

Übung 1: Grundlagen: KMS-Wiederholung

11.10.2019

1. Dienste und Protokolle (Wiederholung KMS)

- Geben Sie ein Beispiel für eine Schichtenarchitektur und überlegen Sie sich, welche Vor- und Nachteile ein solch strukturierter Ansatz hat.
- Erläutern Sie die Bedeutung der Begriffe *Dienst* und *Protokoll* in der Telekommunikationstechnik.
- Nennen Sie die wesentlichen Dienstprimitive.
- Zeichnen Sie jeweils ein Weg-Zeit-Diagramm für einen erfolgreichen Verbindungsaufbau von einem Service Access Point (SAP) A zu einem SAP B und für einen vom SAP B abgewiesenen Verbindungsaufbau.
- Beschreiben Sie kurz den Zweck und die wesentlichen Formen von Multiplexing.

2. Multiplexing und Duplexing

Beschreiben Sie eine sinnvolle Kombination von Frequency Division Duplexing (FDD) und Frequency Division Multiplexing (FDM) in einem Netz mit n Teilnehmern.

3. Store-and-Forward Netze

Nehmen Sie an, Sie haben ein Netz, in dem ein Router A die Pakete von den Endgeräten B und C zu einem weiteren Router D schickt. Der Router benutzt einen internen Puffer, um Pakete von B und C zwischenzuspeichern, bevor sie nach D weitergeschickt werden.

- Wovon hängt der Füllzustand des Puffers ab? Wie können Sie diesen in einem laufenden System beeinflussen?
- Was geschieht, wenn der Puffer voll ist und ein weiteres Paket ankommt?
- Was geschieht bei leerem Puffer?

- (d) Werden Sie versuchen, das System tendenziell eher bei niedrigem oder hohem Puffer-Füllzustand zu betreiben? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

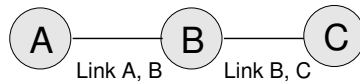
4. Paketvermittlung/Leitungsvermittlung (packet/circuit switching)

Es soll eine Nachricht der Länge L bits zwischen zwei Rechnern übertragen werden, die allerdings nicht direkt miteinander verbunden sind. Die Nachricht muss über k dazwischen liegende Rechner weitergeleitet werden. Nehmen Sie an, dass alle Verbindungen in diesem Netz eine einheitliche Datenrate von R bits/s aufweisen und dass die Ausbreitungsverzögerung (*Propagation delay*) vernachlässigbar ist.

- (a) Das Netz sei paketvermittelt. Stellen Sie die Übertragung mit $k = 2$ in einem Weg-Zeit-Diagramm (*Message Sequence Chart*) dar. Erläutern Sie, welche Annahmen Sie dabei treffen!
- (b) Ein Paket kann höchstens Nutzdaten der Länge P bits aufnehmen (Payload) und besitzt einen Paketkopf (*Header*) der festen Größe H bits.
Geben Sie nun eine Formel für die Sendedauer T_{tx} an. (Sendedauer = Dauer erstes bis letztes Bit gesendet.)
- (c) Geben Sie eine Formel für die gesamte Übertragungsdauer T_D an. (Übertragungsdauer = Beginn Senden des ersten Bits bis Ende Empfangen des letzten Bits.)
- (d) Bestimmen Sie die Paketgröße P , mit der die Zeit minimiert wird, bis das letzte Paket der Nachricht vollständig am Ziel eingetroffen ist.
Hinweis: Vereinfachen Sie $\lceil x \rceil$ zu x und $\lfloor x \rfloor$ zu x , wenn nötig.
- (e) Das Netz sei jetzt leitungsvermittelt. Stellen Sie die Übertragung mit $k = 2$ in einem Weg-Zeit-Diagramm dar.
Achten Sie dabei darauf, den Auf- und Abbau der Leitung darzustellen! Erläutern Sie ebenfalls wieder alle Annahmen, die Sie treffen!
- (f) Sei T_s die Zeit, die jeweils zum Verbindungsaufbau bzw. -abbau benötigt wird. Geben Sie eine Formel für die Übertragungsdauer $T_{D,l}$ an.
- (g) Vergleichen Sie nun Paketvermittlung und Leitungsvermittlung im Hinblick auf die vollständige Übertragungsdauer $T_{D,p}$ bzw. $T_{D,l}$. Wann würden Sie Leitungsvermittlung bevorzugen, wann Paketvermittlung?
Was ändert sich insbesondere, wenn die Ausbreitungsverzögerung *nicht* vernachlässigbar ist?

5. Datenübertragung in einem paketvermittelten, heterogenen Netz

Gegeben ist das in der folgenden Abbildung dargestellte Netz aus den drei Rechnern A , B und C .



Die Rechner sind durch zwei Links verbunden, welche die folgenden unterschiedlichen Eigenschaften haben ($1 \text{ kbits} = 10^3 \text{ bits}$ und $1 \text{ Mbits} = 10^6 \text{ bits}$):

Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ Mbits/s}$, Ausbreitungsverzögerung $\tau_{A,B} = 48 \text{ ms}$

Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kbits/s}$, Ausbreitungsverzögerung $\tau_{B,C} = 1 \text{ ms}$

Es soll ein Paket der Größe 500 Bytes von Rechner A zu Rechner C übertragen werden. Dabei beginnt Rechner B erst mit der Weiterleitung des Pakets an C, nachdem er es vollständig empfangen hat.

- (a) Stellen Sie diese Paketübertragung in einem Weg-Zeit-Diagramm dar.
- (b) Wie lange dauert es, bis A das Paket komplett *abgeschickt* hat?
- (c) Zu welchem Zeitpunkt *beginnt* das Paket bei B *einzutreffen*?
- (d) Zu welchem Zeitpunkt ist das Paket *vollständig* bei B *angekommen*?
- (e) Zu welchem Zeitpunkt ist das Paket *vollständig* bei C *angekommen*?
- (f) Wie viele Daten sind während der Übertragung dieses Pakets maximal gleichzeitig in den folgenden Links gespeichert:
 - i. Link A, B
 - ii. Link B, C

6. Visualisierung und Plotten

Im Laufe weiterer Übungsaufgaben werden Sie Funktionen unterschiedlicher Art berechnen und visualisieren. Dazu bieten sich unterschiedliche Werkzeuge an, jeweils mit Vor- und Nachteilen. Sie sollten mit mindestens einem der folgenden Werkzeuge vertraut sein; andernfalls ist dies eine gute Gelegenheit:

- Gnuplot <http://www.gnuplot.info>
- Matplotlib <https://matplotlib.org>

Zusätzlich sollten Sie in der Lage, einfache numerische Berechnungen durchzuführen und diese einfach zu visualisieren. Auch hierzu bieten sich unterschiedliche Vorgehensweisen an, z.B.

- octave <https://octave.sourceforge.io>
- Matlab <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
- R <https://www.r-project.org>

- Python mit numpy <http://www.numpy.org> (und matplotlib)
- Python mit numpy <http://www.numpy.org> (und matplotlib), eingebettet in eine Browser-basierte Anwendung für ausführbare “Notebooks” <http://jupyter.org>

Mit mindestens einem dieser Systeme sollten Sie vertraut sein. Übungsbeispiele werden auf Jupyter aufbauen und als Jupyter Notebooks verteilt werden; es bietet sich daher an, dass Sie sich mit Jupyter vertraut machen.