

Einfluss von Protokollen auf die Performance von Kommunikationsnetzen

(CSMA/CD, ALOHA, Token Passing, Slotted Protocols)

Vortrag zur Seminararbeit in
„Verkehrstheorie, Modellierung und diskrete Simulation“
von Jens Mahnke

Gliederung

✓ Grundlagen

- Kanalzuordnung
- Mehrfachzugriffsprotokolle
- Performanceeinfluss von
 - ALOHA
 - CSMA/CD
 - Token passing
- Zusammenfassung



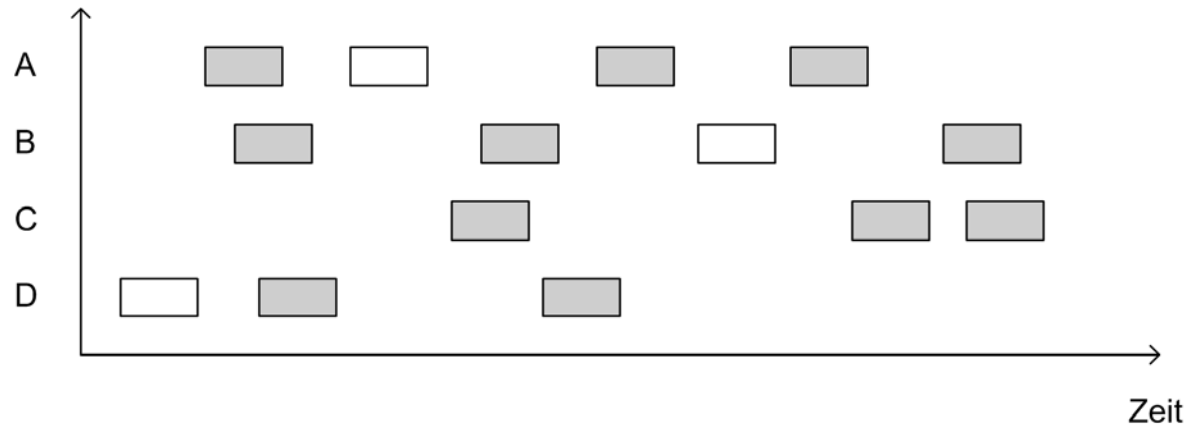
Kanalzuordnung

- Statische Kanalzuordnung
 - TDM, FDM, CDM
 - Kollisionsfrei
- Dynamische Kanalzuordnung
 - Zuordnung zur Sendezeit
 - Deterministisch oder stochastisch
 - Kollisionsbehandlung

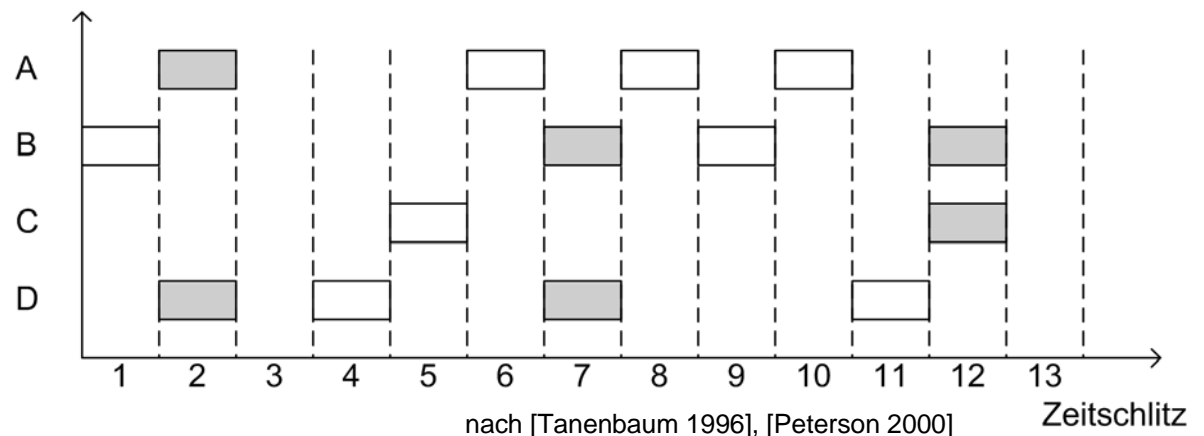
Mehrfachzugriffsprotokoll ALOHA

- 1970 Uni-Hawaii
- Norman Abramson
- dynamische, stochastische Kanalzuordnung
- Pure und slotted ALOHA
- Broadcast Kanal zur Kollisionserkennung

Stationen bei reinem ALOHA



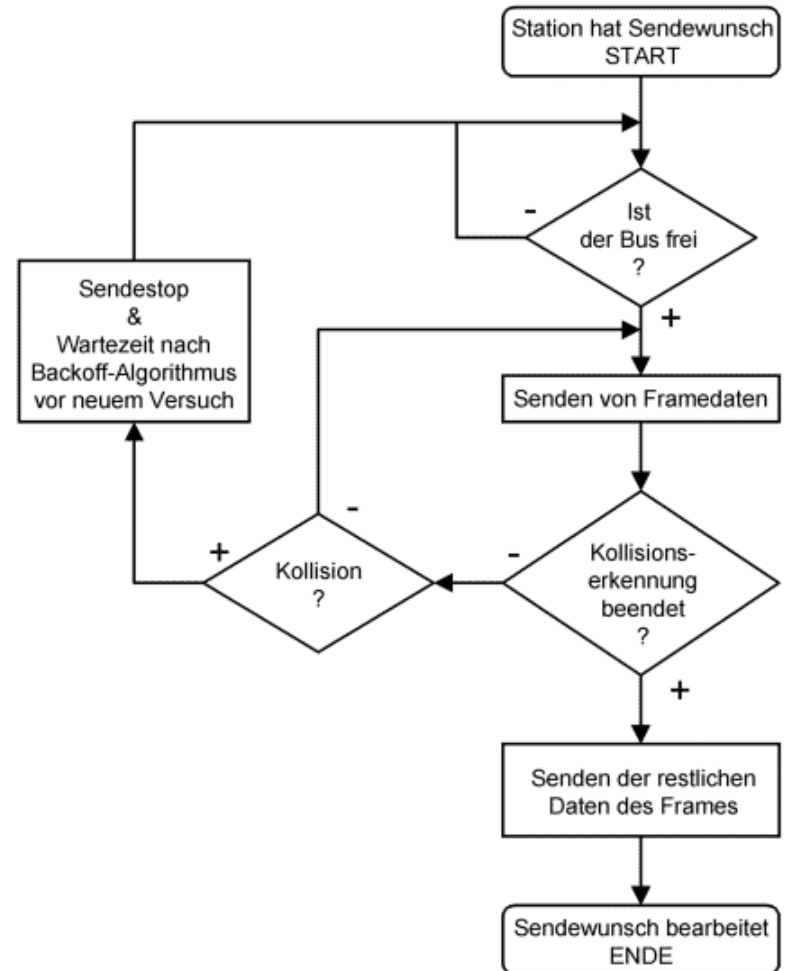
Stationen bei slotted ALOHA



nach [Tanenbaum 1996], [Peterson 2000]

Mehrfachzugriffsprotokoll CSMA/CD

- CSMA ist erweitertes ALOHA
- dynamische, stochastische Kanalzuordnung
 - 1-persistentes CSMA
 - Non-persistentes CSMA
 - P-persistentes CSMA
- Collision Detection (CD)
- Minimaler Rahmen:
2*Verzögerung des Busses
- Jam-Signal bei Kollision



Mehrfachzugriffsprotokoll Token passing

- dynamische, deterministische Kanalzuordnung
- Sende/Frei-Token
- Token-Haltezeit = max. Sendedauer
- Wartezeit: $(N-1) * \text{Token-Haltezeit}$
- Einsatz im Token-Ring/Bus, FDDI

Gliederung

- ✓ Grundlagen
 - ✓ Kanalzuordnung
 - ✓ Mehrfachzugriffsprotokolle
- ✓ Performanceeinfluss von
 - ALOHA
 - CSMA/CD
 - Token passing
- Zusammenfassung

Performanceeinfluss von ALOHA

- Modellierung nach [Spaniol 2001]:
 - Unendliche Anzahl Benutzer
 - erzeugen Rahmen der normierten Länge 1
 - Poisson-Prozess mit Rate G
 - G = Gesamtverkehr (neue und wiederholte Übertragungen)
 - S = Durchsatz (erfolgreiche Übertragungen)

$$P(k \text{ Übertragungen in } t \text{ Rahmen Zeiten}) = \frac{(Gt)^k}{k!} * e^{-Gt}$$

Performanceeinfluss von ALOHA

- Durchsatz pure ALOHA
 - $S=G \cdot P$ (keine Übertragung in 2 Rahmenzeiten)

$$S_{\text{pure}} = G * \frac{(2 * G)^0}{0!} * e^{-2G} = G * e^{-2G}$$

- Durchsatz slotted ALOHA
 - $S=G \cdot P$ (keine Übertragung in 1 Rahmenzeit)

$$S_{\text{slotted}} = G * \frac{(1 * G)^0}{0!} * e^{-1G} = G * e^{-G}$$

➤ Kanalauslastung ALOHA

➤ pure: 18%

slotted: 37%

Performanceeinfluss von CSMA/CD

- Modellierung nach [Stallings 1994]:
 - N Benutzer bzw. Stationen
 - Jede Station sendet mit Wahrscheinlichkeit P
 - Einen Rahmen der Länge l
 - Mit P und l konstant
- Zustände:
 - Erfolgreich gesendet
 - Kollision bzw. nicht gesendet (Contention Time)

Performanceeinfluss von CSMA/CD

$$S = \frac{1}{1 + \text{Durchschnittliche_Contention_Zeit}}$$

- Kollisionserkennung für $d=2*a \Rightarrow$ Übertragungsdauer $T = 1/2a$
- Wahrscheinlichkeit für die Sendung eines ungestörten Rahmens A_p

$$A_p = \binom{N}{1} * P^1 * (1 - P)^{N-1} = N * P * (1 - P)^{N-1}$$

- A_p hat Maximum an Stelle $P = 1/N$

$$A = \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{N-1}$$

Performanceeinfluss von CSMA/CD

- Wahrscheinlichkeit dass i Slots nacheinander ohne Kollision bzw. Sendung folgen:

$$\bar{P}_i(A) = \binom{i}{i} * (1 - A)^i * (1 - (1 - A))^{i-i} = (1 - A)^i$$

- Wahrscheinlichkeit i aufeinander folgende Slots mit Kollisionen bzw. keine Sendung, darauf folgt erfolgreiche Übertragung:

$$P_i(A) = \bar{P}_i(A) * A = (1 - A)^i * A$$

- Abschätzung der mittleren Länge E in denen Kollisionen auftreten:

$$E = \sum_{i=1}^{\infty} i * P_i(A) = \sum_{i=1}^{\infty} i * (1 - A)^i * A \quad \text{Konvergiert gegen: } E = \frac{1 - A}{A}$$

Performanceeinfluss von CSMA/CD

- normierte Durchsatz S
 - Übertragungszeit in Relation zum
 - Zyklus aus Übertragungszeit (T) und
 - Kollisionszeit (E)

$$S = \frac{\frac{1}{2a}}{\frac{1}{2a} + \frac{1-A}{A}} = \frac{1}{1 + 2a \frac{1-A}{A}}$$

Performanceeinfluss von Token passing

- Modellierung nach [Stallings 1994]:
 - gemittelte Zeit für das Token-Passing (T_1)
 - mittlere Übertragungszeit pro Datenpaket (T_2)
 - Datenpakete mit gleicher Länge (d)
 - Länge des Rings in Bit (L) (=Verzögerung)

=> Zeit in der Daten gesendet werden:

$$U = \frac{T_2}{T_2 + T_1}$$

Performanceeinfluss von Token passing

- normierte Paketlänge (a) über die Ringgröße in Bit (L) und der Datenpaketlänge (d) bestimmt:

$$a = \frac{d}{L}$$

- Fallunterscheidung:
 - $A < 1$: Rahmen kürzer als Ring/Bus
 - $A > 1$: Rahmen länger als Ring/Bus

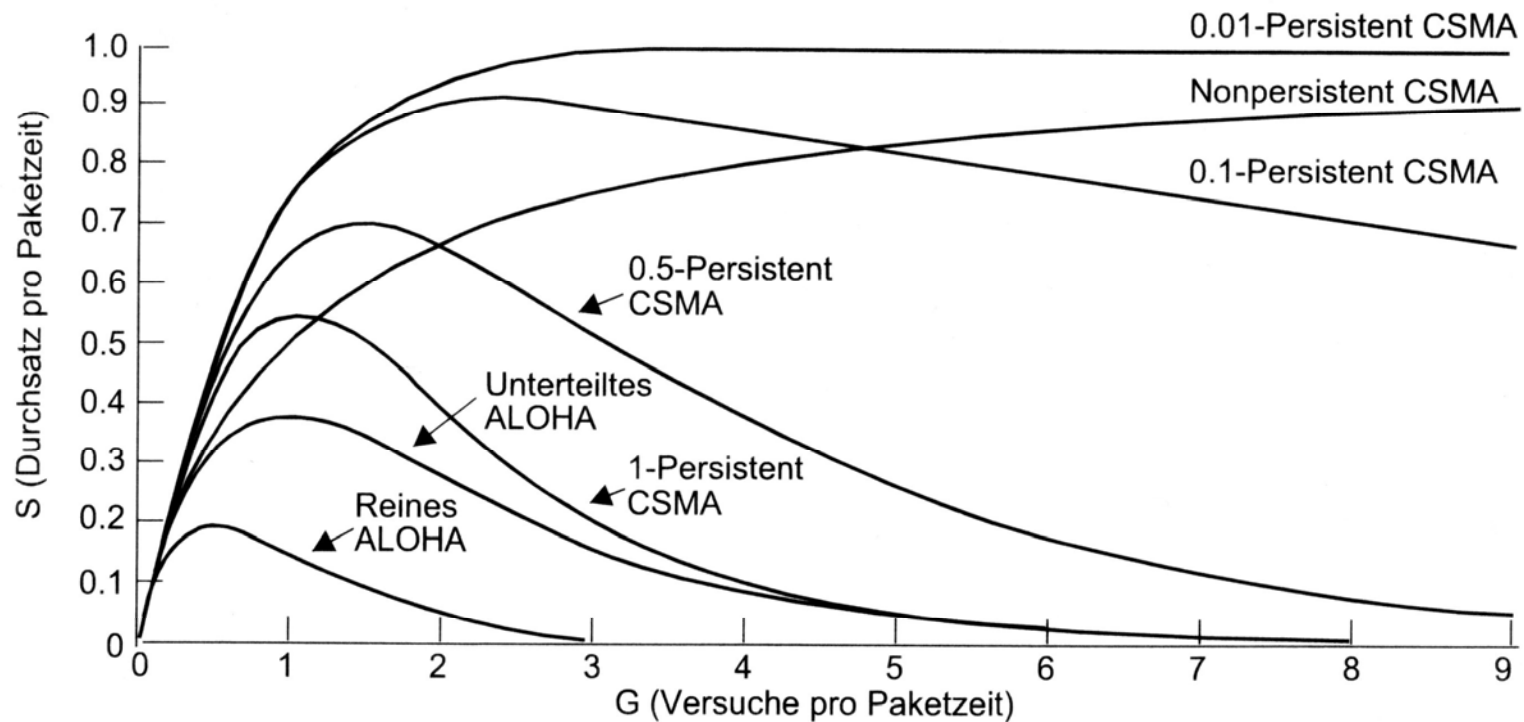
- normierte Übertragungsleistung U (für T2 normiert auf 1):

$$U = \begin{cases} \frac{1}{1 + a / N} & a < 1 \\ \frac{1}{a \cdot (1 + 1 / N)} & a > 1 \end{cases}$$

Gliederung

- ✓ Grundlagen
 - ✓ Kanalzuordnung
 - ✓ Mehrfachzugriffsprotokolle
- ✓ Performanceeinfluss von
 - ✓ ALOHA
 - ✓ CSMA/CD
 - ✓ Token passing
- ✓ Zusammenfassung

Zusammenfassung



aus [Tanenbaum 1996]

Zusammenfassung

- ALOHA :

$$S_{pure} = G * e^{-2G}$$

$$S_{slotted} = G * e^{-G}$$

- CSMA/CD :

$$S = \frac{1}{1 + 2a \frac{1-A}{A}}$$

- Token Passing :

$$U = \begin{cases} \frac{1}{1 + a / N} & a < 1 \\ \frac{1}{a \cdot (1 + 1 / N)} & a > 1 \end{cases}$$



Literatur

Friderikos, Vasilis: Multi-access Protocols, Course Lecture. Centre of Telecommunications Research, King's College London. University of London, 2001.

<http://www.ctr.kcl.ac.uk/lectures/vasilis/Course/Multi-access%20Protocols.pdf>

Peterson, Larry L.; Davie, Bruce: Computernetze, Ein modernes Lehrbuch. 1. Auflage, Dpunkt.verlag GmbH, 2000.

Siegmund, Gerd: Technik der Netze. 5. Auflage, Hüthig Verlag Heidelberg, 2002.

Spaniol, O.; Günes, M.: Modellierung und Bewertung von Kommunikationssystemen, Skript zur Vorlesung. 1. Auflage, Wissenschaftsverlag Mainz in Aachen, 2001.

Stallings, W.: Data and Computer Communications. McMillan Publishing Company, 4. Auflage, 1994.

Tanenbaum, Andrew S.: Computernetzwerke, 3. revidierte Auflage. Prentice Hall, 1996.