



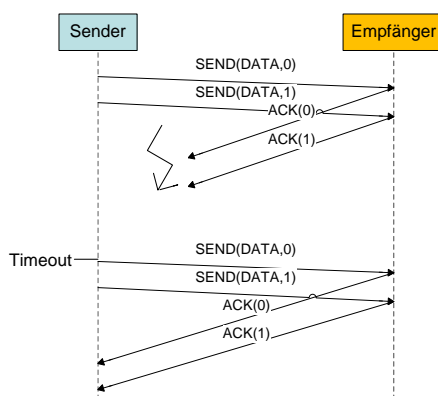
## Übungen zur Vorlesung Rechnernetze und Verteilte Systeme Übungsblatt 4, SS 2010

Abgabe: 31. Mai 2010 (vor der Vorlesung bis 14:10 Uhr)

### Aufgabe 10 - Schiebefensterprotokolle – Sequenznummernraum (8 Punkte)

Angelehnt an das Alternating-Bit-Protokoll könnte man folgendes Sliding-Window-Protokoll definieren. Das Protokoll verwende ein Sendefenster der Größe 2 und den Sequenznummernraum  $\{0, 1\}$ . Die Fehlerbehandlung erfolge analog zu Go-Back-n.

Nachfolgend ist eine Datenübertragung dargestellt. Der Blitz stehe dabei für Paketverluste durch Störungen. Die beiden ACK-Pakete gehen also auf dem Weg vom Empfänger zum Sender verloren.



- Welches Problem tritt in dem Beispiel bei der dienstnehmenden Schicht des Empfängers auf? Warum tritt das Problem auf?
- Wie viele Sequenznummern brauchen Sie mindestens, um im Falle des dargestellten Ablaufs das obige Missverständnis zwischen Sender und Empfänger zu vermeiden? Begründen Sie Ihre Antwort.

Wir betrachten nun im Folgenden die Verfahren Go-Back-n und Selective Repeat in allgemeiner Weise. Der Sequenznummernraum sei nun 4 Bit groß.

- Wie viele unbestätigte Pakete darf der Sender senden, um eine gesicherte Verbindung zu realisieren?  
**Hinweis:** Denken Sie an in möglichst ungünstigen Momenten verloren gegangene Bestätigungen; begründen Sie Ihre Antwort zumindest an einem Beispiel.
  - Wenn *Go-Back-N* verwendet wird.
  - Wenn *Selective Repeat* verwendet wird.
- Wie groß ist der Empfangspuffer des Empfängers jeweils bei Go-Back-N und bei Selective Repeat zu wählen? Begründen Sie Ihre Antwort.

## Aufgabe 11 - Variante von ALOHA und CSMA (9 Punkte)

Historie: 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 überschneiden. Zwei Jahre später wurde Slotted ALOHA eingeführt, bei dem die Sender nur noch zu Beginn fester Zeitschlitze (*time slots*) anfangen durften, zu senden. Die Vermittlungsstation übertrug dafür auf dem Rückkanal ein Taktsignal zur Synchronisation. Tritt bei ALOHA oder Slotted ALOHA eine Kollision auf, so müssen die beteiligten Stationen eine Backoff-Strategie fahren. Das heisst, dass diese Stationen eine zufällige Zeit warten, bevor sie erneut zu senden beginnen.

Wir wollen nun eine eigene Strategie definieren, die wir *p*-persistent Slotted ALOHA nennen. Liegen Daten vor, so sende eine Station mit Wahrscheinlichkeit *p* im nächsten Slot.

Folgende Ausgangssituation sei gegeben:

- Es gibt *n* Nutzer (Inseln), die saturiert sind, d.h. immer Daten vorliegen haben und 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.

Hinweis: Das Angabenblatt zur Tutorenübung vom Anfang des Semesters enthält Tipps zur Statistik, die Sie hier verwenden können.

- 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. Setzen Sie hierfür das Ergebnis aus b) in die Formel für die Wahrscheinlichkeit einer kollisionsfreien Übertragung aus a) ein und lassen Sie die Anzahl der Nutzer *n* gegen unendlich gehen.  
**Hinweis:**  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n}\right)^n = \frac{1}{e}$

Nun soll vor dem Senden das Medium abgehört werden und *p*-persistent CSMA verwendet werden. Sofern das Medium am Slotbeginn frei ist, sende eine sendebereite Station mit Wahrscheinlichkeit *p*.

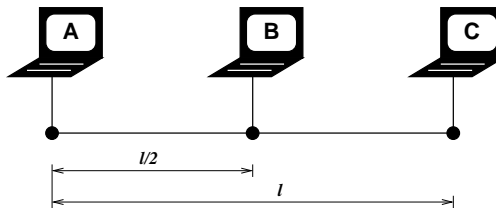
- d) Ab welchem Zeitpunkt kann bei CSMA eine Übertragung nicht mehr von anderen Sendern gestört werden?
- e) Können Sie dies nutzen, um im obigen Szenario mit *n* dauerhaft sendefähigen Stationen die Auslastung des Kanals beliebig zu erhöhen<sup>1</sup>?

---

<sup>1</sup>Und dabei dennoch allen Stationen in gleichem Maße Gelegenheit geben, Daten zu übertragen.

### Aufgabe 12 - CSMA/CD (7 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).

- Es werde CSMA/CD zwischen den Stationen verwendet. Zeichnen Sie das Weg-Zeit-Diagramm für den obigen Senderversuch. Treten hierbei Probleme auf?
- Berechnen Sie für CSMA/CD die maximale Entfernung zweier Rechner innerhalb der Kollisionsdomäne in Abhängigkeit von der minimalen Länge der Übertragungsrahmen. Setzen Sie die Werte für Fast Ethernet ein (100 Mbit/s, 64 Byte minimale Rahmenlänge).
- Welchen Einfluss haben Hubs, Switches und Brücken auf die Kollisionsdomänen der angeschlossenen Netzsegmente?