

Tutorübung zur Vorlesung Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme Übungsblatt 4 (13. Mai – 17. Mai 2013)

Aufgabe 1 ALOHA

ALOHA (hawaiisch: „Hallo“) ist eines der ältesten Medienzugriffsverfahren und wurde 1971 an der Universität von Hawaii entwickelt, um die Hawaii-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). Die Steuerung des Medienzugriffs war denkbar einfach: Sobald ein Sender Daten erhalten hatte, durfte dieser zu senden beginnen. Da aber keine Richtfunkantennen eingesetzt wurden und alle Sender auf den Inseln dieselbe Frequenz verwendeten, 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 Zeitschlitz (engl. *time slots*) anfangen durften zu senden. Die Vermittlungsstation übertrug dafür auf dem Rückkanal ein Taktsignal zur Synchronisation.

Wir wollen nun eine eigene Strategie definieren, die wir p -persistentes Slotted ALOHA nennen. Liegen Daten vor, so sendet eine Station mit Wahrscheinlichkeit p im nächsten Slot bzw. verzögert die Übertragung mit Wahrscheinlichkeit $1 - p$ um einen Slot. Folgende Ausgangssituation sei gegeben:

- Es gibt n Nutzer, die saturiert sind, d. h. es liegen stets Daten zum Senden vor.
- Jeder Nutzer fängt mit Wahrscheinlichkeit p im nächsten möglichen Zeitschlitz an 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?

b) Bestimmen Sie das optimale p^* , so dass die Wahrscheinlichkeit einer kollisionsfreien Übertragung maximiert wird.

c) Bestimmen Sie nun die maximale Kanalauslastung bei n Nutzern, indem Sie das Ergebnis für p^* in die Wahrscheinlichkeit einer kollisionsfreien Übertragung aus Teilaufgabe a) einsetzen.

d) Bestimmen Sie nun die maximale Kanalauslastung bei einer sehr großen Anzahl von Nutzern.

Hinweis: $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{x}{n}\right)^n = e^x$

Aufgabe 2 ALOHA und CSMA/CD

Gegeben sei ein Netzwerk (s. Abbildung 1) bestehend aus drei Computern, welche über ein Hub miteinander verbunden sind. Die Distanzen zwischen den Computern betragen näherungsweise $d_{12} = 500$ m bzw. $d_{23} = 250$ m. Etwaige indirekte Kabelführung darf vernachlässigt werden. Die Übertragungsrate betrage $r = 10$ Mbit/s. Die relative Ausbreitungsgeschwindigkeit betrage wie üblich $\nu = 2/3$. Die Lichtgeschwindigkeit sei mit $c = 3 \cdot 10^8$ m/s gegeben.

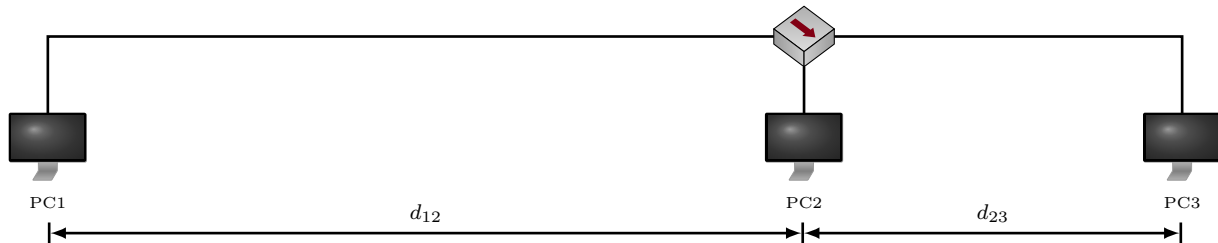
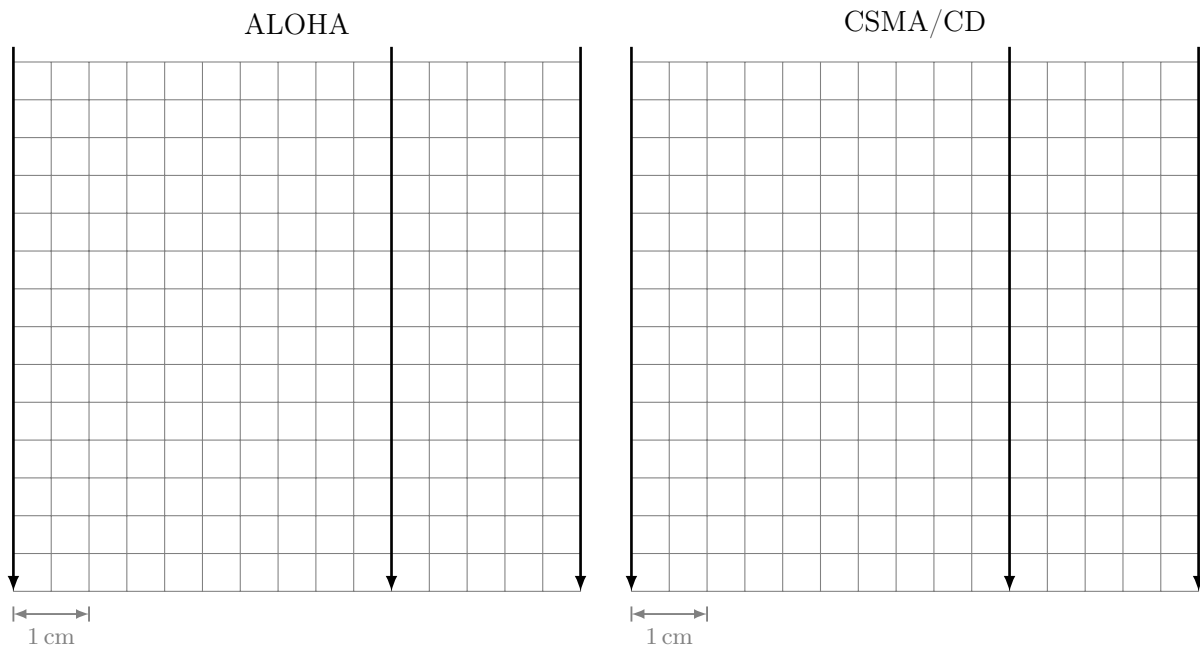


Abbildung 1

Zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ s findet keine Übertragung statt und keiner der Rechner hat Daten zu versenden. Zum Zeitpunkt $t_1 = 1 \mu\text{s}$ beginnt PC1 einen Rahmen der Länge $3B$ zu senden. Bei $t_2 = 4 \mu\text{s}$ stehen auch bei PC2 und PC3 Rahmen der Länge $3B$ zum Senden an.

- Berechnen Sie die Serialisierungszeit t_s für eine Nachricht.
- Berechnen Sie die Ausbreitungsverzögerungen $t_p(1, 2)$ und $t_p(2, 3)$ auf den beiden Streckenabschnitten.
- Zeichnen Sie für ALOHA und 1-persistentes CSMA/CD jeweils ein Weg-Zeit-Diagramm, das den Sendevorgang im Zeitintervall $t \in [t_0, t_0 + 10 \mu\text{s})$ darstellt. (Maßstab: $100 \text{ m} \triangleq 1 \text{ cm}$ bzw. $1 \mu\text{s} \triangleq 5 \text{ mm}$)



- Aus der vorhergehenden Teilaufgabe ist zu erkennen, dass bei beiden Verfahren Kollisionen auftreten. Im Gegensatz zu ALOHA funktioniert CSMA/CD aber unter den gegebenen Umständen nicht. Warum?

e) Berechnen Sie für CSMA/CD die maximale Entfernung zweier Rechner innerhalb einer Kollisionsdomäne in Abhängigkeit der minimalen Rahmenlänge. Setzen Sie die Werte für FastEthernet ein ($r = 100 \text{ Mbit/s}$, $l_{\min} = 64 \text{ B}$).

f)* Welchen Einfluss haben Hubs, Brücken und Switches auf die Kollisionsdomäne?