

Tutorübung zur Vorlesung Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme
Übungsblatt 4 (11. Mai – 15. Mai 2015)

Hinweis: Die mit * gekennzeichneten Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorhergehender Teilaufgaben lösbar.

Aufgabe 1 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.

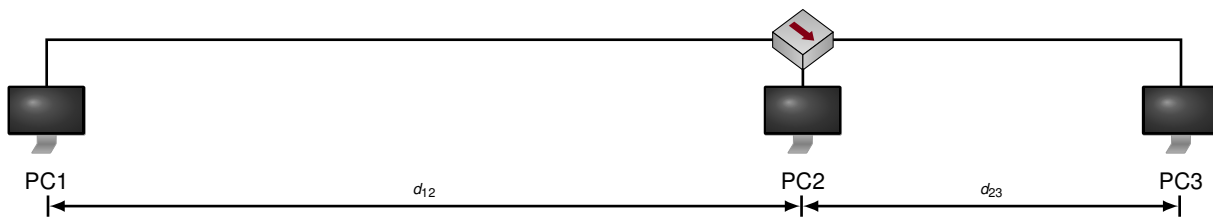
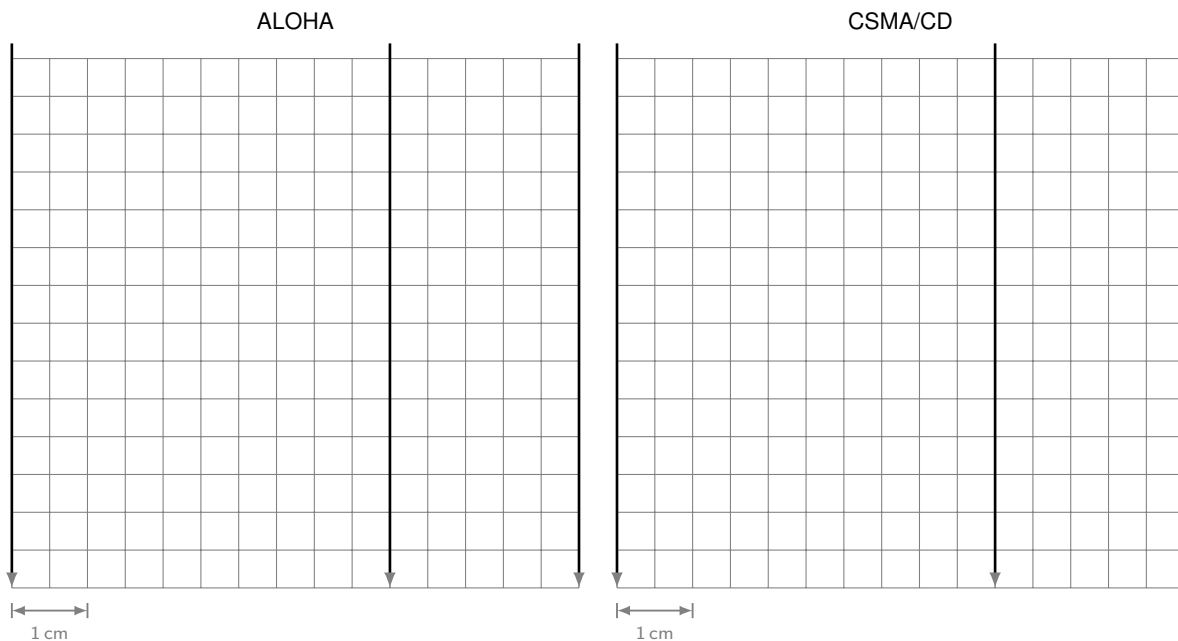


Abbildung 1:

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

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



- d) 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?

Aufgabe 2 Cyclic Redundancy Check (CRC)

Die Nachricht 101011100 werde mittels CRC, wie in der Vorlesung eingeführt, gesichert. Als Reduktionspolynom sei $r(x) = x^3 + 1$ gegeben.

- a)* Wie lang ist die Checksumme?
- b) Bestimmen Sie die Checksumme für die gegebene Nachricht.
- c) Geben Sie die übertragene Bitfolge an.

Bei der Übertragung trete nun das Fehlermuster 00100000000 auf.

- d)* Wie lautet die empfangene Bitfolge?
- e) Zeigen Sie, dass der Übertragungsfehler erkannt wird.
- f)* Geben Sie ein Fehlermuster an, welches nicht erkannt werden kann.

Aufgabe 3 Bitübertragungstechniken (Hausaufgabe)

Seit 2010 verbindet ein neues Unterseekabel Japan und die USA. Das Kabel verläuft von Chikura nahe Tokio nach Los Angeles in Kalifornien (ca. 10 000 km) und besteht aus 8 Faserpaaren mit einer Übertragungsrate von insgesamt 7,68 Tbit/s pro Richtung. Als vereinfachende Annahmen setzen Sie voraus, dass das Licht nur den Weg des Kabels zurücklegt und keine Signalbeeinträchtigungen oder Verzögerungen durch Signalverstärker, Steckverbinder und ähnliches auftreten. Die relative Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht innerhalb einer Glasfaser beträgt (ebenso wie in Kupferleitungen) etwa $\nu = \frac{2}{3}$ bezogen auf die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

- a)* Wie viele Byte können sich maximal gleichzeitig in Hin- und Rückrichtung auf einem Faserpaar befinden (gesucht ist die Summe aus Hin- und Rückrichtung)?
- b)* Welche Speicherkapazität hat das Kabel insgesamt? Geben Sie dabei die Speichergrößen in Gbit wie auch GiB bzw. vergleichbaren Einheiten an.

Um die angegebene Übertragungsrate zu erreichen, wird die Datenübertragung auf 64 verschiedene Wellenlängen je Faser aufgeteilt (Frequenzmultiplex), auf denen jeweils mit derselben Datenrate gesendet wird.

- c)* Welche Länge hat ein Bit auf einer solchen Faser?

Um ein Gefühl für die errechneten Größen zu bekommen, stellen wir einen Vergleich mit FastEthernet ($r = 100 \text{ Mbit/s}$) an. Als Medium werden hier oft Kupferkabel verwendet. Als relative Ausbreitungsgeschwindigkeit nehmen Sie hier ebenfalls $\nu = \frac{2}{3}$ an.

- d) Wie lang ist ein Bit bei FastEthernet im Vergleich zur optischen Übertragung in der vorangegangenen Teilaufgabe?

Die Verlegung und Instandhaltung eines Unterseekabels ist sehr aufwendig. Die Verbindung zwischen den beiden Städten könnte ebenso über Satellit erfolgen. Betrachten Sie die beiden Verbindungswege kurz in Bezug auf die Round-Trip-Time (RTT¹).

Nehmen Sie dazu an, dass das Unterseekabel in direkter Luftlinienverbindung zwischen Chikura und Los Angeles liegt. Vernachlässigen Sie dabei die Erdkrümmung. Ein geostationärer Satellit (36 000 km Höhe) befinde sich genau über dem Mittelpunkt der Strecke.

- e) Wie groß ist die RTT beim Glasfaserkabel?
- f) Wieswegen kann in diesem Fall bei der Bestimmung der RTT die Serialisierungszeit t_s vernachlässigt werden? Gehen Sie hierbei von Paketen in der üblichen Größe von 1500 B aus.
- g) Wie groß ist die RTT bei der Satellitenverbindung?

¹Als RTT bezeichnet man die Zeit, die eine Nachricht vom Sender zum Empfänger und wieder zurück benötigt.