

## Übungsblatt 7

### Aufgabe 1 (Datentransferrate und Latenz)

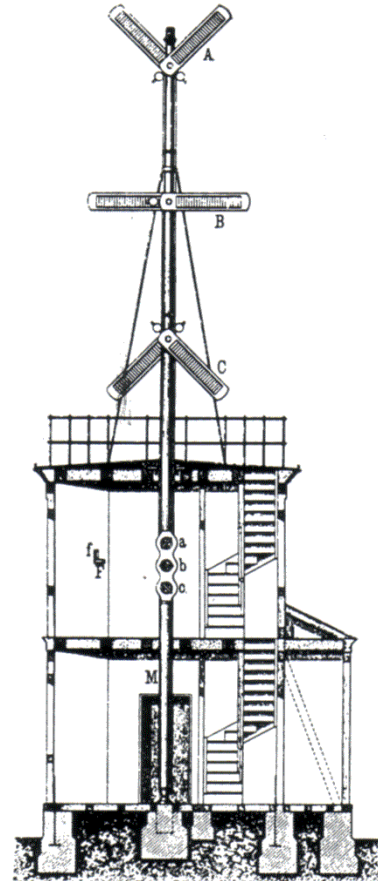
Der preußische optische Telegraf (1832-1849) war ein telegrafisches Kommunikationssystem zwischen Berlin und Koblenz in der Rheinprovinz.

Behördliche und militärische Nachrichten konnten mittels optischer Signale über eine Distanz von fast 550 km via 62 Telegrafenstationen übermittelt werden.

Jede Station verfügte über 6 Telegrafenarme mit je 4 Positionen zur Kodierung.

1. **Datentransferrate:** Berechnen Sie wie viele Bits pro Sekunde übertragen werden, können wenn man alle 10 Sekunden eine neue Einstellung der Telegrafenarme vornehmen kann.
2. **Latenz:** Berechnen Sie wie groß die Ende-zu-Ende-Verzögerung ist, wenn jede Station 1 Minute für die Weiterleitung benötigt. Einfacher gefragt: Wie lange dauert die Übertragung einer Nachricht von Berlin nach Koblenz?

*Hinweis 1: Sie brauchen keine komplexe Formel um diese Übungsaufgabe zu berechnen.*  
*Hinweis 2: Die letzte Station muss die Nachricht nicht mehr weiterleiten.*



Eine ähnliche Aufgabe befindet sich in: Jörg Roth. Prüfungstrainer Rechnernetze. Vieweg (2010). Bildquelle: Wikipedia (CC0)

### Aufgabe 2 (Übertragungsdauer)

Ein Bild enthält 1920x1080 Pixel (Full HD) in Echtfarben (True Color). Das bedeutet, dass pro Pixel 3 Bytes für die Repräsentation der Farbinformation nötig sind.

1. Berechnen Sie die Zeit zur Übertragung des unkomprimierten Bildes via...
  - Modem mit 56 kbps Datendurchsatzrate
  - ISDN mit 64 kbps Datendurchsatzrate

- DSL mit 1 Mbps Datendurchsatzrate
- Ethernet mit 10 Mbps Datendurchsatzrate
- DSL mit 16 Mbps Datendurchsatzrate
- Ethernet mit 100 Mbps Datendurchsatzrate
- Ethernet mit 1 Gbps Datendurchsatzrate

*Hinweis: 1 kbps = 1.000 Bits pro Sekunde  
1 Mbps = 1.000.000 Bits pro Sekunde  
1 Gbps = 1.000.000.000 Bits pro Sekunde*

2. Angenommen, das Bild wird mit einem Kompressionsalgorithmus komprimiert, der die Bildgröße um 85% verringert. Berechnen Sie die Zeit zur Übertragung des Bildes via...

- Modem mit 56 kbps Datendurchsatzrate
- ISDN mit 64 kbps Datendurchsatzrate
- DSL mit 1 Mbps Datendurchsatzrate
- Ethernet mit 10 Mbps Datendurchsatzrate
- DSL mit 16 Mbps Datendurchsatzrate
- Ethernet mit 100 Mbps Datendurchsatzrate
- Ethernet mit 1 Gbps Datendurchsatzrate

### **Aufgabe 3 (Parallele und serielle Datenübertragung)**

1. Erklären Sie den Unterschied zwischen serieller und paralleler Datenübertragung.
2. Nennen Sie einen Vorteil von serieller gegenüber paralleler Datenübertragung.
3. Nennen Sie einen Vorteil von paralleler gegenüber serieller Datenübertragung.
4. Verwenden Computernetze üblicherweise parallele oder serielle Datenübertragung? (*Begründen Sie Ihre Antwort!*)

### **Aufgabe 4 (Daten speichern und übertragen)**

Verbreitete Annahmen zu Daten sind:

- Daten sind heute einfach zu speichern.
- Daten sind heute einfach zu transportieren bzw. zu übertragen.

In diese Übung untersuchen Sie, ob die Aussagen korrekt sind.

1. Bei einem wissenschaftlichen Experiment fallen jährlich 15 Petabyte Daten an, die gespeichert werden müssen. Berechnen Sie die Höhe des Stapels, wenn zur Speicherung...

- CDs (Kapazität: 600 MB =  $600 * 10^6$  Byte, Dicke: 1,2 mm) verwendet werden
- DVDs (Kapazität: 4,3, GB =  $4.3 * 10^9$  Byte, Dicke: 1,2 mm) verwendet werden
- Blu-ray Disks (Kapazität: 25 GB =  $25 * 10^9$  Byte, Dicke: 1,2 mm) verwendet werden
- Festplatten (Kapazität: 2 TB =  $2 * 10^{12}$  Byte, Dicke: 2,5 cm) verwendet werden

**Achtung: Berechnen Sie die Lösungen für beide Alternativen:**

- 15 PB =  $15 * 10^{15}$  Byte  $\Leftarrow$  so rechnen die Hardwarehersteller
- 15 PB =  $15 * 2^{50}$  Byte  $\Leftarrow$  so rechnen die Betriebssysteme

2. Die Daten im LHC Computing Grid werden über ein Netzwerk mit einer Bandbreite von 40 Gigabit pro Sekunde übertragen

- Wie lange dauert die Übertragung in dem Netzwerk mit einer Bandbreite von 40 Gigabit pro Sekunde?
- Wie lange dauert die Übertragung in einem Ethernet mit 100 Megabit pro Sekunde?

**Achtung: Berechnen Sie die Lösungen für beide Alternativen:**

- 15 PB =  $15 * 10^{15}$  Byte
- 15 PB =  $15 * 2^{50}$  Byte

## Aufgabe 5 (Richtungsabhängigkeit der Datenübertragung)

1. Bei tragbaren Funkgeräten (*Walkie-Talkies*), wie sie bis in die 1980er Jahre bei Kindern populär waren, konnten zwei oder mehr Teilnehmer miteinander sprechen. Allerdings konnte zu keinem Zeitpunkt mehr als ein Teilnehmer sprechen. Erklären Sie den Grund für diese Einschränkung.
2. Nach welchem Prinzip der Richtungsabhängigkeit arbeiten *Walkie-Talkies*?  
 Simplex       Voll duplex       Halbduplex
3. Nennen Sie 2 Systeme, die nach dem Prinzip Simplex arbeiten.
4. Nennen Sie einen Vorteil und einen Nachteil von Kommunikationssystemen, die nach dem Prinzip Simplex arbeiten?
5. Nennen Sie 2 Systeme, die nach dem Prinzip Voll duplex arbeiten.
6. Nennen Sie einen Vorteil und einen Nachteil von Kommunikationssystemen, die nach dem Prinzip Voll duplex arbeiten?



Abbildung eines tragbaren Funkgeräts „Walkie-Talkie“

Bildquelle: Google Bildersuche

## Aufgabe 6 (Übertragungsdauer = Latenz)

Eine MP3-Datei mit einer Dateigröße von  $30 \cdot 10^6$  Bits soll von Endgerät A zu Endgerät B übertragen werden. Die Signalausbreitungsgeschwindigkeit beträgt  $200.000 \text{ km/s}$ . A und B sind direkt durch eine  $5.000 \text{ km}$  lange Verbindung miteinander verbunden. Die Datei wird als eine einzelne  $30 \cdot 10^6$  Bits große Nachricht übertragen. Es gibt keine Header oder Trailer (*Anhänge*) durch Netzwerkprotokolle.

1. Berechnen Sie die Übertragungsdauer (Latenz) der Datei für folgende Datentransferraten zwischen beiden Endgeräten...
  - $56 \text{ kbps}$
  - $64 \text{ kbps}$
  - $1 \text{ Mbps}$
  - $16 \text{ Mbps}$
  - $100 \text{ Mbps}$

2. Berechnen Sie für jede der oben genannten Alternativen das Volumen der Netzwerkverbindung. Was ist die maximale Anzahl an Bits, die sich zwischen Sender und Empfänger in der Leitung befinden können?

## Aufgabe 7 (Bandbreite-Verzögerung-Produkt)

Stellen Sie sich vor, die NASA hätte es geschafft, ein Raumschiff zum Planeten Mars zu schicken. Zwischen dem Planeten Erde und dem Raumschiff gibt es eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit einer Datendurchsatzrate von 128 kbps (= 128.000 Bits pro Sekunde).



Bildquelle: NASA (CC0)

Die Entfernung zwischen Erde und Mars schwankt zwischen ca. 55.000.000 km und ca. 400.000.000 km. Für die weiteren Berechnungen verwenden Sie ausschließlich den Wert 55.000.000 km, welcher der kürzesten Entfernung zwischen Erde und Mars entspricht.

Die Signalausbreitungsgeschwindigkeit entspricht der Lichtgeschwindigkeit (299.792.458 m/s).

1. Berechnen Sie die Umlaufzeit = Round Trip Time (RTT) der Verbindung.

$$\text{RTT} = (2 * \text{Distanz}) / \text{Signalausbreitungsgeschwindigkeit}$$

2. Berechnen Sie das Bandbreite-Verzögerung-Produkt für die Verbindung, um herauszufinden, was die maximale Anzahl an Bits ist, die sich zwischen Sender und Empfänger in der Leitung befinden können.

$$\text{Signalausbreitungsgeschwindigkeit} = 299.792.458 \text{ m/s}$$

$$\text{Distanz} = 55.000.000.000 \text{ m}$$

$$\text{Übertragungsverzögerung} = 0 \text{ s}$$

$$\text{Wartezeit} = 0 \text{ s}$$

3. Eine Webcam auf der Oberfläche des Planeten Mars sendet Bilder zur Erde. Jedes Bild ist 20 MB ( $1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ Byte}$ ) groß. Berechnen Sie wie lange die Übertragung eines Bildes bis zum Kontrollzentrum auf der Erde dauert.

*Quelle: Larry L. Peterson, Bruce S. Davie. Computernetzwerke. dpunkt (2008)*