

Positionsbasiertes Routing in Ad-Hoc-Netzwerken

VIROR-Teleseminar WS 2001/2002

Ubiquitous Computing

Thomas Lang

Universität Mannheim

28. Januar 2002

Gliederung

- Motivation
- Vorgehensweise der Routingalgorithmen
- Positionsdienste
- Greedy Forwarding
- Rechte-Hand-Regel
- Greedy Perimeter Stateless Routing
- Abschlussbemerkung

Motivation

- Die zwei Hauptfaktoren die das Skalieren eines Routing-Algorithmus bestimmen sind:
 - Die Änderungsrate der Topologie.
 - Die Anzahl an Routern innerhalb dieser Topologie.
- Bisherige Routingalgorithmen für Ad-hoc-Netzwerke benötigen eine zu der Anzahl der Ziele mindestens proportionale Anzahl von Zuständen, die in den Knoten zwischengespeichert werden müssen.
- Geographisches Routing erlaubt es mit wenig zwischengespeicherten Informationen Entscheidungen zu treffen.

Vorgehensweise der Routingalgorithmen

- Traditionelle **proaktive** Algorithmen, halten den Weg durch das Netz konstant aufrecht, egal ob sie zur Zeit verwendet werden oder nicht.
 - z.B. Distance Vector, Link State
 - Die Protokolle wurden für Festnetze mit relativ seltenen Änderungen entworfen.
- Die hohe Dynamik der Topologie und die begrenzte Leistung der Endgeräte in Ad-Hoc-Netzwerken führte zu den folgenden Ansätzen:
 - Die Bestimmung von Wegen geschieht nur dann, wenn Daten gesendet werden sollen (**reaktiv**), oder
 - die Pakete werden anhand der physikalischen Position des Zieles weitergeleitet (**positionsbasiert**), was die Existenz eines **Positionsdienstes** voraussetzt.

Positionsdienste

Um die aktuelle Position eines bestimmten Knotens zu ermitteln, benötigt man einen Positionsdienst. Die mobilen Knoten registrieren ihren momentanen Aufenthaltsort bei diesem Dienst.

Falls einem Knoten die genaue Position des gewünschten Kommunikationspartners nicht bekannt ist, kann er diese beim Positionsdienst anfordern.

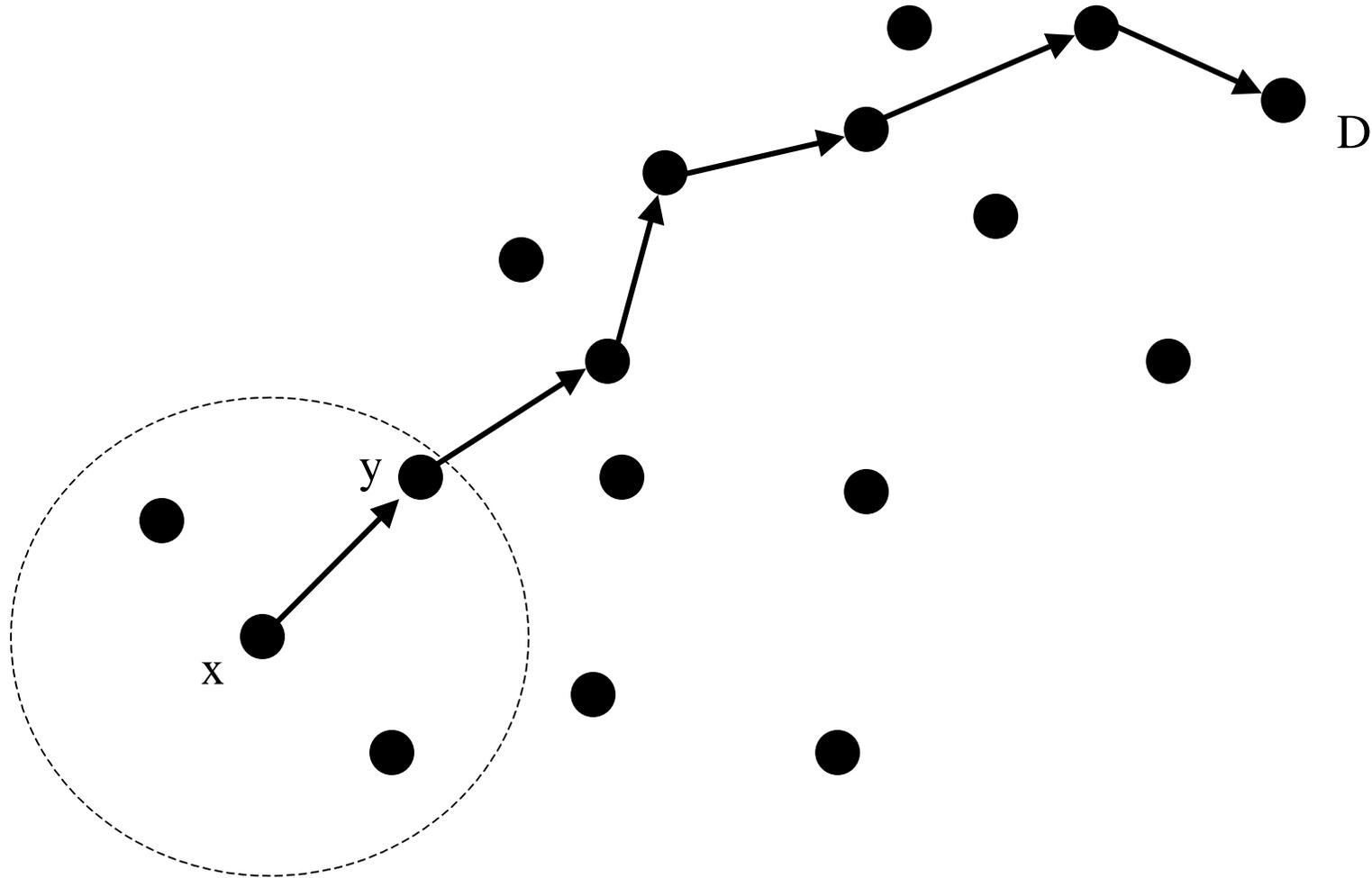
Beispiele für Positionsdienste sind:

- Homezone
- DREAM (Distance Routing Effect Algorithm for Mobility)
- Grid Location Service
- Quorum Based Location Service

Positionsdienste: Homezone

- Der Homezone-Positionsdienst basiert auf dem Konzept einer virtuellen Heimatregion (virtual home region) in der die Positionsinformationen eines Knotens gespeichert werden.
- Die Position einer Heimatregion kann durch die Anwendung einer wohlbekanntes Hashfunktion auf den Identifizierer des gesuchten Knotens ermittelt werden.
- Alle Knoten die sich in der ermittelten Region befinden müssen die Positionsinformationen für diesen Knoten pflegen.

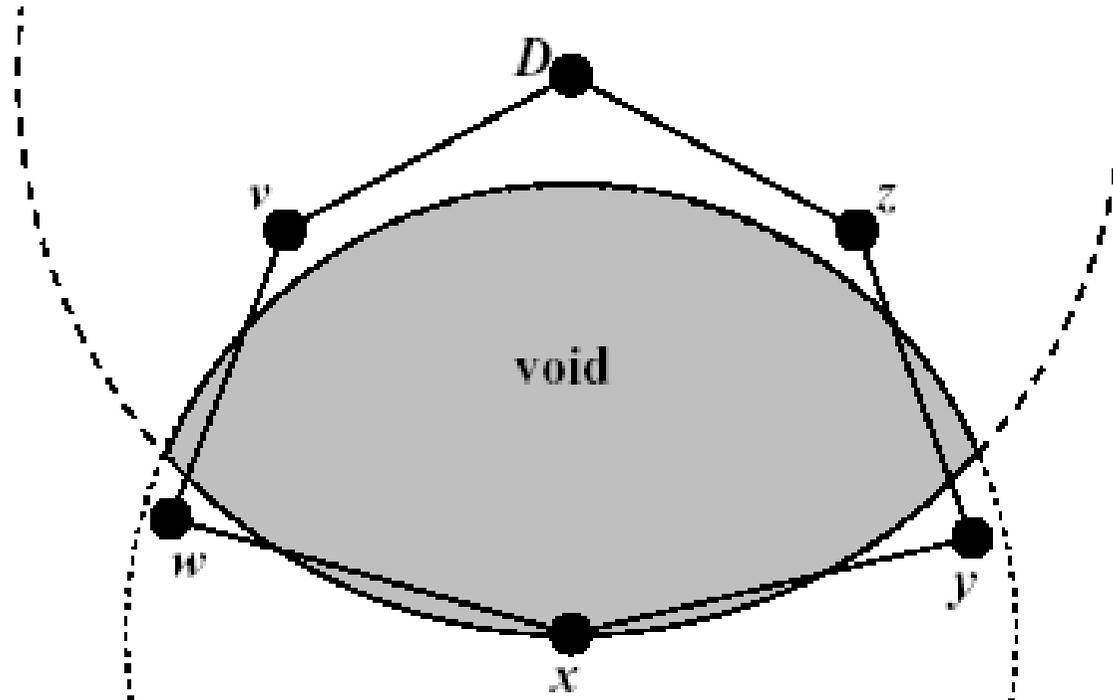
Routing-Ansatz: Greedy Forwarding Algorithmus



Eigenschaften des Greedy Forwarding

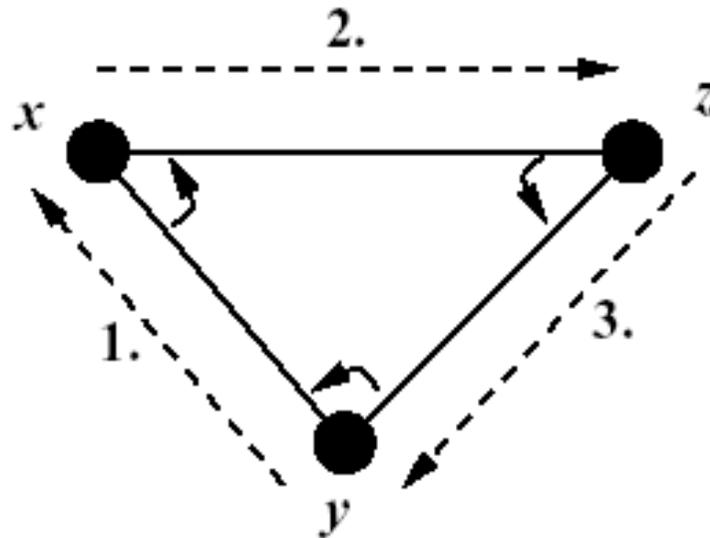
- Ein „Beaconing Protocol“ liefert jedem Knoten die Positionen seiner Nachbarn. Hierbei überträgt jeder Knoten periodisch seine eigene Position und die eigene Adresse.
- Vorteile des Greedy Forwarding:
 - Es wird nur das Wissen über die Nachbarknoten benötigt.
 - Der Algorithmus ist robust gegenüber topologischen Veränderungen, da keine Informationen über weiter entfernte Knoten benötigt werden, um korrekte Weiterleitungsentscheidungen zu treffen.
 - Je dichter das Netzwerk besetzt ist, desto kürzer werden die Wege.
- Nachteil des Greedy Forwarding:
 - Lokale Maxima können dazu führen, dass Pakete nicht weitergeleitet werden, obwohl ein Pfad existiert.

Problemfall des Greedy Forwarding

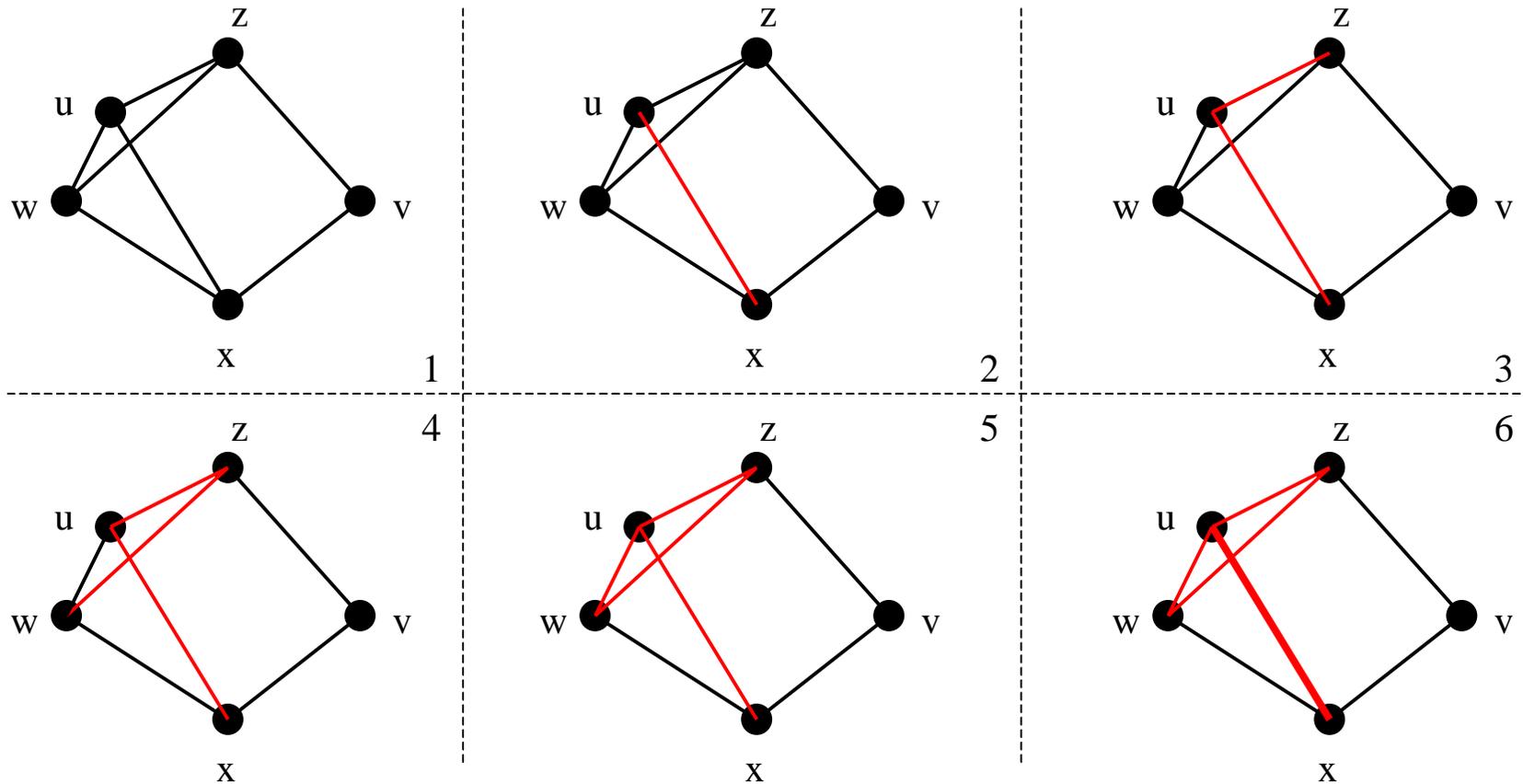


Lösungsansatz: Die Rechte-Hand-Regel:

Wenn der Knoten x vom Knoten y ein Paket erhält, wird dieses über die nächste Kante, die sich gegen den Uhrzeigersinn zu der Richtung aus der das Paket empfangen wurde befindet, weitergeleitet.



Grenzen der Rechte-Hand-Regel:



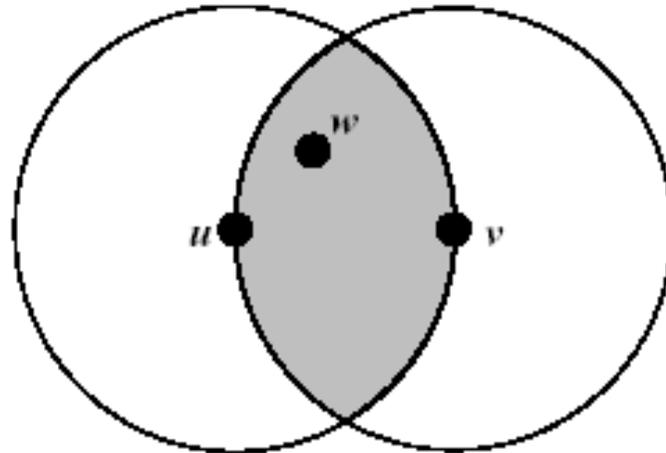
- x sendet ein Paket zu u
- Die Rechte-Hand-Regel führt zu der Strecke

$x \rightarrow u \rightarrow z \rightarrow w \rightarrow u \rightarrow x$

Lösungsansatz: Planare Graphen

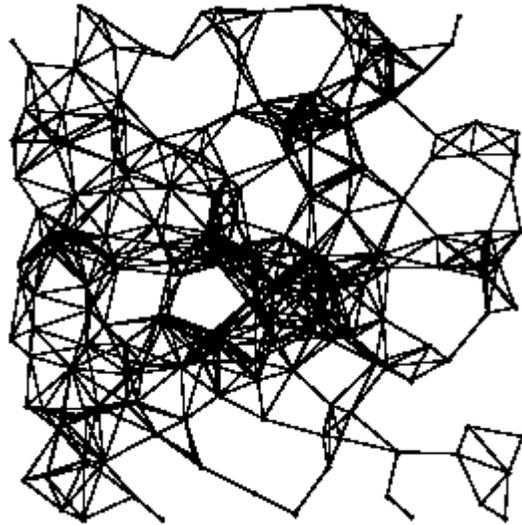
- Ein Graph, in dem sich keine Kanten kreuzen, wird als planar bezeichnet.
- Eine alternative Methode einen planaren Graphen zu erzeugen, ist der Relative Neighborhood Graph (RNG).
- Das Entfernen der Kanten welche nicht zum RNG gehören, führt zu einem Graphen, welcher bei gleicher Konnektivität, keine sich kreuzenden Kanten enthält.

Bestimmung des Relative Neighborhood Graph

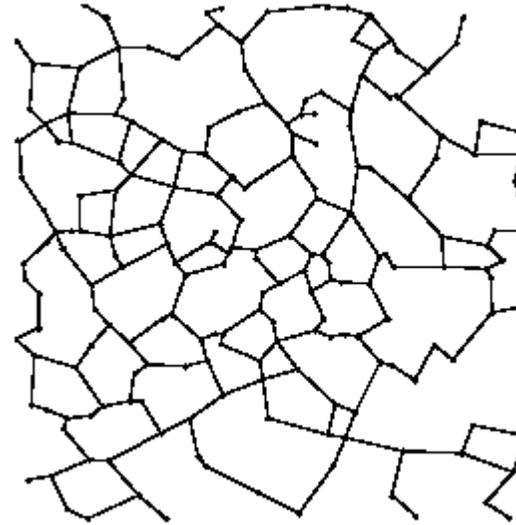


Eine Kante (u, v) existiert zwischen den beiden Knoten u und v , falls es keinen Knoten w gibt, dessen Kanten (u, w) und (w, v) einen Weg zwischen u und v darstellen dessen Kanten jeweils kürzer sind als \overline{uv} .

(Der grau schattierte Bereich des obigen Schaubilds darf keinen Knoten enthalten.)



Vollständiger Graph



Relative Neighborhood Graph

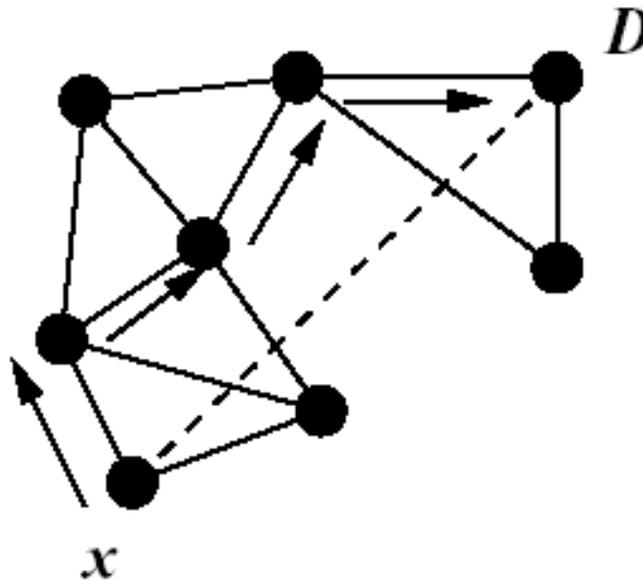
- Durch die Umwandlung des vollständigen Graphen in den RNG kann es nicht zur Partitionierung des Graphen kommen, da eine Kante (u, v) nur entfernt wird, wenn es einen Knoten w innerhalb der Reichweite von u und v gibt. (alternativer Pfad)
- Das Entfernen der Kanten kann von jedem Knoten **lokal** durchgeführt werden.

Greedy Perimeter Stateless Routing:

Kombination von Greedy Forwarding und planaren Perimetern

- GPSR wurde im Rahmen einer Doktorarbeit mit dem Titel „Geographic Routing for Wireless Networks“ im Oktober 2000 an der Harvard University von Brad Nelson Karp vorgestellt.
- Die Idee basiert auf der Veröffentlichung „Routing with guaranteed delivery in ad hoc wireless networks“ von P. Bose, P. Morin , I.Stojmenović und J. Urrutia.
- Die Knoten besitzen eine Nachbarschaftstabelle, in der die Adressen und Positionen ihrer direkten Nachbarn abgespeichert sind.
- Wenn ein Paket im Greedy-Modus erhalten wird, wird in der Nachbarschaftstabelle nach einem Knoten, der sich geographisch näher befindet, gesucht.
- Fall ein näherer Knoten existiert, wird das Paket an diesen weitergeleitet.

- Falls kein näherer Knoten gefunden wird, wird das Paket in den Perimeter-Modus übernommen.
- Das Perimeter-Routing wird nur benutzt, um das Paket von einem lokalem Maximum zu „retten“.
- Sobald ein Knoten erreicht wird, der dem Ziel näher ist als der Knoten an dem das Paket in den Perimeter-Modus übernommen wurde, wird wieder in den Greedy-Modus gewechselt.



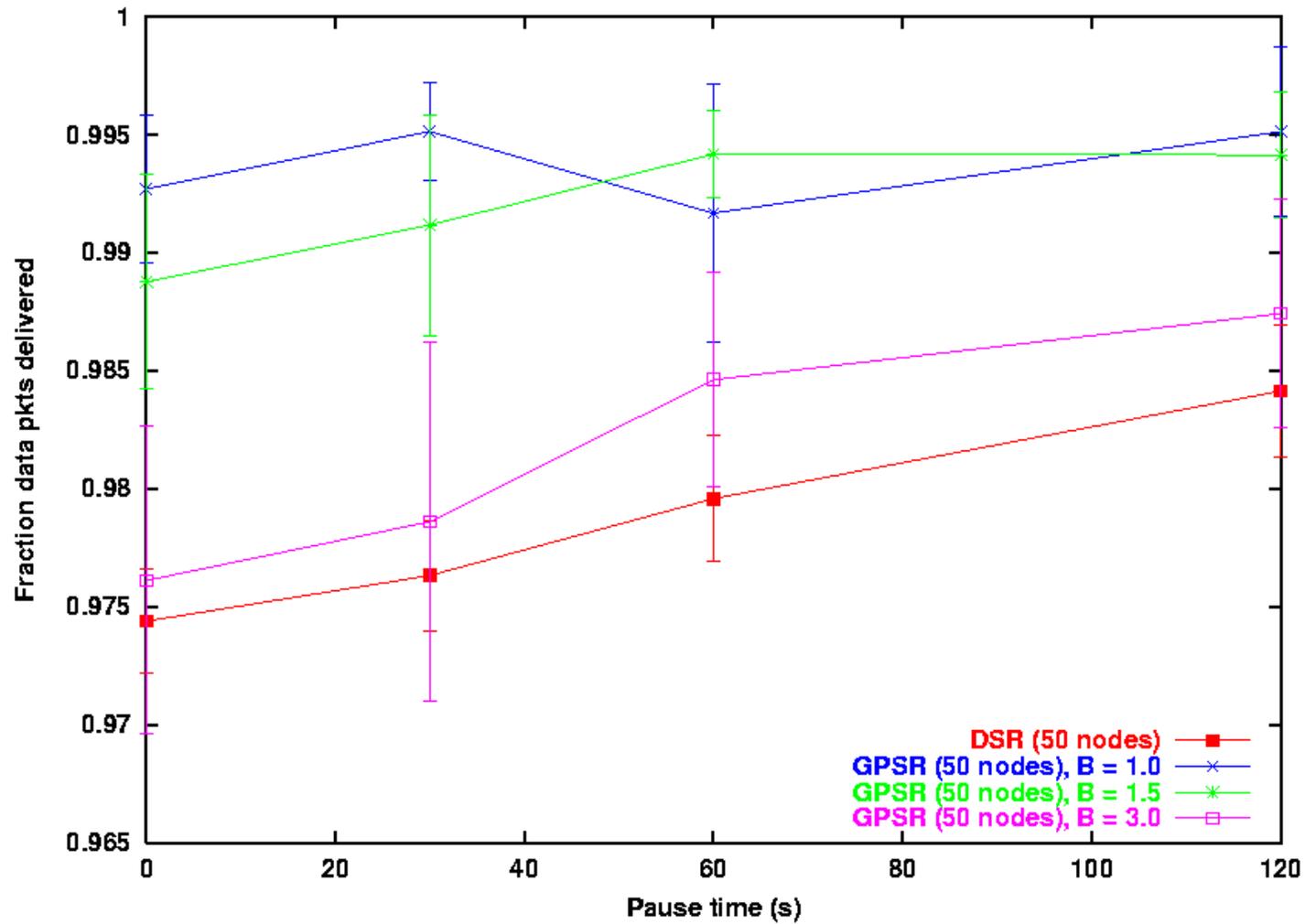
- Bei GPSR werden die Pakete im Perimeter-Modus an fortschreitend nähere Flächen des planaren Graphen, welche von der Linie \overline{xD} geschnitten werden, weitergeleitet.
- Auf jeder Fläche wird die Rechte-Hand-Regel benutzt, um eine Kante welche die Linie \overline{xD} schneidet zu erreichen. An dieser Kante wechselt die Traversierung auf die angrenzende Fläche die von \overline{xD} geschnitten wird.
(Im obigen Schaubild ist jede benutzte Fläche von \overline{xD} durchschnitten)

Simulationsergebnisse

- Simulationsumgebung:
 - Das „random waypoint model“ wurde benutzt:

Jeder Knoten wählt zufällig einen Zielknoten und eine Position, auf die er sich mit einer zufällig gewählten Geschwindigkeit hinbewegt, aus. Wenn er am Ziel angekommen ist, macht er eine kleine Pause und wiederholt dann dieses Vorgehen.
 - Die Geschwindigkeit der Knoten bewegte sich zwischen 1 und 20 m/s
 - Die Sendepausen wurden aus {0, 30, 60, 120} Sekunden gewählt
 - Die Verzögerungen durch einen Positionsdienst werden ignoriert.
 - Die Netzwerke beinhalteten 50, 112 und 200 Knoten
 - Die Funkreichweite betrug 250 m; alle Verbindungen sind synchron, alle Knoten befinden sich in derselben Ebene
 - Es wurden jeweils 30 CBR-Ströme mit einer Datenrate von 2Kbps simuliert

Erfolgsquote der Paketzustellung



Abschlussbemerkungen

- Die zukünftige Arbeit umfasst Erweiterungen für Knoten, die sich im Dreidimensionalen Raum befinden.
- Der Verkehr für das Registrieren und das Abfragen des Positionsdienstes erzeugt zusätzlichen Protokolloverhead.
- GPSR bietet:
 - Benutzung der Geographie um lokale Weiterleitungsentscheidungen zu treffen
 - geringe Protokollkomplexität
 - sehr robuste Paketzustellung in dicht besetzten Netzwerken