

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme (IN0010)

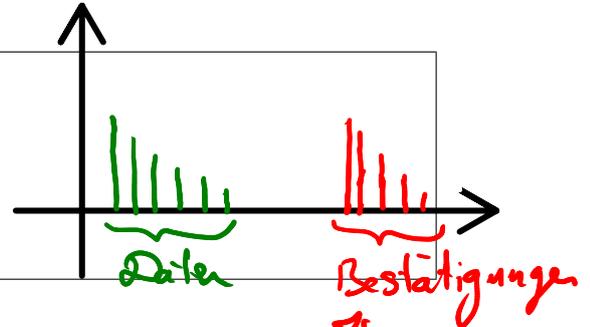
Übungsblatt 5

17. Mai – 21. Mai 2021

Aufgabe 1 Medienzugriffsverfahren

a)* Erläutern Sie kurz das Prinzip von ALOHA.

- Daten senden sobald vorhanden
- „cut-off - Band“ Bestätigungen



b) Wie werden Kollisionen in ALOHA erkannt?

Nicht direkt.
 Bestätigung bleibt aus

c) Erläutern Sie kurz das Prinzip von Slotted ALOHA.

Stationen beginnen im nächst Zeitslot erst zu senden.

Problem: Synchronisation der Stationen



d) Worin besteht der Vorteil von Slotted ALOHA gegenüber normalem ALOHA?

Verringerte Wahrsch. von Kollisionen.

e)* Erläutern Sie kurz das Prinzip von CSMA.

- Vor dem Senden Kanal abhören

Frei? → Ja → Senden

Belegt → Verzögern

f) Erläutern Sie kurz, welche Ergänzungen CSMA/CD gegenüber reinem CSMA hat.

Kollisionen werden erkannt und betroffene Rahmen erneut übertragen.

g) Wie werden erfolgreiche Übertragungen bei CSMA/CD bei Ethernet erkannt?

Kommt ein JAM-Signal während der Übertragung an?
Ja → Wiederholen
Nein → Erfolgreiche Übertragung

h) Erläutern Sie kurz, welche Ergänzungen CSMA/CA gegenüber reinem CSMA hat.

- Sender mit Wahrsch. p
- Verzögeren mit Wahrsch. $(1-p)$

i)* Was versteht man unter Binary Exponential Backoff?

- wird bei CSMA verwendet
 - wähle n aus Backoff-Fenster
 - Übertragung Erfolgreich: n zurücksetzen
 - nicht- " - : n verdoppeln
 - $n > \text{Maximalwert}$: Übertragung abbrechen
- $[1, 2^m]$

Aufgabe 2 ALOHA und CSMA/CD

Gegeben sei ein Netzwerk (s. Abbildung 2.1) bestehend aus drei Computern, welche über ein Hub miteinander verbunden sind. Die Distanzen zwischen den Computern betragen näherungsweise $d_{12} = 1 \text{ km}$ bzw. $d_{23} = 500 \text{ m}$. Etwaige indirekte Kabelführung darf vernachlässigt werden. Die Übertragungsrate betrage $r = 100 \text{ Mbit/s}$. Die relative Ausbreitungsgeschwindigkeit betrage wie üblich $v = 2/3$. Die Lichtgeschwindigkeit sei mit $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ gegeben.

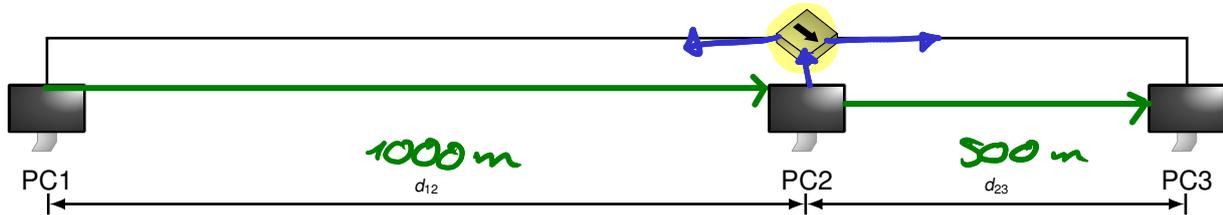


Abbildung 2.1

Zum Zeitpunkt

- $t_0 = 0 \text{ s}$ findet keine Übertragung statt und keiner der Rechner hat Daten zu versenden,
- $t_1 = 5 \mu\text{s}$ beginnt PC1,
- $t_2 = 15 \mu\text{s}$ beginnt PC2 und
- $t_3 = 10 \mu\text{s}$ beginnt PC3

jeweils einen Rahmen der Länge 94 B zu senden.

a)* Berechnen Sie die Serialisierungszeit t_s für eine Nachricht.

$$t_s = \frac{L}{r} = \frac{94 \text{ B} \cdot 8 \frac{\text{Bit}}{\text{B}}}{100 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = \underline{\underline{7,52 \mu\text{s}}}$$

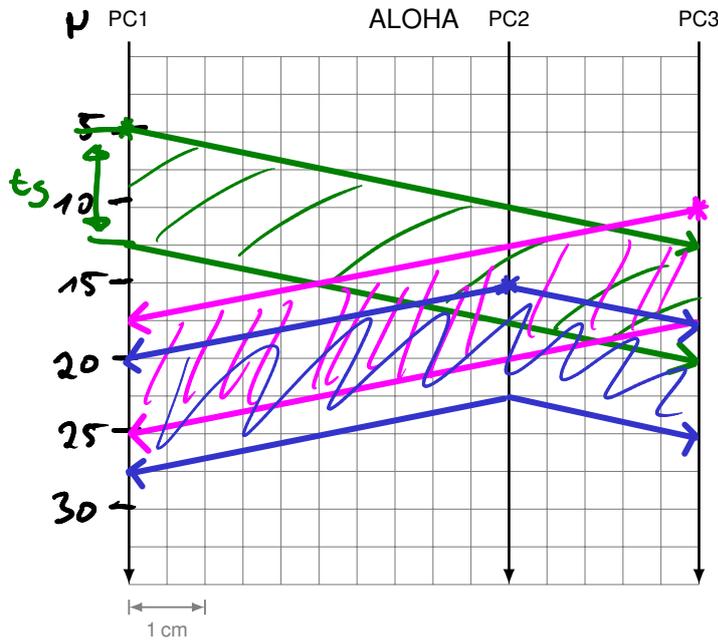
b)* Berechnen Sie die Ausbreitungsverzögerungen $t_p(1,2)$ und $t_p(2,3)$ auf den beiden Streckenabschnitten.

$$t_{p1,2} = \frac{d}{v \cdot c_0} = \frac{1000 \text{ m}}{2/3 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \underline{\underline{5 \mu\text{s}}}$$

$$t_{p2,3} = \frac{d}{v \cdot c_0} = \frac{500 \text{ m}}{2/3 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \frac{5}{2 \cdot 10^6} \text{ s} = 2,5 \cdot \underbrace{\frac{1}{10^6} \text{ s}}_{\mu\text{s}} = \underline{\underline{2,5 \mu\text{s}}}$$

c) Zeichnen Sie für ALOHA und 1-persistentes CSMA/CD jeweils ein Weg-Zeit-Diagramm, das den Sendevorgang im Zeitintervall $t \in [t_0, t_0 + 30 \mu s)$ darstellt. Maßstab: $100 \text{ m} \triangleq 5 \text{ mm}$ bzw. $2.5 \mu s \triangleq 5 \text{ mm}$, Slotzeit: $\approx 5 \mu s$

$t_s = 7,52 \mu s$; $t_{p1,2} = 5 \mu s$; $t_{p2,3} = 2,5 \mu s$

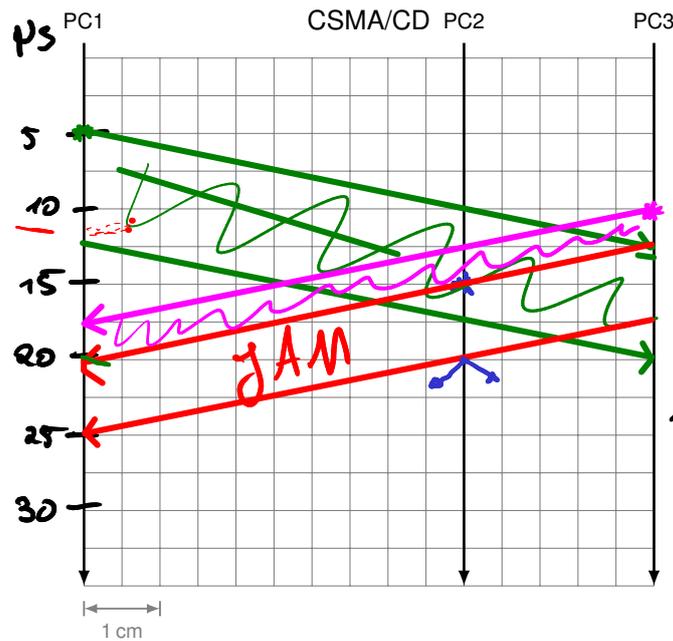


Keine Nachricht erfolgreich.
 \Rightarrow keine Bestätigungen

$t_1, 5 \mu s, PC1$

$t_2, 15 \mu s, PC2$

$t_3, 10 \mu s, PC3$



Keine Nachricht war erfolgreich.

Aus Sicht von PC1 ist t_1 erfolgreich, da das JAM-Signal zu spät ankommt.

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) Wie lautet für CSMA/CD die Bedingung, dass ein Knoten eine Kollision rechtzeitig erkennen kann?

t_s muss mindestens doppelt so lang wie die max. t_p sein.
Warum Doppelt?
↳ Hinweg + Rückweg

f) 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 ($r = 100 \text{ Mbit/s}$, $l_{\min} = 64 \text{ B}$).

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

Aufgabe 3 Cyclic Redundancy Check (CRC)

Die Nachricht 10101100 werde mittels CRC, wie in der Vorlesung eingeführt, gesichert. Als Reduktionspolynom sei $r(x) = x^3 + 1$ gegeben.

$$r(x) = 1 \cdot x^3 + 0 \cdot x^2 + 0 \cdot x^1 + 1 \cdot x^0$$

a)* Wie lang ist die Checksumme?

$$\text{grad}(r(x)) = 3 \Rightarrow \underline{\underline{3 \text{ Bit CRC}}}$$

b) Bestimmen Sie die Checksumme für die gegebene Nachricht.

Da 3-bit CRC

XOR

$$\begin{array}{r} 10101100 \quad 000 \\ \underline{1001111} \\ 001111 \\ \underline{1001} \\ 01100 \\ \underline{1001} \\ 01010 \\ \underline{1001} \\ 001100 \\ \underline{1001} \\ 01010 \\ \underline{1001} \\ 0011 \end{array} : 1001 = \underline{\quad}$$

Rest, da 3 Bit CRC
 \Rightarrow hinter 3-Bit
 \Rightarrow CRC = 011

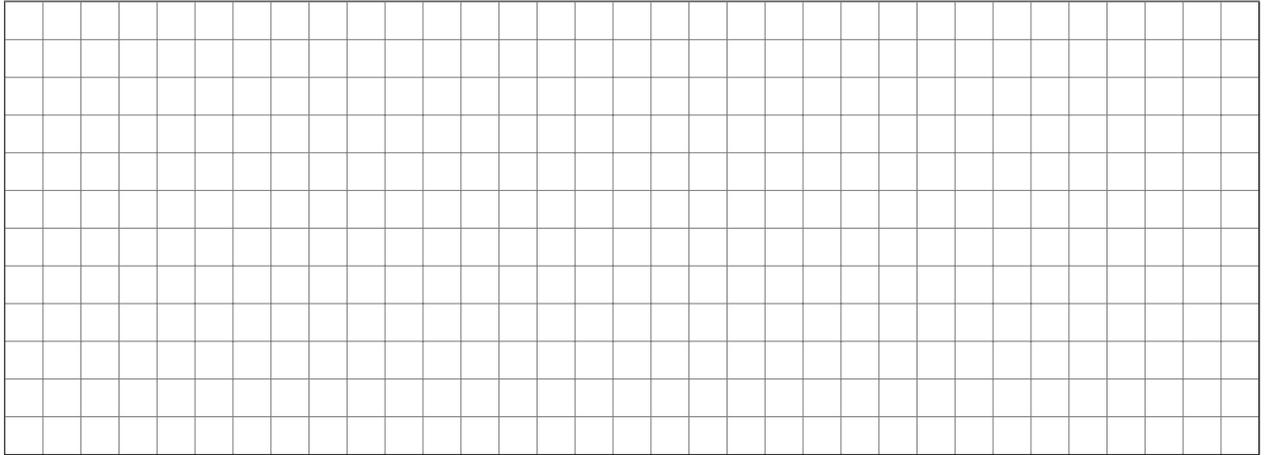
c)* Geben Sie die übertragene Bitfolge an.

011 CRC
10101100 Daten

g) CRC wurde in der Vorlesung ausdrücklich als fehlererkennender, nicht aber als fehlerkorrigierender Code eingeführt. Zeigen Sie, dass mittels CRC selbst 1 bit-Fehler im konkreten Beispiel dieser Aufgabe nicht korrigierbar sind.

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

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



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 (RTT³).

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) befindet sich genau über dem Mittelpunkt der Strecke.

d) Bestimmen Sie die minimale RTT für das Unterseekabel. **Hinweis:** Überlegen Sie sich, welche Komponente der RTT im vorliegenden Fall den wesentlichen Beitrag liefert.

e) Bestimmen Sie die minimale RTT für eine entsprechende Satellitenverbindung.

Hinweis: Überlegen Sie, welche Streckenabschnitte ggf. vernachlässigt werden können. Die Erdkrümmung kann vernachlässigt werden.

³Als RTT bezeichnet man die Zeit, die eine Nachricht vom Sender zum Empfänger und wieder zurück benötigt.

