

Übung Sensornetze – (für 16. Dezember 2004)

Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

Aufgabe 13: SMACS

- a) Wie versucht das SMACS Protokoll Kollisionen zu vermeiden. Worin besteht der Unterschied in der Allokation des Kommunikationskanals, insbesondere im Vergleich zu den Verfahren die wir bisher kennengelernt haben?

Lösung:

Das Protokoll strebt kollisionsfreie Kommunikation an, indem für Sender und Empfänger Zeitslots reserviert werden. Im Gegensatz zu S-MAC, T-MAC etc. wird pro Slot auch eine Frequenz reserviert, wodurch sich der „Raum für die Kommunikation“ erheblich erweitert.

Übung Sensornetze – (für 16. Dezember 2004)

Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

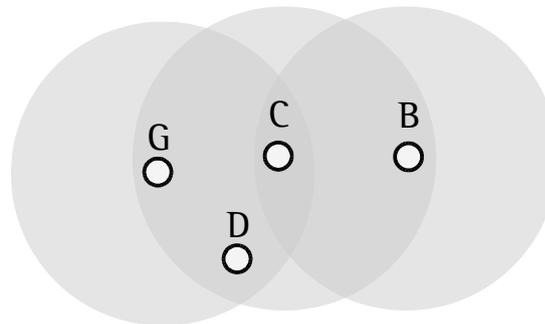
Aufgabe 13: SMACS

b) Wie wird bei SMACS das Hidden-Station bzw. Exposed Terminal Problem gelöst? Wie kann es trotzdem noch zu Kollisionen kommen?

Lösung:

Da für jede Kommunikationsrichtung ein Tupel aus Zeit und Frequenz reserviert ist, sollten Kollisionen unwahrscheinlich sein. Daher wird auch der Kanal vor dem Senden nicht abgehört. Dennoch kann es zu Kollisionen kommen.

Beispiel: Knoten C lädt Knoten seiner Umgebung zur Aushandlung eines gemeinsamen Slots ein, Knoten B meldet sich und wird auch gewählt. Die Auswahl von B wird durch C mit einer Typ 3 Nachricht bekanntgegeben. Daraufhin wählt B einen Kanal und eine Frequenz, die zuvor weder von B selbst noch von C mit einem anderen Partner benutzt wurde. B sendet diese Auswahl an C, womit die Verbindung steht.



Ein Knoten G, der zwar C, jedoch nicht B hört, bekommt davon aber nichts mit, da B von ihm aus versteckt ist. Die Nachricht zwischen B and C mit der ausgewählten Frequenz und dem Slot bekommt G daher nicht mit. Es kann dann vorkommen, dass G zufällig die genau gleiche Vereinbarung mit D trifft. Senden dann B an C und D an G, so entsteht bei C eine Kollision.

Übung Sensornetze

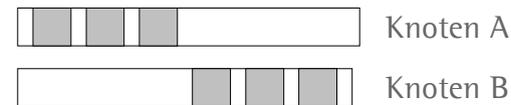
Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

Aufgabe 13: SMACS

c) Besonders wenn zwei (oder mehr) Cluster zusammenstoßen kann es vorkommen, dass sich ein Knoten mit Knoten aus dem jew. anderen Cluster nicht verbinden kann. Wie kann das sein, was ist dabei „die knappe Ressource“? Konstruieren Sie beispielhaft einen Fall, in dem zwei Knoten aus unterschiedlichen Clustern keine Verbindung etablieren können.

Lösung:

Sowohl bei Knoten A als auch bei Knoten B sind noch jeweils 50 % der Slots unbesetzt, jedoch nie zur gleichen Zeit. Daher kann zwischen A und B keine Kommunikation stattfinden.



Grundsätzlich kann jede Menge von Knoten eines gemeinsamen Sendebereichs aus einem Pool von Kommunikationskanälen wählen, die aus einer Kombination von Slots und Frequenzen bestehen. So gesehen gibt es viele Möglichkeiten Verbindungen aufzubauen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich die Pools unterschiedlicher Sendebereiche (auch innerhalb eines Clusters) überlappen.

| | Slot 1 | Slot 2 | Slot 3 | Slot 4 | Slot 5 | Slot 6 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Freq A | | | | | | |
| Freq B | | | | | | |
| Freq C | | | | | | |
| Freq D | | | | | | |

Die eigentlich knappe Ressource sind vielmehr die Anzahl der Zeit-Slots, die jeder Knoten zur Verfügung hat. Denn er kann nur mit jeweils einer Station auf einmal kommunizieren. Ein Wechsel der Frequenz bringt hier also keine zusätzlichen Kanäle. Daher werden zwischen individuellen Partnern möglicherweise keine Verbindungen entstehen. Zwischen unterschiedlichen Paaren von Knoten spielt diese Knappheit keine Rolle, da hier auch Zeitslots auf unterschiedlichen Frequenzen vielfach belegt werden können.

Übung Sensornetze

Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

Aufgabe 13: SMACS

d) Könnten Engpässe der Art aus Aufgabenteil c) durch Umsortieren der Ablaufpläne behoben werden, wenn ja wie, falls nicht warum?

Lösung:

Besonders solche Knoten können keine gemeinsamen freien Slots mehr finden, die bereits selbst viele Verbindungen zu anderen Knoten eingegangen sind und die zu unterschiedlichen Clustern gehören. Ein Umsortieren der Ablaufpläne könnte zwar verbleibende Slots an die jeweils gleiche Stelle bringen, müßte aber auch mit den früher gefundenen Nachbarn abgesprochen werden. Auch diese müßten daraufhin ihre Ablaufpläne umstellen und dies ihren Nachbarn mitteilen. So würden sich Änderungen in den Ablaufplänen immer weiter in das Netz hinein propagieren und wahrscheinlich an anderer Stelle die gleichen Probleme erzeugen.

Letztlich braucht man ein globales Optimum über alle Knoten hinweg welches bei der greedy-haften Vorgehensweise von SMACS kaum erreichbar ist.

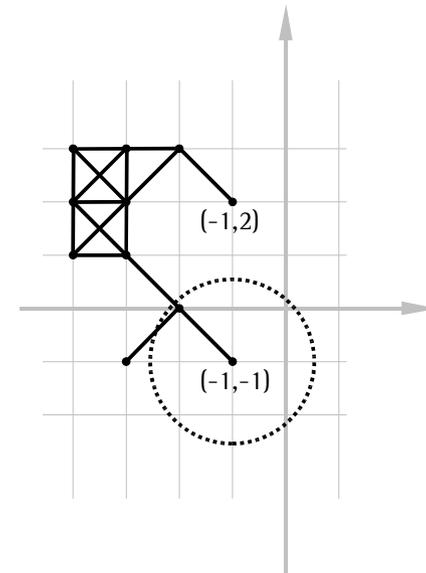
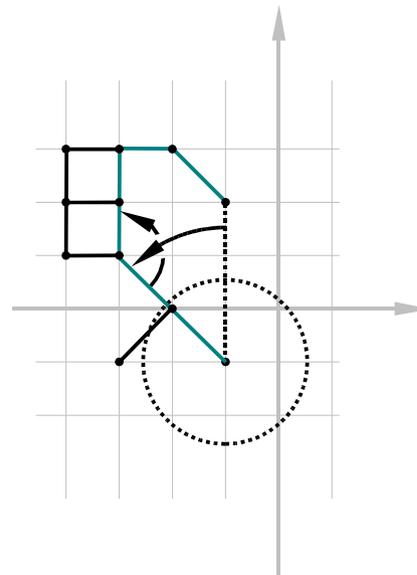
Übung Sensornetze

Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

Aufgabe 14: Geographic Hash Tables

a) Gegeben seien die Knoten in der rechten Abbildung. Jeder Knoten hat einen Senderadius von 1,5 Gitterpunkten. Der Graph, nach dem sich die Knoten nach dieser Maßgabe hören können ist ebenfalls eingezeichnet. Erzeugen Sie nach dem Algorithmus des Relative Neighborhood Graph (RNG) einen planaren Graphen, in dem sich keine Kanten mehr kreuzen.

b) Routen Sie ein Paket nach dem GPSR Verfahren von Knoten $(-1, -1)$ zu Knoten $(-1, 2)$

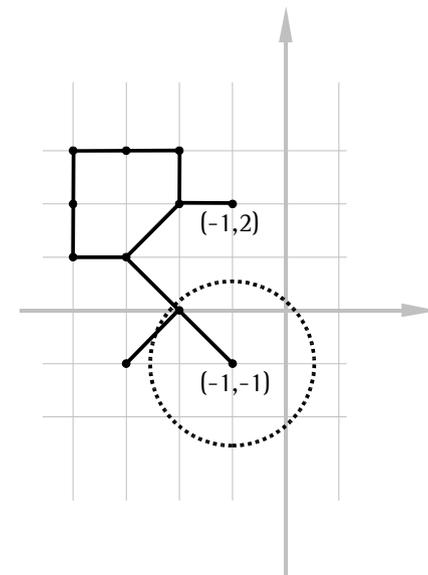


Übung Sensornetze

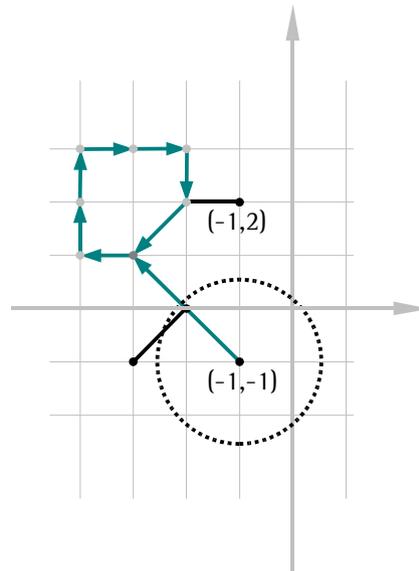
Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

Aufgabe 14: Geographic Hash Tables

- c) Knoten $(-3, 2)$ wandert auf die Position $(-2, 2)$. Kurz darauf soll das Sensornetz mit der Position $(-3, 2)$ eine Information assoziieren. Welche Knoten werden nach dem Geographic Hash Table Verfahren Replica-Knoten und welche Heimatknoten?
- d) Es wird behauptet, dass der Perimeter-Modus dazu führen kann, dass der gesamte Graph umrundet wird. Widerlegen Sie diese Behauptung oder konstruieren Sie ein Beispiel.
- e) Wieder soll eine Information mit einem Ort assoziiert werden. Eine Kette von Knoten führt zwar in die Richtung dieser Position, endet aber kurz davon in der Art einer Sackgasse, in der der letzte Knoten nur in eine Richtung verbunden ist. Wie verhält sich hier der Perimeter-Modus?



- Perimeter-Knoten
- Heimat-Knoten



Übung Sensornetze

Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

Aufgabe 15: GeoCast

In GeoCast müssen für das Routing von Paketen die Zielregionen mit den Regionen geschnitten werden, für die ein Router oder eine GeoNode verantwortlich sind. Dabei sind Kreise und Polygone als Regionen vorgesehen. Um Kreise mit anderen Regionen zu schneiden schlagen die Autoren vor einen Kreis in zehn Geradenstücke zu tessellieren und das so entstandene Polygon mit einem anderen solchen zu schneiden.

a) Warum ist dies keine gute Idee?

Lösung:

Die Zerlegung des Kreises ist unnötig, weil der Kreis durch seinen Mittelpunkt und Radius ebenso exakt wie einfach definiert ist. Ein Aufblähen dieses einfachen Gebildes in viele Geradenstücke ist nicht effizient.

Übung Sensornetze

Vorlesung 6: Routing in Sensornetzen

Aufgabe 15: GeoCast

- b) Beschreiben Sie ein besseres Verfahren, mit dem man den Schnitt eines Kreises mit einem Polygon sicher nachweisen kann. Denken Sie dabei besonders an die Normalenform einer Geraden, die wir in der Vorlesung kennengelernt haben.

Lösung:

$$\text{dist} = (\vec{P}_1 - \vec{M}) \cdot \vec{n}_0$$

wobei n_0 der Normaleneinheitsvektor mit Länge 1 ist. Ist $d <$ dem Radius des Kreises, so schneidet dieser die Linie zwischen P_1 und P_2 evtl., andernfalls liegt sicher kein Schnitt vor.

Um den Schnitt mit der Linie zweifelsfrei nachzuweisen, muss zusätzlich getestet werden, ob sich M zwischen P_1 und P_2 befindet.

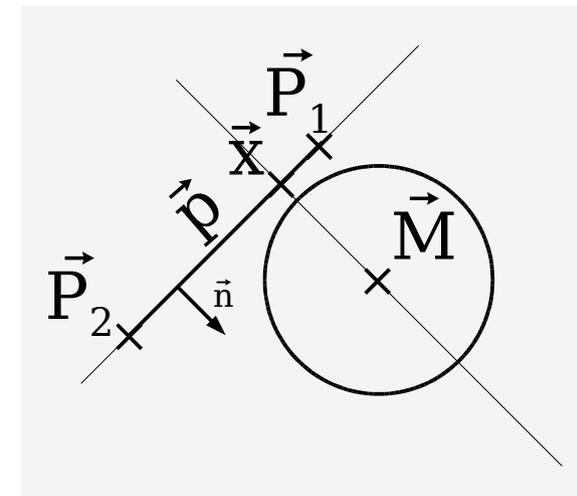
Hierzu fällt man von M das Lot auf die Gerade, um X zu erhalten. Dann betrachtet man den Parameter r der Geraden zwischen P_1 und P_2 . Ist dieser im Intervall $[0, 1]$, so schneidet M die Linie (nicht nur die Gerade).

$$\vec{X} = \vec{P}_1 + r \vec{p} \quad \vec{p} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$$

Suche dasjenige r , für das $M-X$ senkrecht auf p steht:

$$(\vec{X} - \vec{M}) \cdot \vec{p} = 0$$

$$(\vec{P}_1 + r \vec{p} - \vec{M}) \cdot \vec{p} = 0 \Leftrightarrow \vec{P}_1 \cdot \vec{p} + r \vec{p} \cdot \vec{p} - \vec{M} \cdot \vec{p} = 0 \Leftrightarrow r = \frac{\vec{M} \cdot \vec{p} - \vec{P}_1 \cdot \vec{p}}{\vec{p} \cdot \vec{p}} = \frac{\vec{p} \cdot (\vec{M} - \vec{P}_1)}{\vec{p}^2}$$



Fazit: Es ist rechnerisch einfacher die als Kreis kodierte Region unmittelbar mit den Linien des Polygons zu schneiden.