

Übungen zur Vorlesung Rechnernetze I, WS 2007/2008

Übungsblatt 4

Besprechung in der Übung am 26./28. November 2007.

Aufgabe 4.1 Lichtwellenleiter

1. Es gibt drei Arten von Glasfasern: Monomodefasern mit Stufenprofil, Multimodefasern mit Stufenprofil und Multimodefasern mit Gradientenprofil. Erklären Sie kurz für diese drei Arten, wie sich das Licht in den Fasern ausbreitet. Erstellen Sie zusätzlich jeweils eine Skizze.
2. Geben Sie für die folgenden Anwendungsbeispiele jeweils an, welche Glasfaserart eingesetzt werden sollte:
 - (a) Übertragungstrecke bis zu 1 km ohne Repeater.
 - (b) Übertragungstrecke bis zu 10 km ohne Repeater.
 - (c) Übertragungstrecke bis zu 50 km ohne Repeater.
3. Bei der Übertragung von Lichtsignalen durch Lichtwellenleiter tritt Modendispersion auf. Erklären Sie kurz, was Modendispersion bedeutet. Warum tritt bei Monomodefasern keine Modendispersion auf?

Aufgabe 4.2 Signalübertragung in Rechnernetzen

Die Zahl der Schwingungen pro Sekunde einer Welle nennt man *Frequenz* (f), sie wird in *Hertz* (Hz) gemessen. Die Entfernung zwischen zwei aufeinander folgenden Maxima heißt *Wellenlänge*, sie wird mit λ bezeichnet und z.B. in Mikrometer ($1\mu m = 10^{-6}m$) gemessen.

Im Vakuum bewegen sich alle elektromagnetischen Wellen in der gleichen Geschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit c , die ungefähr $3 \times 10^8 m/s$ beträgt). Bei Kupferdraht oder Glasfaser verlangsamt sich die Geschwindigkeit auf etwa $2/3$ dieses Wertes und ist in geringem Umfang von der Frequenz abhängig.

Die grundlegende Beziehung zwischen f , λ und c ist

$$\lambda f = c \quad (1)$$

Da c konstant ist, können wir λ ermitteln, wenn wir f kennen. Wellen von 1 MHz sind z.B. etwa 300 Meter lang, und die von 1 cm Länge haben eine Frequenz von 30 GHz.

Nach Ableiten der obigen Gleichung und Betragsbildung erhält man:

$$\Delta f = \frac{c\Delta\lambda}{\lambda^2} \quad (2)$$

Mit der gegebenen Breite des Wellenlängenbandes $\Delta\lambda$ können wir das entsprechende Frequenzband Δf und daraus die vom Band unterstützte Datenrate berechnen.

1. Welche Frequenzbandbreite ist in einem Wellenlängenband von $0,1\mu m$ bei einer Wellenlänge von $1\mu m$?
2. In der Vorlesung wurde das Gesetz von Shannon eingeführt. Wie hoch ist die maximal erreichbare Datenübertragungsrate, wenn ein binäres Signal über einen 10-kHz-Kanal mit Signal-Rausch-Verhältnis von 20dB gesendet wird?
3. Welche Übertragungsrate benötigt ein analoges Signal mit einer Bandbreite von 22kHz mindestens, wenn es mit 16 Bit/Sample abgetastet wird?
4. Wieviele Telefongespräche (gehen Sie von 8 Bit pro Sample, Bandbreite von 4 kHz aus) kann man theoretisch gleichzeitig über eine Fast-Ethernet-Verbindung übertragen?

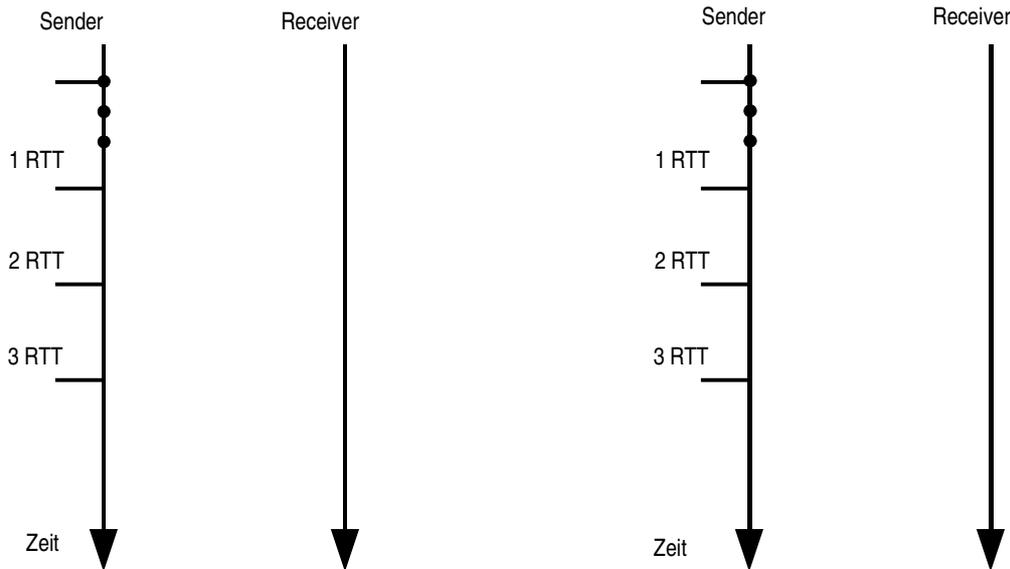
Aufgabe 4.3 Sliding-Window-Algorithmus

Der Sliding-Window-Algorithmus wird für Flusststeuerung und sichere Datenübertragung eingesetzt. Bei der Kommunikation verwaltet der Sender eine Senderfenstergröße (*Send Window Size, SWS*) und der Empfänger ein Empfängerfenstergröße (*Receive Window Size, RWS*).

Zeichnen Sie ein Zeitstrahldiagramm für den Sliding-Window-Algorithmus mit $SWS=RWS=3$ Frames für die beiden folgenden Situationen. Verwenden Sie ein Timeout-Intervall von $2 \times RTT$ (Round-Trip-Time).

1. Es wird 6 Frames gesendet und Frame 4 geht verloren.
2. Es wird 7 Frames gesendet und Frames 4 bis 6 gehen verloren.

Kennzeichnen Sie im Diagramm, an welchen Stellen die verloren gegangenen Frames erneuert gesendet werden. Als Orientierungshilfe sind in der Abbildung unten die Zeitpunkte für das Absenden der Frames am Anfang der Kommunikation schon markiert



Aufgabe 4.4 Praktische Aufgaben mit Wireshark

In der Vorlesung haben Sie bereits schichtunabhängige Protokollkonzepte wie *3-Way-Handshaking* und *Sequenznummern* als Aspekte für das Verbindungsmanagement und zuverlässige Kommunikation kennengelernt. Diese Mechanismen werden z.B. im *Transmission Control Protocol(TCP)* eingesetzt, das in zukünftigen Vorlesungen genauer erklärt wird. Zur Bearbeitung dieser Aufgabe werden zwei Trace-Dateien bereitgestellt, die TCP-Verkehr enthalten. Beantworten Sie anhand der bereitgestellten Trace-Dateien folgende Fragen über *3-Way-Handshaking* bzw. *Sequenznummern*:

1. Identifizieren Sie den 3-Way-Handshaking Vorgang in `trace3.pcap`. Welche Pakete beinhalten diesen Vorgang? Berechnen Sie aus diesen Paketen die *Round-Trip-Time*!
2. Welche absolute und relative TCP-Sequenznummern besitzen diese Pakete?
3. Finden Sie einen Display-Filter, so dass Sie nur noch die Pakete in `trace3.pcap` sehen, die nur Header beinhalten, aber keine Daten!
4. Öffnen Sie die bereitgestellte Datei `trace4.pcap`. Welche Pakete werden durch das TCP-ACK in Paket 12 bestätigt? Womit wird Paket 11 bestätigt?