



7. Übung zur Vorlesung Rechnernetze (Musterlösung)

Abgabe: 04.02.04

Aufgabe 1: Ethernet (5 Punkte, 1+1+1+1+1)

- a) Wie Sie vielleicht wissen, kommt es in einem gut abgeschirmten Ethernet-Kabel nur selten zu Störungen auf der Leitung, wodurch Bits verfälscht werden. Erkennt und behebt die Schicht 2 in einem Ethernet solche Fehler? Wenn ja, wie?

Lösungsvorschlag:

Zur Fehlererkennung wird im Ethernet (auf Schicht 2) das Verfahren Cyclic Redundancy Check (CRC) verwendet. Durch Übermittlung der 32-bit CRC-Checksumme kann der Empfänger mit hoher Wahrscheinlichkeit erkennen, ob der Ethernet-Rahmen korrekt übertragen wurde oder nicht. Im Fehlerfall wird der Rahmen einfach verworfen. Eine Behebung des Fehlers findet auf Schicht 2 jedoch nicht statt. Ist dennoch eine Behebung des Fehlers notwendig, so muss dies von einer höheren Schicht (z.B. Transportschicht) erledigt werden.

- b) Die IEEE Norm 802.3 definiert, dass die minimale Framelänge für ein Ethernetpaket 64 Byte beträgt. Erklären Sie, warum die Festlegung einer Mindestlänge zur Erkennung von Kollisionen nötig ist!

Lösungsvorschlag:

Die Framelänge darf bei Ethernet nach IEEE 802.3 den Wert 64 Bytes nicht unterschreiten, da sonst „late collisions“ auftreten können. Innerhalb der ersten 64 Bytes eines Paketes sollten alle Stationen am lokalen Ethernet Segment eine Kollision erkennen können. Ist das nicht der Fall, so könnte folgende Situation eintreten:

Station A Sendet ein Paket (< 64 Bytes). Dieses Paket wird bei Station A vollständig und ohne Kollision auf das Netz gelegt. Ungünstigerweise hat dieses Paket noch nicht die entfernte Station B erreicht, und diese fängt an zu senden kurz vor dem Erhalt des Paketes von A. Station B erkennt die Kollision, sobald das Paket von A eintrifft, aber Station A ist der Meinung sein Paket erfolgreich gesendet zu haben.

- c) Angenommen, die zulässige Maximallänge eines Ethernets betrage 50 km. Wie groß müsste die minimale Framelänge dann sein (Datenrate 10 Mbit/s, Signal-Ausbreitungsgeschwindigkeit 200.000 km/s)?

Lösungsvorschlag:

Ein Bit wird bei einem 10 Mbit/s Netz genau $1 \text{ s} / (10 * 10^6 \text{ bit/s}) = 0,1 * 10^{-6} \text{ s}$ lang übertragen. \Rightarrow 1 Bit ist bei 200.000 km/s : $0,1 * 10^{-6} \text{ s} * 200.000.000 \text{ m/s} = 20 \text{ m}$ lang. Die kritische Entfernung für Kollisionen beträgt 100 km, da im ungünstigsten Fall das erste Bit von Nachricht A fast die ganzen 50 km zurückgelegt hat, bis es zu einer Kollision kommt, dann muss das kollidierte Signal ebenfalls wieder fast 50 km weit zu Station A zurückübertragen werden, bevor A die Kollision erkennen kann. $100.000 \text{ m} / (20 \text{ m/bit}) = 5.000 \text{ Bit}$. Die Pakete müssten mindestens 5.000 Bit = 625 Byte lang sein.

- d) Sie führen in einem Ethernet einen File-Transfer von einem Rechner A zu einem Rechner B durch. Angenommen, Sie würden das übliche Mediumzugriffsverfahren im Ethernet durch ALOHA ersetzen (das Format des Ethernet-Rahmens bleibe aber unverändert). Würde der Transfer dann immer noch funktionieren? Was würde sich ändern?

Lösungsvorschlag:

Wenn kein anderer Sender aktiv ist, würde sich das Verhalten praktisch nicht ändern. Der Mediumzugriff ist sogar geringfügig schneller, da kein Carrier Sense durchgeführt wird. Im allgemeinen Fall würde es jedoch viel häufiger zu Kollisionen kommen, da der Sender vor dem Absenden eines Rahmens nicht prüft, ob die Leitung frei ist. Kollisionen würden mit hoher Wahrscheinlichkeit immer noch indirekt anhand einer falschen CRC-Checksumme erkannt werden. Diese Fehlererkennung findet aber nun immer erst am Ende einer Rahmenübertragung statt. Im Gegensatz dazu würden bei CSMA/CD Kollisionen spätestens bei Byte Nummer 64 eines Ethernet-Rahmens erkannt und die Übertragung dann abgebrochen werden. Schicht 2 verwirft auf jeden Fall

eine einzige Priorität verwendet wird? (Kein *early token release*, d.h. erst der Sender nimmt die gesendete Nachricht wieder vom Ring und gibt danach das Token wieder frei.)

Lösungsvorschlag:

Minimale Wartezeit: alle anderen 149 Station sind im Leerlauf.

Übertragungszeit für Paket von 512 Byte: $t_p = (4096 \text{ Bit} + 1240 \text{ Bit}) * 0,25 * 10^{-6} \text{ s/Bit} = 1334 * 10^{-6} \text{ s}$

Übertragungszeit für Token (3 Byte): $t_T = 1240 \text{ Bit} * 0,25 * 10^{-6} \text{ s/Bit} = 310 * 10^{-6} \text{ s}$

$t_{\min} = t_p + t_T = 1,644 * 10^{-3} \text{ s}$

Maximale Wartezeit: auch die restlichen 149 Stationen sind aktiv und kommen der Reihe nach zum Zug

$t_{\max} = 150 * t_p + 1 * t_T = 200,41 * 10^{-3} \text{ s}$

Anmerkung: Bei der Übertragungszeit für das Token haben wir nur die 1240 Bit Umlaufzeit, nicht jedoch die Länge des Tokens von 24 Bit berücksichtigt, da beim Senden des nächsten Pakets diese 24 Bit als Paket-Header verwendet werden (durch Umklappen des Token-Bits im AC-Feld wird aus dem Token eine Datenpaket-Header). Kein Punktabzug, falls jemand diese 24 Bit dazugezählt hat!

- c) Ist ein Token-Ring für ein Verteiltes System mit Echtzeitanforderungen besser, schlechter oder gleich gut geeignet wie ein Ethernet? (Begründung)

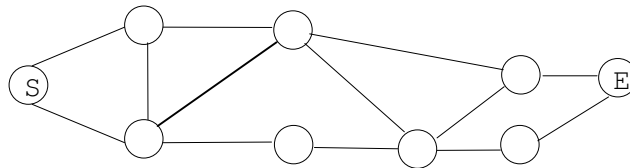
Lösungsvorschlag:

Es ist besser geeignet, da ausgerechnet werden kann, wie viel Zeit maximal vergeht, bis eine Station ihr nächstes Paket senden kann, und wie lange es dauert, bis dieses dann mit Sicherheit beim Empfänger angekommen ist. (Störungen auf der Leitung sind natürlich weiterhin möglich. Diese sind bei Kabelnetzen aber in der Regel extrem selten.). Ethernet kann bei geringer Auslastung zwar kürzere Zugriffszeiten haben als ein Token-Ring (da nicht auf das Token gewartet werden muss), im schlechtesten Fall dauert es jedoch unendlich lange, bis ein Paket seinen Empfänger erreicht (wenn dieses ständig mit anderen Paketen kollidiert).

Aufgabe 3: Weglenkungsstrategie Fluten (2 Punkte)

In einem paketvermittelten Netz (siehe nachstehende Abbildung) wird einfaches Fluten zur Wegwahl angewendet.

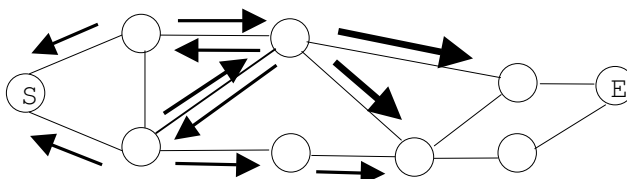
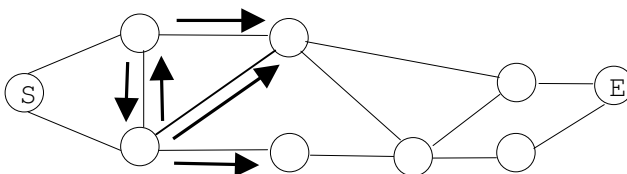
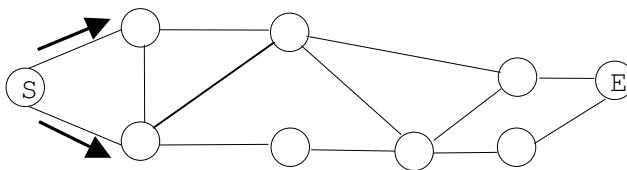
- a) Zeichnen Sie den Weg der Pakete für vier Zeitperioden beim Senden eines Pakets von S nach E auf.

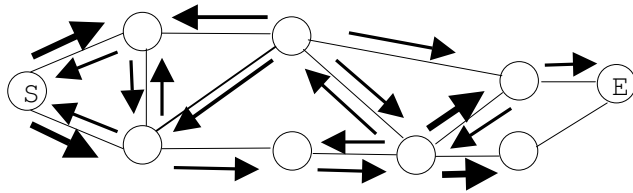


- b) Wie wird ein unendliches Zirkulieren von Paketen verhindert?

Lösungsvorschlag

- a)





b) Durch Begrenzung der Paketlebensdauer mittels Hop Counter. Der Hop Counter wird mit der Länge des maximalen Pfades im Netz initialisiert und bei jedem Knoten um 1 dekrementiert. Bei Erreichen von 0 wird das Paket verworfen. (Weitere Verbesserung: Vermittlungsrechner merken an einer Besuchsliste der Pakete, ob sie ein Paket bereits vermittelt haben, und verwerfen es dann → zusätzlicher Aufwand zum Speichern der Liste und Identifizieren der Pakete.)