Rechnernetze - Tutorium

zu Kapitel 3

Link zu den Folien ⬇️

GitHub Pages

1. Ist das CSMA/CD-Verfahren ein ***faires*** Zugriffsverfahren?
2. Beschreibe, wie sich bei CSMA/CD-Ethernet Distanz, Paketlänge und Bitrate gegenseitig beeinflussen.
3. Wie wird die ***Taktsynchronisation*** zwischen zwei Stationen bei Ethernet gelöst?
4. Warum werden die Signale im Ethernet ***codiert*** übertragen?
5. An welchem Grundproblem leidet Gigabit-Ethernet und wie wird dieses Problem gelöst? Beschreibe die Folgen. Was versteht man unter ***Skew Delay***?

6. Erläuter die Begriffe ***Flow Control*** und ***Link Aggregation***.
7. Ethernet Frames (10 MBit/s Ethernet) sollen mit Hilfe eines Protokoll Sniffers (z.B. dem in der Vorlesung eingesetzten Kabelhai) *eingefangen* und ausgewertet werden. Wie viele Rahmen pro Sekunde sind maximal zu erwarten? Berechne die Rahmenrate einer Station in Abhängigkeit von der Größe der Payload (kleinster und größter Wert der Payload-Länge). Berechne auch den eigentlichen Datendurchsatz (ab Layer 3).

Lass uns erstmal ein paar Dinge vorab klären.

Wer führt Standards ein, was sind Zugriffsverfahren, was ist ein Multiplex 🙀

Organistationen in der Netzwerktechnik (Standards)

Es gibt etliche Organisationen, die an der Entwicklung von Standards beteilt sind.

- ?

Organistationen in der Netzwerktechnik (Standards)

Es gibt etliche Organisationen, die an der Entwicklung von Standards beteilt sind.

- IANA - Internet Assigned Numbers Authority
- ICANN - Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
- IETF - Internet Engineering Task Force
- ISO - International Organization for Standardization
- IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ITU - International Telecommunication Union

- Für uns ist die IEEE hier besonders wichtig
- RFCs (Request for Comments) schlagen Standards vor (nicht alle, nur einige)
  - IETF publiziert die RFCs
  - die Entwicklung des Internets wird vorangetrieben
  - die Genehmigung (als Stream bezeichnet) durchläuft verschiedene Stadien
  - fast alle wichtigen Internet Standards sind aus RFCs entstanden
    - RFC 768 - UDP
    - RFC 1166 - IP Adresse

802.x beschäftigt sich mit lokalen Netzwerken

Wichtige IEEE 802.x Standards

- 802.3 CSMA/CD
- 802.3u Fast Ethernet
- 802.3ab 1000 BASE-T
- 802.11 WLAN

Zugriffsverfahren

Zentralistisch

- Vermittlungsstelle organisiert Slot zur Datenübertragung

Deterministisch

- Zugriff wird über Mechanismen geregelt, sodass keine Kollisionen auftreten können

Nicht-Deterministisch

- Jede Station kann jederzeit zufällig senden
- Keine Regeln beim Senden (konkurrierend), bei Kollisionen wird erneut gesendet

Was ist ein Multiplex?

Multiplexverfahren sind Methoden zur Signal- und Nachrichtenübertragung. Dabei werden mehrere Signale gebündelt und übertragen.

Raum Multiplex

- Übertragunskanäle werden zur parallelen Nutzung durch mehrere Sender und Empfänger gebündelt
    - Personen sprechen an verschiedenen Orten miteinander und stören sich bei genügend großem Abstand nicht.

Frequenz Multiplex

- Die Signale werden in unterschiedliche Frequenz Bereiche getrennt
  - Eine Hundepfeife erzeugt unhörbare Geräusche. Nebenbei hörst du einen Podcast.

Zeit Multiplex

- Signale werden zeitversertzt übertragen.
  - In der Ponyhof Schulklasse hat nur ein Sprecher gleichzeitig das Wort (asynchron). Auf der Google I/O hat jeder Redner einen Zeitslot bestimmter Länge (synchron).

Code Multiplex

- Signale werden verschieden codiert
  - Wenn mehrere Gespräche in verschiedenen Sprachen in einem Raum stattfinden, hört man seine Muttersprache heraus. Bekannte Personen erkennt man am Klang ihrer Stimme

Ethernet

- asynchrones Zeit Multiplex
- nach Bedarf
- dezentral
- konkurrierend

1. Ist das CSMA/CD-Verfahren ein *faires* Zugriffsverfahren?

LONG

STORY

SHORT

Ja.

Da niemand beim Senden bevorzugt wird.

Aber warum eigentlich?

Für was steht CSMA/CD?

Was machen die Abkürzungen?

CS - Carrier Sense (Träger Zustandserkennung)

Jede Station prüft, ob das Medium frei ist

MA - Multiple Access (Mehrfachzugriff)

Mehrere Stationen teilen sich das Medium

CD - Collision Detection (Kollisionserkennung)

Wenn mehrere Stationen gleichzeitig senden, erkennen sie die Kollision

2. Beschreibe, wie sich bei CSMA/CD-Ethernet Distanz, Paketlänge und Bitrate gegenseitig beeinflussen.

Was jedoch wichtig ist, ist wie sich Distanz, Paketlänge und Bitrate gegenseitig beeinflussen.

Hast du eine Idee, was es damit aufsich hat?

Netzausdehnung und Laufzeitbudget

Distanz, Paketlänge und Bitrate stehen im CSMA/CD Ethernet in direktem Zusammenhang!

Beispiel

- Übertragungsgeschwindigkeit bei Ethernet mit 10 MBit / Sekunde
- Framelänge von 64 Byte (512 bit)

Ziel

- Während des Sendens eine Kollision erkennen

🔥 Formel - Zeitraum für die Kollisionserkennung

$$t_{frame} = \frac{n\ [bit]}{b\ [\frac{bit}{s}]}$$

$$t_{frame} = \frac{(64*8)\ bit}{10*10^6\ \frac{bit}{s}} = 51,2\ \mu s$$

Das bedeutet, dass innerhalb von 51,2 µs die Kollision bei 10 MBit / Sekunde und einer Frame Größe von 64 Byte erkannt werden muss.

Netzausdehnung und Laufzeitbudget

Geschwindigkeit	Typ	Ausdehnung in Metern	Zeit
10 MBit	Ethernet	* 5.000 Meter	51,2 µs
100 MBit	Fast-Ethernet	500 Meter	5,12 µs
1.000 MBit	Gigabit-Ethernet	50 Meter	0,512 µs

*** Kabeleigenschaften wie Dämpfung, Schirmung und Verarbeitungszeit begrenzen die maximale Ausdehnung auf 3.000 Meter.**

3. Wie wird die *Taktsynchronisation* zwischen zwei Stationen bei Ethernet gelöst?

Präambel

- 7 Bytes
- dient der ***Takt Synchronisation***
- alternierende Bitfolge *101010...1010*

SFD (Start Frame Delimiter)

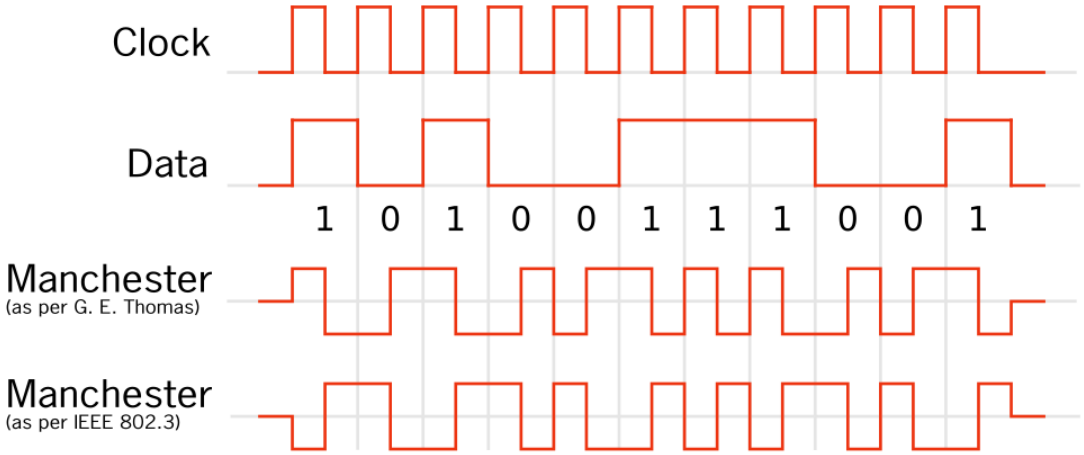
- 1 Byte
- auf diese folgt der Start Frame Delimiter (SFD) mit der Bitfolge *10101011*

Dann beginnt die MAC Adresse und somit der eigentliche Inhalt ...

4. Warum werden die Signale im Ethernet *codiert* übertragen?

Codierte Übertragung

- Taktsynchronisation
- Vermeidung von großen Gleichstromanteil



Von Stefan Schmidt - Enhancement of Manchester Encoding, Gemeinfrei, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1219799

5. An welchem Grundproblem leidet Gigabit-Ethernet und wie wird dieses Problem gelöst? Beschreibe die Folgen.

Problem

- es lässt Half-Duplex Verbindungen zu, daher wird
- CSMA/CD benötigt und es ist eine
- sehr geringe Längenausdehnung möglich
    - Zeit verkürzt sich, in der man Kollisionen erkennen kann

Lösung

- Carrier-Extension
- Frame Bursting
- 4 Aderpaare Vollduplex
- Signalcodierung (PAM-5)

Carrier Extension zusammen mit ...

Frames die 64 Bytes (minimale Länge) lang sind, werden auf 512 Bytes erweitert. Bei 64 Bytes ist das Paket schon auf dem Medium und es kann keine Kollision mehr erkannt werden. Durch die Erweiterung sind Kollisionsdomänen Ausdehnungen auf 200 Meter möglich.

... Frame Bursting

Die Performance bei kleineren Datenpaketen wird durch die Carrier Extension verschlechtert. Um das zu kompensieren, können Server, Switches und andere Ethernet Segmente mehrere solcher kleiner Datenpakete schicken, damit die Bandbreite besser ausgenutzt wird.

Adernpaare

2 adrig

> Coaxkabel Halbduplex Geschwindigkeit bis 10 Mbit/s
> Definierte Pausen bei CSMA/CD, jeder bekommt Zeit zum quatschen

4 adrig

> TP-Kabel Halb- / Vollduplex Geschwindigkeit bis 2x 100 Mbit/s
> Auf 4 Adern kann man getrennt in beide Richtungen alles abwickeln

8 adrig

> TP-Kabel Vollduplex Geschwindigkeit bis 2x 1000 Mbit/s und 2x 10.000 Mbit/s

Link zum nachlesen: http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0301281.htm

PAM5 Signalcodierung

Kombination	V / Doppelader
000	0 V
001	0,5 V
010	1 V
011	-0,5 V
100	0 V
101	0,5 V
110	-1 V
111	- 0,5 V

Was versteht man unter *Skew Delay*?

Skew Delay

- geringer Längenunterschied der Adernpaare im Twisted Pair Kabel
- gute Kabel haben eine kleine Skew Delay
- erfordert sorgfältiges *crimpen*
- hohe Qualitätsanforderungen an den Hersteller

6. Erläuter die Begriffe *Flow Control* und *Link Aggregation*.

Flow Control (Flusssteuerung)

- ?

Flow Control (Flusssteuerung)

- Empfänger kann ein Pause Signal senden
  - falls der Sender zu viele Daten sendet
  - um einen Pufferüberlauf mit Datenverlust zu verhindern
- Verhinderung von Paketverlust
- Verhinderung von zu hoher Latenz

Link Aggregation

- ?

Link Aggregation

- fast mehrere parallele Verbindungen zu einer logischen Verbindung zusammen
- einfaches Mittel um die Bandbreite und somit Datenrate zu vervielfachen

Vorteile

- Ausfallsicherheit
- Lastverteilung
- Geringerer Konfigurationsaufwand (zum Beispiel nur eine IP-Adresse)

7. Ethernet Frames (10 MBit/s Ethernet) sollen mit Hilfe eines Protokoll Sniffers (z.B. dem in der Vorlesung eingesetzten Kabelhai) *eingefangen* und ausgewertet werden. Wie viele Rahmen pro Sekunde sind maximal zu erwarten? Berechne die Rahmenrate einer Station in Abhängigkeit von der Größe der Payload (kleinster und größter Wert der Payload-Länge). Berechne auch den eigentlichen Datendurchsatz (ab Layer 3).

Paketlänge

$$Umwandlung\ in\ Bit = \frac{10\ Mbit}{Sekunde} = \frac{10.000.000\ Bit}{Sekunde}$$

Paketlänge (mit Präambel und Interframe Gap)

$$Kleinster\ Payload = 8 + 14 + 46 + 4 + 12 = 84\ byte$$

$$Größter\ Payload = 8 + 14 + 1500 + 4 + 12 = 1538\ byte$$

Umwandlung der Paketlänge in Bit

$$84\,byte * 8 = 672\,bit$$

$$1538\,byte * 8 = 12304\,bit$$

Rahmen pro Sekunde und Datendurchsatz bei 10 Mbit / Sekunde

$$Kleinster\ Payload = \frac{10.000.000\ bit}{672\ bit} = \frac{14.881\ Rahmen}{Sekunde}$$

$$Größter\ Payload = \frac{10.000.000\ bit}{12.304\ bit} = \frac{813\ Rahmen}{Sekunde}$$

Datendurchsatz

$$Kleinster\ Payload = 14.881 * 46\ byte = \frac{684.625\ byte}{Sekunde}$$

$$Größter\ Payload = 813 * 1500\ byte = \frac{1.219.500\ byte}{Sekunde}$$

Weitere Fragen?

Bitte per E-Mail an kk172@hdm-stuttgart.de, lg088@hdm-stuttgart.de. Wir beantworten die dann im kommenden Meeting ausführlich.

Bis nächste Woche 😄

> `git pull` nicht vergessen