



Übungen zur Vorlesung Rechnernetze und Verteilte Systeme

Übungsblatt 1, SS 2010

Abgabe: 3. Mai 2010 (in der Vorlesung)

Bei Textaufgaben schreiben Sie bitte einen Antwortsatz. Bitte kommentieren Sie Ihren Lösungsweg, so dass sowohl Sie als auch die Tutoren Ihre Lösung nachvollziehen können.

Die Abgabe erfolgt jeweils **vor** der Vorlesung in die jeweilige Mappe **Ihrer** Übungsgruppe. Schreiben Sie unbedingt **Gruppenkürzel** ($\in \{A, B, C, \dots\}$) und den Namen des Tutors sowie den Zeitpunkt Ihrer Übung auf Ihre Abgabe.

Nicht entsprechend gekennzeichnete Blätter können nicht zugeordnet werden!

Viel Spaß und Erfolg bei der Übung!

Aufgabe 1 - Kommunikationsvorgänge (6 Punkte)

Am Wochenende ist ein bedeutendes Fußballspiel in der Allianzarena. Leider haben sie keine Karte mehr bekommen und verfolgen daher den Audiokommentar zum Spiel an der Isar liegend.

- Nehmen Sie an, Sie verwenden dazu ein Radio. Was sind dort die beteiligten Kommunikationspartner, die Nutzungsrichtung?
- Nehmen Sie nun an, Sie laden den Stream von einem Server im Internet herunter. Was sind dort die beteiligten Kommunikationspartner und was ist die Nutzungsrichtung?

Im Folgenden betrachten wir einige Geräte, die bei der Kommunikation zwischen Radiosprecher und Radiohörer eingesetzt werden: Mikrophon, Lautsprecher, Encoder, Decoder, Sendeeinheit, Empfangseinheit, Luft. Der Encoder diene dazu die Sprache in ein sendefähiges Format zu verwandeln. Entsprechend kehre der Decoder diesen Vorgang um.

- Erstellen Sie mit den angegebenen Einheiten ein Schichtenmodell. Welche Einheiten sprechen ein Protokoll miteinander?

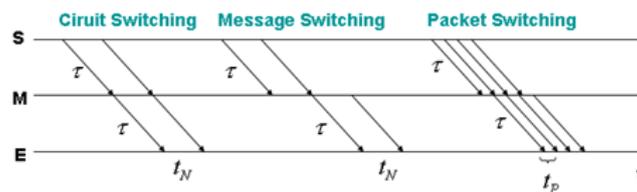
Zurück zur Fußballübertragung per Radio und per Streamingserver:

- Handelt es sich bei den Kommunikationsvorgängen jeweils um eine gesicherte Verbindung zwischen den Endgeräten? Gesichert meint dabei im Kontext von Netzwerken, dass sichergestellt wird, dass alle Daten vom Empfänger empfangen werden¹. Begründen Sie Ihre Aussage?

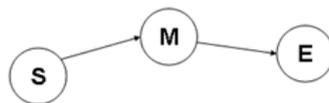
¹Im Zweifel werden bei Paketverlusten, die Inhalte der verlorenen Pakete vom Sender nochmal an den Empfänger gesendet. Gesichert meint in diesem Fall nicht, dass kryptographische Verfahren eingesetzt werden. In dem Fall würde man von einer sicheren Verbindung und nicht von einer gesicherten sprechen.

Aufgabe 2 - Weiterleitung von Nachrichten (5 Punkte)

In der klassischen Vermittlungstechnik finden keine Verarbeitungs- und Speicherprozesse im Übertragungssystem statt. Die Verbindung von Sender S bis Empfänger E wird dabei entweder vom Netz physikalisch durchgeschaltet oder es wird durch fest reservierte Bandbreite sichergestellt, dass Zwischenstation M jedes von S ankommende Bit direkt auf die Leitung nach E legen kann. Dies nennt man Durchschaltvermittlung (engl. Circuit switching). Beispiele hierfür wären Telefon- und Mobilfunknetz. Bei virtuellen Verbindungen ist die Leitung nicht dauernd belegt und die Ressourcen stehen auch anderen virtuellen Verbindungen zur Verfügung. Nach Einlesen der Nachricht erkennt M, um welche virtuelle Verbindung es sich handelt, und sendet die Nachricht weiter nach E (Sendungsvermittlung, engl. message switching). Wird die Nachricht von S in einzelne Nachrichtenpakete aufgeteilt, so kann M Paket für Paket weiterleiten (Paketvermittlung, engl. packet switching).



Netz-Topologie:



- Entnehmen Sie dem Weg-Zeit-Diagramm die Bedeutung der Zeiten τ , t_N und t_P .
- Bestimmen Sie für alle drei Fälle die Übertragungszeit einer Nachricht von S über M nach E in Abhängigkeit von τ , t_N und t_P . Ignorieren Sie in dieser Aufgabe mögliche Komplikationen, die die Berechnung erschweren würden².
- Was muss gelten, damit Paketvermittlung näherungsweise die gleiche Übertragungszeit hat wie Durchschaltvermittlung.
- Welche Vorteile hat Paketvermittlung (packet switching) gegenüber Durchschaltvermittlung (circuit switching)?

Aufgabe 3 - Bitübertragungstechniken (13 Punkte)

Bis Anfang 2010 soll ein neues Unterseekabel Japan und die USA verbinden. Das Kabel soll von Chikura nahe Tokio nach Los Angeles in Kalifornien (ca. 10.000km) verlaufen. Das Kabel besteht aus 8 Faserpaaren und hat eine Übertragungsrate von 7,68 TBit/s (alle Fasern zusammen).

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen.

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 Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes innerhalb einer Glasfaser beträgt ungefähr $\frac{2}{3}$ der Lichtgeschwindigkeit in Vakuum $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$. Beachten Sie für die Einheiten die Tabelle 1.

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

²Ignorieren Sie dabei mögliche Übertragungsfehler und bei virtuellen Verbindungen ebenfalls mögliche Blockierungen durch andere Verbindungen oder Überlast sowie die Paket-Header-Größe bei der Paketvermittlung.

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

b) Welche Länge hat ein Bit auf einer solchen Faser?

Um ein Gefühl für die errechneten Größen zu bekommen, stellen wir einen Vergleich mit Fast Ethernet an. Als Medium werden hier oft Kupferkabel verwendet. Als Ausbreitungsgeschwindigkeit nehmen Sie hier ebenfalls $\frac{2}{3}$ der Lichtgeschwindigkeit an.

c) Wie viel länger ist ein Bit bei Fast Ethernet im Vergleich zur optischen Übertragung in der vorangegangenen Teilaufgabe?

d) Wie lang ist ein Bit bei Fast Ethernet?

e) Welche räumliche Ausdehnung hat ein Ethernet-Rahmen mit maximaler Größe (1518 Byte) bzw. ein gleichgroßer Glasfaserrahmen auf den beiden oben beschriebenen Übertragungswegen?

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 (RTT)³.

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.

f) Wie groß ist die RTT beim Glasfaserkabel?

g) Wie viel mal größer ist die RTT, wenn wir statt des Kabels den Satellit verwenden?

Angenommen Ihnen steht ein Fasernpaar der Leitung exklusiv zur Verfügung und Sie wollen eine Datei der Größe 720 MiB (laut Betriebssystem) von Los Angeles nach Chikura übertragen.

h) Was ist größer, die Zeit bis das erste Bit in Chikura ankommt, oder die Zeit, bis Sie das letzte Bit auf die Leitung gegeben haben?

³Andere charakteristische Verbindungsmerkmale – allen voran die Übertragungsrate – sind ebenfalls ein interessantes Entscheidungskriterium für die Wahl des Vermittlungsweges.

Bezeichnung	Bedeutung	Bezeichnung	Bedeutung
Kilobit (kBit)	10^3 Bit	Kibibyte (KiB)	2^{10} Byte = 1.024 Byte
Megabit (MBit)	10^6 Bit	Mebibyte (MiB)	2^{20} Byte = 1.048.576 Byte
Gigabit (GBit)	10^9 Bit	Gibibyte (GiB)	2^{30} Byte = 1.073.741.824 Byte
Terabit (TBit)	10^{12} Bit	Tebibyte (TiB)	2^{40} Byte = 1.099.511.627.776 Byte
Petabit (PBit)	10^{15} Bit	Pebibyte (PiB)	2^{50} Byte = 1.125.899.906.842.624 Byte

Tabelle 1: Bezeichnungen und die zugehörigen Einheiten. Oft wird umgangssprachlich die Bezeichnung Gigabyte „GB“ verwendet, obwohl meist Gibibyte „GiB“ gemeint sind. Beachten Sie dies in den obigen Berechnungen. Es ist so, dass Betriebssysteme und daran angelehnt ein Großteil der Software Dateigrößen eigentlich in KiB, MiB oder GiB angeben. Anders sieht dies in der Übertragungstechnik aus. Dort werden immer kBit, MBit oder GBit angegeben. Analog ist dies auch für Bytes (kB, MB, GB, TB) möglich, wie dies u.a. Festplattenhersteller bei den Angaben zu ihren Produkten machen, was dem SI-Standard für Einheiten (= metrisches System) entspricht.