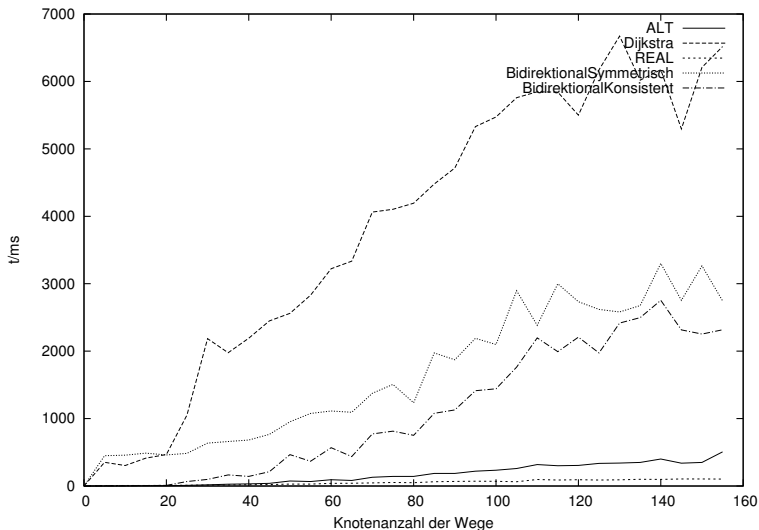
- Benachbarte Knoten mit Grad 2 (= Linie) werden "überbrückt"
- Teile von Linien (= Sublinien) werden ebenfalls überbrückt
- Abkürzungen werden nach Suche wieder in Originalkanten umgewandelt



Untersuchung

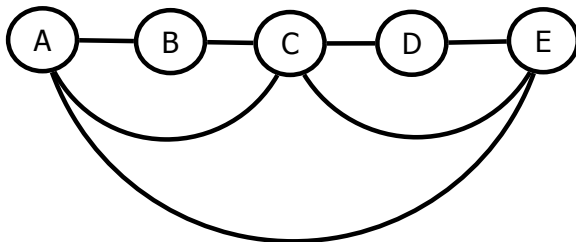


Laufzeit



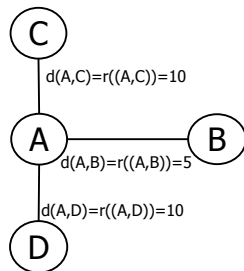
Erkenntnisse

- Überbrückte Knoten müssen Reichweiten erhalten



Erkenntnisse

- Kantenreichweiten sind weniger effizient als Knotenreichweiten



Knoten- anzahl	Knoten -Knoten(exakt)	Kante -Knoten(Exakt)	Kante(Exakt) -Knoten(Exakt)
701	31.350	129.855	89.617
1398	98.690	245.977	97.982
2097	166.450	346.431	107.723
2796	338.521	523.399	116.817
3340	392.586	554.526	121.044

Zusammenfassung und Ausblick

SKIL
NERD
BUT SKILLED



Zusammenfassung und Ausblick

- Zusammenfassung:
 - Multimodalität macht neue Verkehrsinformationssysteme notwendig
 - Diverse Beschleunigungsverfahren für Dijkstra-Algorithmus: ALT, Reichweitenbasiertes Pruning, Highway-Hierarchien, ...
 - Paper schlägt verschiedene Verbesserungsmöglichkeiten für ALT und Reichweitenbasiertes Pruning vor
- Ausblick:
 - Einbau zeitbehafteter Netze
 - Entwicklung Transitknotenrouting basierend auf Reichweiten
 - ...

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Quellen

- R. Gutman. Reach-based Routing: A New Approach to Shortest Path Algorithms Optimized for Road Networks. In 6. International Workshop on Algorithm Engineering and Experiments, Seiten 100–111, 2004.
- P. Sanders und D. Schultes. Highway hierarchies hasten exact shortest path queries. In 13th European Symposium on Algorithms (ESA), Seite 568–579, 2005.
- Andrew V. Goldberg, Haim Kaplan und Renato F. Werneck. Reach for A*: Efficient Point-to-Point Shortest Path Algorithms. In SIAM Workshop on Algorithms Engineering and Experimentation, 2006.
- H. Bast, S. Funke, D. Matijevic, P. Sanders und D. Schultes. In transit to constant time shortestpath queries in road networks. In Proc. 9th International Workshop on Algorithm Engineering and Experiments, Seiten 46 – 59. SIAM, 2006.

Quellen II

- Moritz Hilger, Ekkehard Köhler, Rolf H. Möhring und Heiko Schilling. Fast Point-to-Point Shortest Path Computations with Arc-Flags. In Shortest Paths: Ninth DIMACS Implementation Challenge. American Mathematical Society, 2009.
- J. Maue, P. Sanders und D. Matijevic. Goal-Directed Shortest-Path Queries Using Precomputed Cluster Distances. American Mathematical Society, 2009.
- R. Geisberger. Advanced Route Planning in Transportation Networks. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, 2011.