

1 Wichtige Zufallsexperimente und mathematische Hilfen

Binominalverteilung

(Zeitdiskret also bei endlichen Versuchen)

$$P(i, n) = \binom{n}{i} p^i \cdot (1-p)^{n-i}$$

Poissonverteilung

(Zeitkontinuierlich bei unendlich vielen Versuchen)

$$P(i, T) = \frac{(\lambda T)^i}{i!} e^{-\lambda T}$$

Binominalkoeffizient

$$\binom{n}{i} = \frac{n!}{i! \cdot (n-i)!}$$

Fakultätstricks:

$$(n+1)! = n! \cdot (n+1)$$

$$\frac{(k-1)!}{k!} = \frac{1}{k}$$

Geometrische Summenformel

$$\sum_{k=0}^{\infty} q^k = \frac{1}{1-q}$$

$$\sum_{k=0}^N q^k = \frac{1-q^{N+1}}{1-q}$$

Markov-Kette:

$\sum$ Zeilenelemente = 1

$$\vec{p} = \vec{p} \cdot \overleftrightarrow{M}$$

$$(p_1, \dots, p_n) = (p_1, \dots, p_n) \cdot \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & \dots & P_{nm} \end{pmatrix}$$

2 Zugriffsverfahren:

Wettbewerbsverfahren

- ALOHA
- Slotted-ALOHA
- CSMA

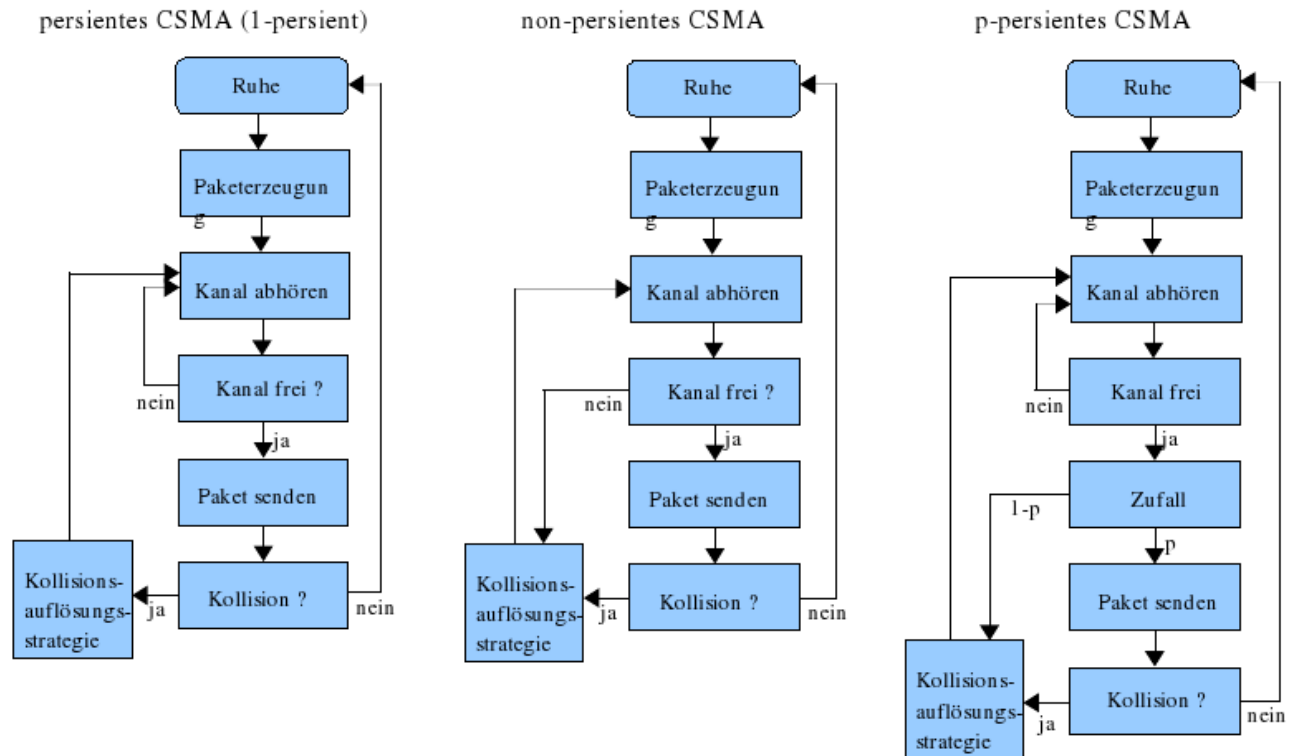
Zuteilungsverfahren

- TOKEN (Ring...)

Zuteilungsverfahren

- Multiplexverfahren
 - Time division multiplex
 - Frequency division multiplex
 - Code division multiplex

2.1 CSMA



$$\alpha = \frac{\tau}{T_A} = \frac{\text{Signallaufzeit}}{\text{Paketdauer}} = \tau \cdot \mu$$

Leitungslänge:

$$s = v \cdot \tau$$

2.2 ALOHA

Durchsatzkennlinie reines ALOHA

$$S = G \cdot e^{-2G}$$

Durchsatzkennlinie Slotted-ALOHA

$$S = G \cdot e^{-G}$$

Maximaler Durchsatz ALOHA

$$S_{ALOHA} \approx \frac{1}{2e} \text{ mit } G = \frac{1}{2}$$

Maximaler Durchsatz Slotted-ALOHA

$$S_{S-ALOHA} \approx \frac{1}{e} \text{ mit } G = 1$$

Bezeichner:

- m : Anzahl der Stationen
- k : Anzahl der Backlogged Stationen
- q_a : Wahrscheinlichkeit das eine nicht Backlogged-Station sendet.
- q_r : Wahrscheinlichkeit das eine Backlogged-Station sendet.

Bestimmung des Arbeitspunktes:

$$\rho(k) = (m - k) \cdot q_a$$

$$G(k) = k \cdot q_r + \rho$$

Reines Aloha:

$$G = \frac{g}{\mu} = \frac{\text{Kanalzugriffsrate}}{\text{Bedienrate}}$$

$$S = \frac{s}{\mu} = \frac{\text{erfolgreiche Kanalzugriffe}}{\text{Bedienrate}}$$

Wenn keine Kollisionen auftreten dann ist die Zahl der erfolgreichen Kanalzugriffe $s = \lambda$. Setzt man diesen Ansatz in nebenstehende Formel so ergibt sich

$$S = \rho$$

$$\rho > S \longrightarrow S = 0$$

$$\rho < S \longrightarrow S = \rho$$

2.3 Bussysteme**Mittlere Paketdauer**

$$T_A = \frac{L}{r} = \frac{\text{Paketlänge}}{\text{Übertragungsrate}}$$

Bedienrate

$$\mu = \frac{1}{T_A}$$

Ankunftsrate

$$\lambda = \frac{M}{T_A + T_{PAUSE}} \approx \frac{M}{T_{PAUSE}}$$

mit M als Anzahl der Endgeräte.

Verkehrsangebot

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

3 Codes**Prüfen auf ein gültiges Codewort:**

$$\left(\overrightarrow{H} \cdot \vec{c} \right)_{\text{mod} 2} = 0$$

Anzahl der erkennbaren Fehler:

$$w_t(f) \leq \left\lfloor \frac{d-1}{2} \right\rfloor$$

Symmetrischer Kanal

e Bits fehlerhaft bei n Bits Übertragen

$$P = \binom{n}{e} p^e \cdot (1-p)^{n-e}$$

Parameter eines Codes:

Länge n : Anzahl der Zeilen in der Prüfmatrix

Prüfstellen n-k: Spaltenanzahl Prüfmatrix

Informationsstellen k: Zeilen - Spaltenanzahl PM.

Coderate R: $R = \frac{k}{n}$

Mindesdistanz d: $d = n - k$

3.1 Zyklische Codes**(n,k) Code**

n: Länge des Codes

k: Anzahl der Informationsstellen

d: Mindesdistanz d: n-k

Prüfen auf ein gültiges Codewort

$$y(p) \bmod g(p) = 0$$

c: Codepolynom, b: Paritätspolynom, u: Informationspolynom.

$$c(p) = b(p) + p^{n-k} \cdot u(p)$$

$$b(p) = (p^{n-k} \cdot u(p)) \bmod g(p)$$

Bildung der Generatormatrix ($k \times n$)

$g(p)$ immer in binärer Form um 1 Bit verschieben und Informationsstellen auf Einheitsmatrix bringen.

$$\overleftarrow{G} = \left[\overleftarrow{E} \mid \overleftarrow{P} \right]$$

Bildung der Prüfmatrix $((n-k) \times n)$

Transponiere den P-Teil der Generatormatrix und füge die Einheitsmatrix dazu.

$$\overleftarrow{H} = \left[\overleftarrow{P}^T \mid \overleftarrow{E} \right]$$

4 Warteraumtheorie

Little's Theorem Anzahl der Anforderungen / Pakete im System

$$N = \lambda \cdot T$$

$$N = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Mittlere Verweildauer im System

$$T = W + \frac{1}{\mu}$$

$$T = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

Mittlere Warteschlangenlänge

$$L = \lambda \cdot W$$

Hier gilt auch:

$$\mu : \text{Bedienrate}$$

$$\lambda : \text{Ankunftsrate}$$

$$\rho : \text{Verkehrsangebot}$$

5 Automatic Repeat Request

Stop-and-Wait

Es wird immer ein Paket gesendet und auf ein ACK oder NACK gewartet. Falls ein NACK zurück kommt oder eine gewisse Zeitdauer vergangen ist wird das Paket neu gesendet. Eine Paketnummerierung wird in dem Sinne nicht benötigt. (Gut für Geräte mit kleinem Buffer)

Go-Back-N

Alle Pakete werden nummeriert und kontinuierlich gesendet. Kommt ein NACK für das betreffende Paket zurück wird ab dieser Paketnummer alles erneut gesendet. (Gut für Geräte mit kleinem Buffer)

Selective-Reject

Alle Pakete werden nummeriert und kontinuierlich gesendet. Kommt ein NACK für das betreffende Paket zurück wird das entsprechende Paket nachgesendet. (Ein Grosser Buffer wird benötigt)