

## Übungen zur Vorlesung Rechnernetze und Verteilte Systeme

### Übungsblatt 5, SS 2009

Abgabe: 27. Mai 2009 (in der Vorlesung)

#### Aufgabe 12 - ALOHA (8 Punkte)

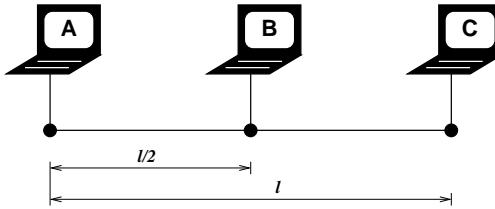
ALOHA (hawaiisch: „Hallo“) ist eines der ältesten Medienzugriffsverfahren und wurde 1970 an der Universität von Hawaii entwickelt, um die hawaiischen Inseln über eine Funkverbindung mit einer zentralen Vermittlungsstation zu verbinden. Die Trennung der zwei Kommunikationsrichtungen von den Inseln zur Vermittlungsstation und zurück erfolgte durch Frequenzduplex (FDD). Da aber keine Richtfunkantennen eingesetzt wurden und die Sender auf den Inseln dieselbe Frequenz verwendeten und zu jeder beliebigen Zeit anfangen durften zu senden, konnte es zu Kollisionen kommen, wenn sich zwei Übertragungen zeitlich überschnitten. In dem Fall mussten alle betroffenen Übertragungen wiederholt werden. Zwei Jahre später wurde Slotted ALOHA eingeführt, bei dem die Sender nur noch zu Beginn fester Zeitschlüsse (*time slots*) anfangen durften, zu senden. Die Vermittlungsstation übertrug dafür auf dem Rückkanal ein Taktsignal zur Synchronisation.

In der Vorlesung wurde die maximale Kanalauslastung für Slotted ALOHA mit 36 % angegeben. Im Folgenden soll dieser Wert hergeleitet und dabei von folgenden idealisierten Annahmen ausgegangen werden:

- Es gibt  $n$  Nutzer (Inseln), die zur Vermittlungsstation senden möchten.
  - Jeder Nutzer fängt mit Wahrscheinlichkeit  $p$  ( $0 < p < 1$ ) an, in einem Zeitschlitz zu senden.
  - Die Dauer eines Sendevorgangs entspricht der Länge eines Zeitschlitzes.
- a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass in einem Zeitschlitz eine kollisionsfreie Übertragung stattfindet?
- Hinweis:** Dies entspricht dem Fall, dass genau ein beliebiger Nutzer sendet.
- b) Wählen Sie  $p$  so, dass die Wahrscheinlichkeit einer kollisionsfreien Übertragung maximiert wird.
- c) Berechnen Sie nun die maximale Kanalauslastung für Slotted ALOHA. Setzen Sie hierfür das Ergebnis aus b) in die Formel für die Wahrscheinlichkeit einer kollisionsfreien Übertragung ein und lassen Sie die Anzahl der Nutzer  $n$  gegen unendlich gehen.
- Hinweis:**  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n}\right)^n = \frac{1}{e}$

### Aufgabe 13 - ALOHA und CSMA/CD (16 Punkte)

Gegeben sei das abgebildete Netzwerk mit drei Rechnern A, B und C, die im Abstand von  $l$  bzw.  $l/2$  von einander entfernt an ein gemeinsam genutztes Übertragungsmedium angeschlossen sind.



Es sei  $l = 500\text{m}$ . Die Signalausbreitungsgeschwindigkeit und die Bitrate auf dem Medium betragen  $c = 2 \cdot 10^8 \text{m/s}$  bzw.  $r = 10\text{Mbit/s}$ .

Zum Zeitpunkt  $t = 0$  findet keine Übertragung statt und keiner der Rechner hat Daten zu verschicken. Bei  $t_1 = 1\mu\text{s}$  beginnt Rechner A einen Rahmen der Länge 3Byte zu senden. Bei  $t_2 = 3\mu\text{s}$  stehen auch bei den Rechnern B und C Daten an, die versendet werden sollen (Rahmenlänge wieder 3Byte).

- Was passiert, wenn ALOHA als Vielfachzugriffsverfahren eingesetzt wird?  
Zeichnen Sie das Weg-Zeit-Diagramm für die drei Rechner mit korrekt beschrifteter Zeitachse.  
Wie wird mit der sich ergebenden Situation umgegangen?
- Zeichnen Sie nun das Weg-Zeit-Diagramm für den Fall, dass CSMA/CD eingesetzt wird.  
Warum funktioniert das Verfahren nicht korrekt?
- Wie hängen bei CSMA/CD allgemein die maximale Entfernung zweier Rechner innerhalb einer Kollisionsdomäne und die minimale Länge der Übertragungsrahmen miteinander zusammen?
- Wie groß muss die Rahmenlänge mindestens sein, damit CSMA/CD in dem gegebenen Netzwerk korrekt funktioniert?

Auch der IEEE-802.3-Standard („Ethernet“) verwendet das verteilte Vielfachzugriffsverfahren CSMA/CD. Die minimale Rahmenlänge wird hier auf 64 Byte festgelegt.

- Wie groß ist die maximale Kabellänge zwischen zwei über Ethernet verbundenen Rechnern bei 10Mbit/s bzw. 100Mbit/s?
- Welchen Einfluss haben Hubs, Switches und Brücken auf die Kollisionsdomänen der angeschlossenen Netzsegmente?
- Wie geht ein Rechner bei Ethernet vor, wenn er senden möchte, aber das Medium gerade belegt ist?
- Wie geht ein Rechner bei Ethernet vor, wenn bei einem Sendevorgang eine Kollision aufgetreten ist?