

IP — Grundlagen

1 Schichtenmodell

1.1 Schnittbildung

- Systemschnitt: Bestimmt diskrete Systeme, die kommunizieren (Kabel dazwischen) \implies Einteilung: Endsystem, Transitsystem, Übertragungsmedium
- Dienstschnitt: Funktionale Zerlegung von Kommunikationsvorgängen. Ähnliche Funktionen in eine Schicht — unabhängige Funktionen in verschiedene Schichten. Jede Schicht bietet ihren Dienst über Dienstprimitive der nächsthöheren Schicht an. Nur die sind festgelegt — nicht deren Implementierung \implies virtuelle Maschine.
- Protokollschnitt: Definiert wie Dienst einer Schicht über Systemgrenzen hinweg erbracht wird: Protokoll (Regeln, Datenformat) regelt Kommunikation von Partnerinstanzen einer Schicht.

1.2 Schichten

- Bitübertragungsschicht/Physical Layer (1): Transparente Übertragung einer Bitsequenz über verschiedene Medien unter Berücksichtigung von physikalischen (optisch, elektrisch), mechanischen (Stecker) und funktionalen (Pin-Belegung) Gesichtspunkten.
- Sicherungsschicht/Data Link Layer (2): Zusammenfassung von Bits in Frames und Fehlererkennung. Liefert völlige Medienunabhängigkeit.
- Vermittlungsschicht/Network Layer (3): Wegewahl und Vermittlung. (Siehe nächste Versuchswoch)
- Transportschicht/Transport Layer (4): Netzunabhängiger Transportdienst zwischen Endsystemen. Wählbare Güte (Sicherung, Durchsatz, Antwortzeit) und Flusssteuerung. (Siehe übernächste Versuchswoch)
- Kommunikationssteuerungsschicht/Session Layer (5): Einrichtung, Strukturierung und Steuerung von Sessions. Kontextumschaltung, Checkpoints, Rechtevergabe, Synchronisation, ...
- Darstellungsschicht/Presentation Layer (6): Transfersyntax = Sprache, Kodierung.
- Anwendungsschicht/Application Layer (7): Anwendungen, die semantischen Gehalt in die Kommunikation legen.

2 Bitübertragungsschicht/Physical Layer (MAU, AUI, PLS)

- Komponenten
 - Ethernet-Kabel (trunk cable)
 - * Gelbe Würst/10Base5 (500m)
 - * Cheapernet/10Base2 (200m)
 - * STP oder UTP/10BaseT (100m) — HUB
 - Medium Attachment Unit (MAU) = Transceiver = Sende-/Empfängseinheit + AUI-Schnittstelle, (AUI enthält Coll-Signal erzeugt von Collision-Detector in Transceiver)
 - Attachment Unit Interface (AUI) = Transceiver-Kabel (branch cable) + Stecker.
 - Ethernet Controller
 - * AUI-Schnittstelle
 - * Physical Signaling = PLS (Dienstprimitive: CARRIER, SIGNAL)
 - * Schicht 2: MAC, LLC

Bild

- Kodierung bei Ethernet (Manchester)
 - Transition: Wechsel von high nach low oder umgekehrt
 - steigende Flanke: Wechsel von low nach high
 - fallende Flanke: Wechsel von high nach low
 - In der Mitte jeder Bitzeit eine Transition
 - Wert: 1 bei steigender, 0 bei fallender Flanke in Mitte der Bitzeit \implies ggf. an Bitende Flankenwechsel erforderlich
 - selbsttaktend: erste und zweite Hälfte der Bitzeit immer invers zueinander \implies dafür doppelte Bandbreite wegen doppelter Frequenz erforderlich

3 Sicherungsschicht/Link Layer (MAC, LLC)

3.1 MAC von Ethernet: CSMA/CD

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

- Kanal abhören ob frei (Carrier Sense) \implies Kollisionswahrscheinlichkeit verringert
- frei \implies senden (sofort = 1-persistent, Wahrscheinlichkeit p = p-persistent, nur manchmal hören = non persistent)
- während Senden weiter abhören (Collision Detection)
- bei Kollision: Jam-Signal (Zufallssequenz) senden \implies Bandbreitensparnis bei langen Frames
- nach Kollision: 0 \rightarrow $2^{\min(\text{Versuch}, 10)}$ Slottimes (= Dauer von 64 Bytes Mindestpaketlänge) warten (truncated binary exponential back off), Erneut Senden. Nach 16 Versuchen Abbruch
- Voraussetzung für CD
 - Konfliktparameter $k = \frac{2 * \text{Signallaufzeit}}{\text{Nachrichtübertragungszeit}} = 2 * \frac{\text{Kanalänge/Signalgeschwindigkeit}}{\text{Nachrichtlänge/Übertragungsrate}} < 1$
 - Signalgeschwindigkeit = $0.6 - 0.7c$ ($c = 300\,000\text{ km/s}$)
 - Datenrate 10 Mbit/s, Bitzeit = $0.1\mu\text{s}$, Baudrate = $2 * \text{Bitrate}$, Baud = Transitionen pro sec
- Technische Daten
 - Slottime: 512 Bit-Zeiten = $64\text{ Oktette} = 51.2\mu\text{s}$
 - Adreßgröße: 48 Bit
 - Inter-Frame Gap: min $9.6\mu\text{s}$
 - backoff limit: 10
 - attempt limit: 16
 - jam size: 32 bit = 4 bytes
 - max frame size: 1518 Oktette
- MAC-Frame-Header
 - 7 Byte: Preamble (zur Synchronisation für Empfänger)
 - 1 Byte: Start frame delimiter (10101011 = Kennung für Frame-Anfang)
 - 6 Byte: Destination Address
 - 2 Byte: Source Address
 - 2 Byte: Length (max 1518 Oktette)
 - LLC Daten
 - PAD Bytes (ggf. für minimale Frame-Länge)
 - Frame Check Sequence (CRC)

3.2 LLC — Dienstprimitive

(request, indication, response, confirm)

- verbindungslos
 - L_DATA.request|indication
- verbindungsorientiert
 - L_CONNECT.request|indication|confirm (Verbindungsaufbau)
 - L_DATA.CONNECT.request|indication|confirm (Datenübertragung)
 - L_DISCONNECT.request|indication|confirm (Verbindungsaabbau)
 - L_RESET.request|indication|disconnect (Verbindungsabbruch)
 - L_CONNECTION_FLOWCONTROL.request|indication (wieviele Daten akzeptiere ich)