

Übung 4

Tutorübung zu Grundlagen: Rechnernetze und Verteilte Systeme (Gruppen MI-T7 / DO-T5 SS 2015)

Michael Schwarz

Technische Universität München
Fakultät für Informatik

13.05.2015 / Feiertag

Wir lernen Formeln für die Serialisierungszeit t_s und die Ausbreitungsverzögerung t_p kennen.

Übertragungsrate

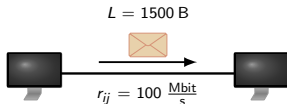
Definition (Übertragungsrate und Serialisierungszeit)

Die **Übertragungsrate** r in bit/s bestimmt die notwendige Zeit, um L Datenbits auf ein Übertragungsmedium zu legen. Sie bedingt die **Serialisierungszeit**

$$t_s = \frac{L}{r}.$$

Die Serialisierungszeit bzw. Übertragungsverzögerung wird im Englischen als **Serialization Delay** bzw. **Transmission Delay** bezeichnet (vgl. t_s).

Beispiel:



$$t_s = \frac{L}{r} = \frac{1500 \cdot 8 \text{ bit}}{100 \cdot 10^6 \frac{\text{bit}}{\text{s}}} = 120 \mu\text{s}$$

Frage: Wann empfängt Knoten j das **erste Bit** der Nachricht?

Ausbreitungsgeschwindigkeit

In Kapitel 1 haben wir bereits gesehen, dass Signale i. d. R. elektromagnetische Wellen sind, welche sich mit Lichtgeschwindigkeit im Medium ausbreiten.

Definition (Ausbreitungsverzögerung)

Die **Ausbreitungsverzögerung** über eine Distanz d rührt von der endlichen Ausbreitungsgeschwindigkeit von Signalen, welche relativ zur Lichtgeschwindigkeit im Vakuum $c \approx 300.000 \text{ km/s}$ angegeben wird:

$$t_p = \frac{d}{\nu c}.$$

Der Wert $0 < \nu < 1$ ist die relative Ausbreitungsgeschwindigkeit in einem Medium. Für Kupfer gilt beispielsweise $\nu \approx 2/3$. Die Ausbreitungsverzögerung wird im Englischen als **Propagation Delay** bezeichnet (vgl. Benennung t_p).

Beispiel:

- ▶ Im Beispiel auf der vorherigen Folie haben wir exemplarisch die Serialisierungszeit zu $t_s = 120 \mu\text{s}$ bestimmt
- ▶ Angenommen die Knoten i und j sind $d_{ij} = 100 \text{ m}$ voneinander entfernt
- ▶ Bei Lichtgeschwindigkeit benötigen Signale für diese Strecke gerade einmal 334 ns
⇒ j empfängt bereits das erste Bit der Nachricht, wenn i gerade das 33ste Bit sendet!

Frage: Wie lange dauert es, bis j das **letzte Bit** der Nachricht empfangen hat?

Übertragungszeit und Nachrichtenflussdiagramm

In einem **Nachrichtenflussdiagramm** bzw. **Weg-Zeit-Diagramm** lässt sich die zeitliche Abfolge beim Senden und Empfangen von Nachrichten grafisch veranschaulichen:

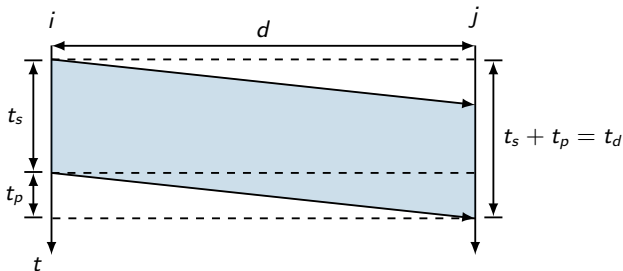


Abbildung: Nachrichtenflussdiagramm

- ▶ Die Gesamtverzögerung t_d (Delay) ergibt sich daher zu $t_d = t_s + t_p = \frac{L}{r} + \frac{d}{vC}$.
- ▶ Die Ausbreitungsverzögerung kann bei der Bestimmung von t_d u. U. vernachlässigt werden. Dies hängt allerdings von r , L und d ab! (s. Übung)

Wir lernen neben ALOHA und seinen Varianten ein weiteres Verfahren für den Mehrfachzugriff kennen

CSMA/CD (Collision Detection)

Ansatz

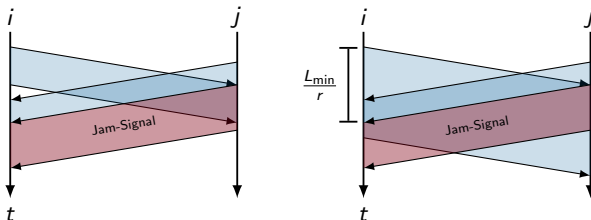
- ▶ Erkenne Kollisionen und wiederhole die Übertragung, wenn eine Kollision erkannt wird
- ▶ Verzichte auf das Senden von Bestätigungen
- ▶ Wird keine Kollision erkannt, gilt die Übertragung als erfolgreich

Problem: Der Sender muss die Kollision erkennen, während er noch überträgt

Voraussetzung für CSMA/CD [1]

Angenommen zwei Stationen i und j kommunizieren über eine Distanz d mittels CSMA/CD. Damit Kollisionen erkannt werden können, müssen Nachrichten folgende Mindestlänge L_{\min} aufweisen:

$$L_{\min} = \frac{2d}{\nu} r$$



Was ist CRC, wie funktioniert es und warum braucht man es ?

Wie funktioniert CRC?

Angenommen wir haben ein Reduktionspolynom $r(x)$ von Grad n und eine Nachricht $m(x)$ der Länge $n - 1$ bit, die mittels CRC gesichert werden soll:

1. Hänge $n - 1$ Nullen an $m(x)$ an:

$$m'(x) = m(x) \cdot x^n.$$

2. Bestimme den den Divisionsrest

$$c(x) = m'(x) \bmod r(x),$$

welcher der Checksumme entspricht.

3. Die zu sendende Nachricht ist besteht aus der Summe

$$s(x) = m'(x) + c(x).$$

Der Empfänger prüft die eingehende Nachricht $s'(x) = s(x) + e(x)$, welche möglicherweise einen Übertragungsfehler $e(x) \neq 0$ enthält:

1. Er bestimmt den Divisionsrest

$$c'(x) = s'(x) \bmod r(x) = (s(x) + e(x)) \bmod r(x).$$

2. Ist $c'(x) = 0$, so ist mit **hoher Wahrscheinlichkeit kein** Übertragungsfehler aufgetreten. Ist $c'(x) \neq 0$, so ist **sicher** ein Fehler aufgetreten.

Übung 4

Tutorübung zu Grundlagen: Rechnernetze und Verteilte Systeme (Gruppen MI-T7 / DO-T5 SS 2015)

Michael Schwarz

Technische Universität München
Fakultät für Informatik

13.05.2015 / Feiertag