

5. TUTORIUM

DATENKOMMUNIKATION UND SICHERHEIT

TUTORIUMSGRUPPE 18

MATTHIS FRANZGROTE

COMSYS

RWTH AACHEN

09.06.2021

1 Aufgabe 5.1: Token Ring

Geregelt

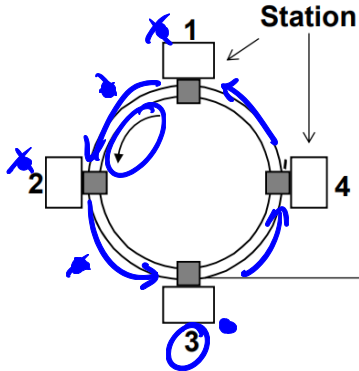
2 Aufgabe 5.2: CSMA/CD

Contention-based

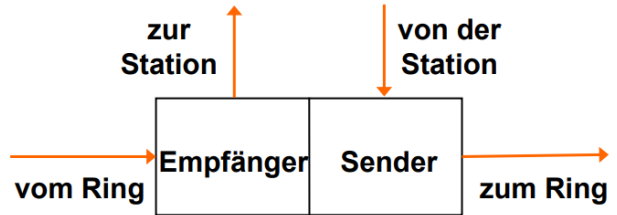
3 Aufgabe 5.3: Leitungs- und Paketvermittlung

AUFGABE 5.1: TOKEN RING

TOKEN RING



Aktiver Anschluss:



AUFGABE 5.1 A)

- Token Ring mit 6 Stationen
- Kabellänge 100 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Eine Station hat das Token erhalten und möchte einen Rahmen von 1000 Byte senden.

Wie lange braucht der Sender, um den Rahmen zu versenden?

$$\frac{1000 \text{ Byte}}{16 \text{ MBit/s}} = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ bit}}{16 \cdot 10^6 \text{ bit/s}} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 0.5 \mu\text{s} = 500 \mu\text{s}$$

AUFGABE 5.1 A)

- Token Ring mit 6 Stationen
- Kabellänge 100 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Eine Station hat das Token erhalten und möchte einen Rahmen von 1000 Byte senden.

Wie lange braucht der Sender, um den Rahmen zu *versenden*?

$$t_s = \frac{1000 \text{ Byte}}{16 \text{ MBit/s}} = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ Bit}}{16 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 500 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 500 \mu\text{s}$$

AUFGABE 5.1 A)

- Token Ring mit 6 Stationen
- Kabellänge 100 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Eine Station hat das Token erhalten und möchte einen Rahmen von 1000 Byte senden.

Wie lange dauert es, bis der *Anfang des Rahmens* wieder beim Sender ankommt, wenn jede Station die Daten bei der Weiterleitung um 8 Bit verzögert?

$$\text{Latenz}_{\text{Kabel}}: \frac{100 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 50 \cdot 10^{-8} \text{ s} = 500 \text{ ns}$$

$$\text{Latenz}_{\text{Station}}: \frac{8 \text{ Bits}}{16 \text{ MBit/s}} = \frac{8 \text{ Bit}}{16 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 500 \text{ ns}$$

$500 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

AUFGABE 5.1 A)

- Token Ring mit 6 Stationen
- Kabellänge 100 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

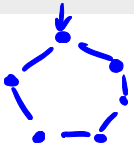
Eine Station hat das Token erhalten und möchte einen Rahmen von 1000 Byte senden.

Wie lange dauert es, bis der *Anfang des Rahmens wieder beim Sender ankommt*, wenn jede Station die Daten bei der Weiterleitung um 8 Bit verzögert?

Verzögerung pro Leitung: $\frac{100 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 50 \cdot 10^{-8} \text{ s} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 500 \text{ ns}$

Verzögerung pro Station: $\frac{8 \text{ Bit}}{16 \text{ MBit/s}} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 500 \text{ ns}$

Insgesamt (6 Leitungen, 5 Stationen): $11 \cdot 500 \text{ ns} = 5500 \text{ ns} = \underline{5,5 \mu\text{s}}$



AUFGABE 5.1 A)

- Token Ring mit 6 Stationen
- Kabellänge 100 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Eine Station hat das Token erhalten und möchte einen Rahmen von 1000 Byte senden.

Nach welcher Zeit kann der Sender ein *neues Token* senden?

$$t_s + t_L = 500 \mu s + 5,5 \mu s = 505,5 \mu s$$

AUFGABE 5.1 A)

- Token Ring mit 6 Stationen
- Kabellänge 100 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Eine Station hat das Token erhalten und möchte einen Rahmen von 1000 Byte senden.

Nach welcher Zeit kann der Sender ein *neues Token* senden?

Sofort nachdem er mit Senden fertig ist, da er deutlich länger sendet, als die Gesamtlatenz des Netzes ($500 \mu\text{s} \gg 5,5 \mu\text{s}$).

Seine Daten kommen also schon bei ihm an, bevor er fertig ist mit Senden.

AUFGABE 5.1 B)

- Token Ring mit 200 Stationen
- Kabellänge 500 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Welches Problem ergibt sich mit dem Token-Mechanismus?

AUFGABE 5.1 B)

- Token Ring mit 200 Stationen
- Kabellänge 500 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Welches Problem ergibt sich mit dem Token-Mechanismus?

Verzögerung pro Leitung: $\frac{500 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 250 \cdot 10^{-8} \text{ s} = 2500 \cdot 10^{-9} \text{ s} = \underline{2500 \text{ ns}}$

Verzögerung pro Station: $\frac{8 \text{ Bit}}{16 \text{ MBit/s}} = 500 \text{ ns}$

Insgesamt (200 Leitungen, 199 Stationen):

$$199 \cdot 500 \text{ ns} + 200 \cdot 2500 \text{ ns} = 99\,500 \text{ ns} + 500\,000 \text{ ns} = \underline{599,5 \mu\text{s}}$$

79,5 μs

AUFGABE 5.1 B)

- Token Ring mit 200 Stationen
- Kabellänge 500 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Welches Problem ergibt sich mit dem Token-Mechanismus?

Sender muss $99,5 \mu\text{s}$ warten, bis er ein neues Token erzeugen kann.
Der Ring ist also nur zu

$$\frac{500 \mu\text{s}}{599,5 \mu\text{s}} \approx 0,83 = 83 \%$$

ausgelastet.

AUFGABE 5.1 B)

- Token Ring mit 200 Stationen
- Kabellänge 500 m zwischen je zwei Stationen
- Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8$ m/s
- Datenrate 16 MBit/s

Aufgabe

Welche Modifikation des Medienzugriffsverfahrens könnte man vornehmen, um das Problem zu beheben?

Multiple-Token-Prinzip:

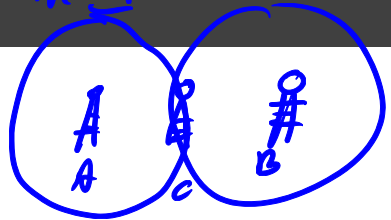
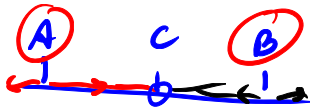
- Sofortiges Aussenden des nächsten Tokens nach Sendevorgang der eigentlichen Daten
- Der durch diesen Token gestattete Sendevorgang kann keine Kollisionen erzeugen - die Rahmen kommen erst nach den vorherigen
- Falls Fehler auftreten hilft eine Verzögerung der Token-Erzeugung eh nicht



AUFGABE 5.2: CSMA/CD

CSMA/CA

Carrier sense
Collision Detection



AUFGABE 5.2 A)

An einen Bus sind drei Stationen A, B und C angeschlossen. A möchte Daten an C senden und lauscht, ob die Leitung frei ist. Dies ist der Fall, und A beginnt zu senden. Fast gleichzeitig hat B ebenfalls gelauscht und beginnt nun auch, Daten an C zu senden.

Aufgabe

Woran liegt es, dass es in diesem Fall trotz CSMA/CD zu einer Kollision kommt?

Latenz



AUFGABE 5.2 A)

An einen Bus sind drei Stationen *A*, *B* und *C* angeschlossen. *A* möchte Daten an *C* senden und lauscht, ob die Leitung frei ist. Dies ist der Fall, und *A* beginnt zu senden. Fast gleichzeitig hat *B* ebenfalls gelauscht und beginnt nun auch, Daten an *C* zu senden.

Aufgabe

Woran liegt es, dass es in diesem Fall trotz CSMA/CD zu einer Kollision kommt?

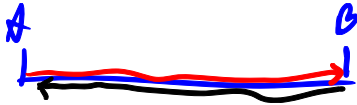
Latenz - die Daten von *A* sind bei *B* noch nicht angekommen, *B* kann also gar nicht wissen, dass *A* sendet

AUFGABE 5.2 A)

Aufgabe

Woran erkennen A, B und C jeweils, dass es zu einer Kollision gekommen ist? Was muss hierfür gewährleistet sein?

Überlagerung der Signale \rightarrow Spannungsspitzen
Jamming-Signal



Fazit: • Minimale Sendeleistung
 \rightarrow Reklamengröße
• Minimale Segmentlänge

Aufgabe

Woran erkennen A, B und C jeweils, dass es zu einer Kollision gekommen ist? Was muss hierfür gewährleistet sein?

- A und B hören während der Übetragung das Medium ab
- Spannungsspitzen bei Kollisionen (A und B hören etwas anderes, als sie selber senden)
- Nicht alle erkennen die Spannungsspitzen zwangsläufig \Rightarrow Jamming-Signal

Aufgabe

Woran erkennen A, B und C jeweils, dass es zu einer Kollision gekommen ist? Was muss hierfür gewährleistet sein?

- A und B hören während der Übetragung das Medium ab
- Spannungsspitzen bei Kollisionen (A und B hören etwas anderes, als sie selber senden)
- Nicht alle erkennen die Spannungsspitzen zwangsläufig \Rightarrow Jamming-Signal

Voraussetzungen:

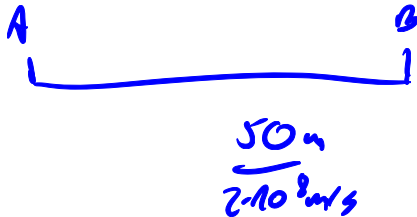
- minimale Rahmenlänge
- maximale Segmentlänge (Kabel), also Netzausdehnung

AUFGABE 5.2 B)

Gegeben sei ein LAN, das CSMA/CD verwendet. Die Datenrate betrage 100 MBit/s und die Buslänge sei 50 m. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im physikalischen Medium sei $2 \cdot 10^8$ m/s. Eine Station im Netz beginne nun zu senden.

Aufgabe

Nach welcher Zeit kann spätestens eine Kollision auftreten?



AUFGABE 5.2 B)

Gegeben sei ein LAN, das CSMA/CD verwendet. Die Datenrate betrage 100 MBit/s und die Buslänge sei 50 m. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im physikalischen Medium sei $2 \cdot 10^8$ m/s. Eine Station im Netz beginne nun zu senden.

Aufgabe

Nach welcher Zeit kann spätestens eine Kollision auftreten?

Worst-Case: *B* fängt genau in dem Moment an zu senden, wo das erste Bit von *A* ankommt.

⇒ Genau die Ausbreitungsdauer über die gesamte Buslänge (Latenz)

$$\frac{50 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 25 \cdot 10^{-8} \text{ s} = 250 \text{ ns}$$

AUFGABE 5.2 B)

Gegeben sei ein LAN, das CSMA/CD verwendet. Die Datenrate betrage 100 MBit/s und die Buslänge sei 50 m. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im physikalischen Medium sei $2 \cdot 10^8$ m/s. Eine Station im Netz beginne nun zu senden.

Aufgabe

Nach welcher Zeit kann der Sender sicher sein, dass keine Kollision mehr auftreten wird?

$$2 \cdot 250 \text{ ns}$$


AUFGABE 5.2 B)

Gegeben sei ein LAN, das CSMA/CD verwendet. Die Datenrate betrage 100 MBit/s und die Buslänge sei 50 m. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im physikalischen Medium sei $2 \cdot 10^8$ m/s. Eine Station im Netz beginne nun zu senden.

Aufgabe

Nach welcher Zeit kann der Sender sicher sein, dass keine Kollision mehr auftreten wird?

Erkennung dieser Kollision durch den Sender nach der doppelten Zeit

$$2 \cdot 250 \text{ ns} = 500 \text{ ns}$$

AUFGABE 5.2 B)

Gegeben sei ein LAN, das CSMA/CD verwendet. Die Datenrate betrage 100 MBit/s und die Buslänge sei 50 m. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im physikalischen Medium sei $2 \cdot 10^8$ m/s. Eine Station im Netz beginne nun zu senden.

Aufgabe

Welche minimale Rahmenlänge wäre in diesem LAN ausreichend?

$$500\text{ns} \cdot 100\text{Mbit/s}$$

AUFGABE 5.2 B)

Gegeben sei ein LAN, das CSMA/CD verwendet. Die Datenrate betrage 100 MBit/s und die Buslänge sei 50 m. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit im physikalischen Medium sei $2 \cdot 10^8$ m/s. Eine Station im Netz beginne nun zu senden.

Aufgabe

Welche minimale Rahmenlänge wäre in diesem LAN ausreichend?

CSMA/CD: So lange auf Kollisionen lauschen, wie man selber sendet

⇒ mindestens 500 ns lang senden

⇒ minimale Rahmenlänge um Kollisionen mit eigenen Daten zu erkennen

$$500 \text{ ns} \cdot 100 \text{ MBit/s} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ s} \cdot 100 \cdot 10^6 \text{ Bit/s} = 50\,000 \cdot 10^{-3} \text{ Bit} = \underline{50 \text{ Bit}}$$

$$\text{Rahmenlänge}_{\min} \geq 50 \text{ Bit}$$

AUFGABE 5.2 c)

Betrachten Sie nun ein weiteres LAN, das CSMA/CD verwendet. Allerdings liegt die Datenrate nun bei 10 MBit/s und die Stationen sind in einer Sterntopologie angeordnet. Alle Stationen sind mit dem zentralen Hub verbunden, der bei der Weiterleitung eine Verzögerung von 400 ns erzeugt. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit sei wie in Aufgabenteil b). Als minimale Rahmenlänge wurden 64 Byte festgelegt.

$$2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Aufgabe



AUFGABE 5.2 C)

Sterntopologie mit Hub (400 ns Verzögerung), 10 MBit/s, Rahmenlänge ≥ 64 Byte

Aufgabe

Wie lang dürfen die Kabel zwischen den Stationen und dem Hub theoretisch maximal sein?



$$\frac{64 \text{ Byte}}{10 \text{ Mbit/s}} = \frac{2^6 \cdot 2^3 \text{ Bit}}{10 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = \frac{512 \text{ Bit}}{10 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = 51,2 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 51,2 \mu\text{s} \text{ RTT}$$

$$51,2 \mu\text{s} / 2 = 25,6 \mu\text{s}$$

$$25,6 \mu\text{s} - 0,4 \mu\text{s} = 25,2 \mu\text{s} \leftarrow \text{fallen auf die Kabel ab}$$

$$25,2 \mu\text{s} / 2 = 12,6 \mu\text{s}$$

$$12,6 \mu\text{s} \cdot 2 \cdot 10^9 \text{ m/s} = 2520 \text{ m}$$

AUFGABE 5.2 c)

Sterntopologie mit Hub (400 ns Verzögerung), 10 MBit/s, Rahmenlänge ≥ 64 Byte

Aufgabe

Wie lang dürfen die Kabel zwischen den Stationen und dem Hub theoretisch maximal sein?

Minimale Sendedauer: $t_s < \frac{64 \text{ Byte}}{10 \text{ MBit/s}} = \frac{512 \text{ Bit}}{10 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = 51,2 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 51,2 \mu\text{s}$ (RTT)

Signallaufzeit in eine Richtung (Latenz): $\frac{t_s}{2} = \frac{51,2 \mu\text{s}}{2} = 25,6 \mu\text{s}$

Latenz durch die Kabel: $25,6 \mu\text{s} - \underbrace{0,4 \mu\text{s}}_{\text{Hub}} = 25,2 \mu\text{s}$

Latenz durch ein Kabel (Station - Hub): $\frac{25,2 \mu\text{s}}{2} = 12,6 \mu\text{s}$

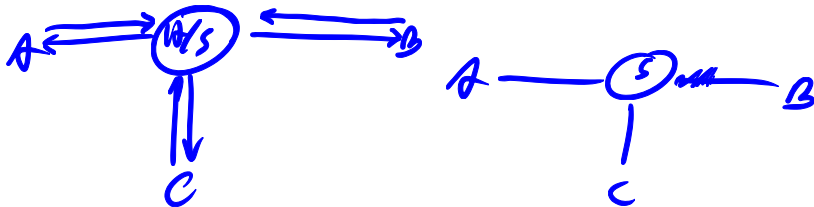
Maximal erlaubte Segmentlänge: $12,6 \mu\text{s} \cdot 2 \cdot 10^8 \text{ m/s} = \underline{2520 \text{ m}}$

AUFGABE 5.2 C)

Sterntopologie mit Hub (400 ns Verzögerung), 10 MBit/s, Rahmenlänge ≥ 64 Byte

Aufgabe

Wie lang dürften sie sein, wenn statt des Hubs ein Switch eingesetzt würde?



AUFGABE 5.2 C)

Sterntopologie mit Hub (400 ns Verzögerung), 10 MBit/s, Rahmenlänge ≥ 64 Byte

Aufgabe

Wie lang dürften sie sein, wenn statt des Hubs ein Switch eingesetzt würde?

Bei einem Switch treten keine Kollisionen auf, also können Kabel beliebig lange sein.

+ Voll Duplex

AUFGABE 5.2 C)

Sterntopologie mit Hub (400 ns Verzögerung), 10 MBit/s, Rahmenlänge ≥ 64 Byte

Aufgabe

Warum werden wohl in der Praxis kürzere Kabel eingesetzt?

AUFGABE 5.2 C)

Sterntopologie mit Hub (400 ns Verzögerung), 10 MBit/s, Rahmenlänge ≥ 64 Byte

Aufgabe

Warum werden wohl in der Praxis kürzere Kabel eingesetzt?

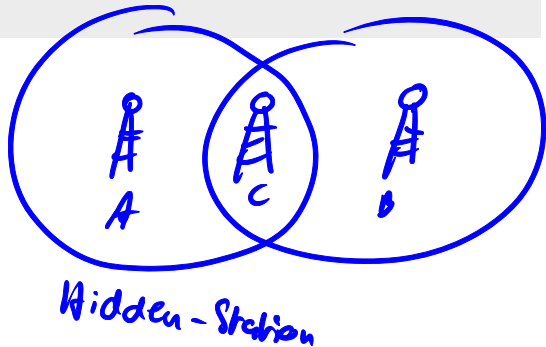
Durch Dämpfung der Signale sind keine 2,4⁵ km möglich, eher sind 100 m realistisch (bei Kupferkabeln!!!).

AUFGABE 5.2 D)

Aufgabe

CSMA/CA

CSMA/CD ist eine Weiterentwicklung des ursprünglichen ALOHA-Prinzips. Warum kann der CSMA/CD-Algorithmus nicht im ursprünglichen ALOHA-Netz eingesetzt werden?



Aufgabe

CSMA/CD ist eine Weiterentwicklung des ursprünglichen ALOHA-Prinzips. Warum kann der CSMA/CD-Algorithmus nicht im ursprünglichen ALOHA-Netz eingesetzt werden?

Nicht alle Stationen können sich gegenseitig hören (*Hidden-Station Problem*). Daher bringt Carrier Sense nichts und Kollisionen können ggf. nicht erkannt werden.

Aufgabe

Warum wird im Zusammenhang mit Medienzugriffsverfahren immer eine maximale Rahmenlänge festgelegt?

• Fairness

Aufgabe

Warum wird im Zusammenhang mit Medienzugriffsverfahren immer eine maximale Rahmenlänge festgelegt?

- Fairness: Je länger eine Station sendet, desto länger können andere nicht senden
- Wiederholungen: Je länger ein Rahmen, desto wahrscheinlicher ein Bitfehler (und somit Neuübertragung)
- ggf. mehr

Aufgabe

CSMA/CD und Token Ring sind zwei verschiedene Ansätze zur Realisierung eines LANs. Beschreiben Sie vergleichend, welche Vor- und Nachteile die beiden Ansätze zum einen bei hoher Last, zum anderen bei niedriger Last haben.

Aufgabe

CSMA/CD und Token Ring sind zwei verschiedene Ansätze zur Realisierung eines LANs. Beschreiben Sie vergleichend, welche Vor- und Nachteile die beiden Ansätze zum einen bei hoher Last, zum anderen bei niedriger Last haben.

Hohe Last:

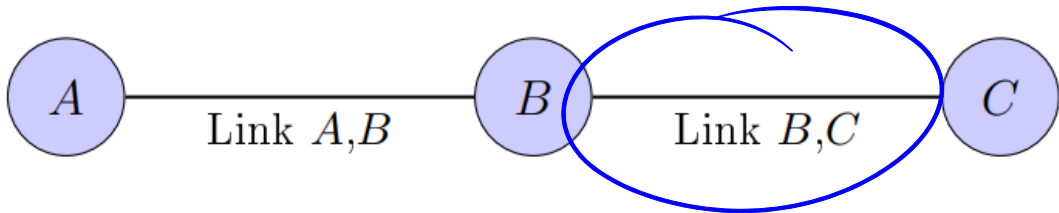
- CSMA/CD: extreme Verzögerungen durch Kollisionen und steigende Wartezeiten
- Token Ring: kein Effizienzverlust durch Kollisionen, da keine auftreten

Geringe Last:

- CSMA/CD: schnelle Versendung ohne Wartezeit
- Token Ring: Overhead durch Warten auf den Token

AUFGABE 5.3: LEITUNGS- UND PAKETVERMITTLUNG

AUFGABE 5.3



- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$

Ein Paket von 500 Byte soll von A zu C gesendet werden. Die Paketvermittlung verwende das *Store-and-Forward-Prinzip*, d.h. B wird erst damit beginnen, ein Paket weiterzuleiten, nachdem es vollständig empfangen wurde.

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Wie lange dauert es, bis A das Paket komplett abgeschickt hat?

$$\frac{500 \text{ Byte}}{2 \text{ MBit/s}} =$$

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Wie lange dauert es, bis A das Paket komplett abgeschickt hat?

$$t_s = \frac{500 \text{ Byte}}{2 \text{ MBit/s}} = \frac{4000 \text{ Bit}}{2 \cdot 10^6 \text{ Bit/s}} = \underline{2 \text{ ms}}$$

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = \underline{48 \text{ ms}}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Zu welchem Zeitpunkt beginnt das Paket bei B einzutreffen?

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Zu welchem Zeitpunkt beginnt das Paket bei B einzutreffen?

Latenz auf dem Kabel A - B, also $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Zu welchem Zeitpunkt ist das Paket bei B angekommen?

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Zu welchem Zeitpunkt ist das Paket bei B angekommen?

$$t_S + t_{A,B} = \underline{50 \text{ ms}}$$

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Angenommen, B führt keine weiteren Operationen aus (wie Prüfung der Korrektheit des angekommenen Pakets o.Ä.), sondern leitet das Paket direkt weiter. Wie lange dauert es, bis das von A gesendete Paket bei C angekommen ist?

$$\underbrace{50 \mu\text{s}}_{\text{Link A,B}} + \underbrace{\frac{500 \text{ Byte}}{4 \text{ kBit/s}} + 1 \text{ ms}}_{\text{Link B,C}}$$

AUFGABE 5.3 A)

- Link A, B: Datenrate $R_{A,B} = 2 \text{ MBit/s}$, Latenz $t_{A,B} = 48 \text{ ms}$
- Link B, C: Datenrate $R_{B,C} = 4 \text{ kBit/s}$, Latenz $t_{B,C} = 1 \text{ ms}$
- 500 Byte Daten

Aufgabe

Angenommen, B führt keine weiteren Operationen aus (wie Prüfung der Korrektheit des angekommenen Pakets o.Ä.), sondern leitet das Paket direkt weiter. Wie lange dauert es, bis das von A gesendete Paket bei C angekommen ist?

$$\underbrace{t_S + t_{A,B}}_{\text{ggf. Verzögerung}} + \frac{4000 \text{ Bit}}{4 \cdot 10^3 \text{ Bit/s}} + t_{B,C} = \underline{50 \text{ ms}} + \underline{1 \text{ s}} + \underline{1 \text{ ms}} = \underline{1,051 \text{ s}}$$

AUFGABE 5.3 A)

Gleiche Rechnung mit 2 Paketen, je 250 Byte.

- Das erste Paket kann schon angefangen werden zu senden, wenn das zweite erst noch reinkommt
- *B* ist ein Bottleneck ⚡ (da der zweite Link so langsam ist)
- 1,05 s insgesamt

AUFGABE 5.3 A)

Gleiche Rechnung mit 2 Paketen, je 250 Byte.

- Das erste Paket kann schon angefangen werden zu senden, wenn das zweite erst noch reinkommt
- *B* ist ein Bottleneck (da der zweite Link so langsam ist)
- 1,05 s insgesamt

Leitungsvermittlung:

- Alle Bits sofort weiterleiten (nicht warten, bis ganzes Paket da ist)
- Auch hier würden sich die Daten bei *B* anstauen
- Wäre der erste Link langsamer, wäre Leitungsvermittlung aber effizienter
- Schalten der Leitung erzeugt aber auch Overhead

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen sehr viele Daten ^{TCP} in einer bestimmten Zeit ^{UDP} übertragen werden.

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen sehr viele Daten in einer bestimmten Zeit übertragen werden.

Zeitkritisch \Rightarrow Leitungsvermittlung

- geschaltete Leitung *nur für diese Kommunikation*

- sofortige Datenweiterleitung

\Rightarrow Garantierte Übertragungsdauer

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen sehr viele Daten ohne Zeitbeschränkung übertragen werden.

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen sehr viele Daten ohne Zeitbeschränkung übertragen werden.

Große Datenmengen \Rightarrow Leitungsvermittlung ?

- Voraussage, wann Übertragung abgeschlossen ist
- Aus Kostengründen eher Paketvermittlung
- Auf jeden Fall verbindungsorientiert

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen wenig Daten ohne Zeitbeschränkung übertragen werden.

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen wenig Daten ohne Zeitbeschränkung übertragen werden.

Verbindungslose Paketvermittlung

Der Overhead eines Verbindungsaufbaus wäre zu hoch

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen wenig Daten in einer bestimmten Zeit übertragen werden.

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Welches Vermittlungssystem eignet sich hier am besten: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (verbindungsorientiert), Paketvermittlung (verbindungslos)?
Es müssen wenig Daten in einer bestimmten Zeit übertragen werden.

Zeitkritisch \Rightarrow Leitungsvermittlung

AUFGABE 5.3 B)

Aufgabe

Und wie ist es in der Praxis?

Aufgabe

Und wie ist es in der Praxis?

- Verbindungslose Paketvermittlung **IP**
- Verbindungsorientierung aber eine Schicht höher möglich (TCP)
- Leitungsvermittlung in manchen Anwendungsfällen aber deutlich effizienter (z.B. Multimedia-Streams) \Rightarrow IP hat auch Nachteile!

Evaluation! Tutorium ins Freifeld
18

ÜBUNGSBLATT 5 ABGABEFRIST:
14.06.2021 18:00

NÄCHSTES TUTORIUM:
MITTWOCH 16.06.2021 12:30