

Der Backoff-Algorithmus

Ausarbeitung
im Rahmen der Vorlesung

„Lokale und Weitverkehrsnetze II“
(Prof. Koops)

SS 2001

3570316 Lars Möhlmann
3570317 Jens Olejak
3570326 Till Tarara

Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven

A CSMA/CD

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) ist ein Protokoll für **Bus-Netze** (Ethernet). Beim CSMA/CD-Verfahren weiß keiner der Stationen genau, wann sie eine Nachricht über den gemeinsamen Bus zu einer anderen Station senden darf. Sie erkennt lediglich, wann sie sicher nicht senden darf – nämlich wenn bereits ein Datenstrom über das Netz läuft.

Hält eine Station den Übertragungskanal für frei, obwohl eine andere, entfernte Station bereits sendet (d.h. das Signal ist auf dem Kanal, aber noch nicht bis zur anderen Station gelaufen), kommt es zu einer **Kollision**.

Diese Kollision wird von den betreffenden Stationen erkannt, beide brechen die Datenübertragung ab und warten erneut bis die Leitung frei ist, um dann die Übertragung zu wiederholen.

Wegen der Erkennung von Kollisionen und der anschließenden Wiederholung kommt es also nicht zu Datenfehlern oder gar Verlusten, aber doch zu Verzögerungen. Die Gefahr von Kollisionen und die Chance von spürbaren Verzögerungen nimmt mit wachsender Zahl von Stationen sehr stark zu.

Um die Anzahl der Kollisionen möglich gering zu halten, senden die Stationen erst wieder nach einer **bestimmten Zeit**, welche durch den Backoff-Algorithmus berechnet wird.

B Backoff-Algorithmus

Sinn und Zweck

Nachdem in einem CSMA/CD-Netzwerksegment eine Kollision aufgetreten ist, muß zur **Verhinderung einer weiteren Kollision** eine Regelung getroffen werden, nach der die Stationen das erneute Senden beginnen.

Zeiteinteilung

Minimaler Rahmen in einem 10Mbit/s-LAN mit einer maximalen Länge von 2500 m ist auf 64 Byte (512 bit) festgelegt.

Die Zeit wird in **Zeitschlitze (Slots) fester Länge** eingeteilt.

Die Slotzeit beträgt:

$$t = \frac{512 \text{ bit}}{10000000 \text{ bit/s}} = 51,2 \mu\text{s}$$

(maximale Laufzeit eines Rahmens im Ethernet)

Erneutes Senden

Nach einer Kollision wählt jede Station aus einer Menge möglicher Slotzeiten eine **zufällige Wartezeit**, nach der sie erneut versucht, ihre Daten zu senden.

Die Anzahl der verschiedenen Slotzeiten errechnet sich aus:

$$\text{Menge Slotzeiten} = (0 \dots 2^i - 1)$$

| Kollision | $2^i - 1$ | Slotzeiten | Maximale Wartezeit |
|-----------|---------------------|------------|--------------------|
| 0. | $2^0 - 1 = 0$ | 0 | 0 s |
| 1. | $2^1 - 1 = 1$ | 0..1 | 51,2 μ s |
| 2. | $2^2 - 1 = 3$ | 0..3 | 0,11 ms |
| 3. | $2^3 - 1 = 7$ | 0..7 | 0,36 ms |
| 4. | $2^4 - 1 = 15$ | 0..15 | 0,77 ms |
| 5. | $2^5 - 1 = 31$ | 0..31 | 1,59 ms |
| 6. | $2^6 - 1 = 63$ | 0..63 | 3,23 ms |
| 7. | $2^7 - 1 = 127$ | 0..127 | 6,50 ms |
| 8. | $2^8 - 1 = 255$ | 0..255 | 13,06 ms |
| 9. | $2^9 - 1 = 511$ | 0..511 | 26,16 ms |
| 10.-16. | $2^{10} - 1 = 1023$ | 0..1023 | 52,38 ms |

Die maximale Wartezeit ist bei der 10. Kollision erreicht. Danach wird das exponentielle Verfahren nicht weiter angewandt.

Danach erfolgt eine Meldung an den Benutzer und das Verfahren wird abgebrochen.

Dieses Verfahren führt dazu, daß zwei gleichzeitig sendewillige Stationen nach der 1. Kollision nach einem zufälligen Zeitabschnitt erneut zu senden beginnen.

Nach eventuell möglichen weiteren Kollisionen **verringert sich die Wahrscheinlichkeit einer erneuten Kollision** immer weiter, da die Anzahl der möglichen Slotzeiten exponentiell steigt.

Dynamische Anpassung

Das Backoff-Verfahren **paßt sich dynamisch an die Anzahl der sendenden Stationen an**. D.h. wenn zwei Stationen nach bereits drei Kollisionen wieder zu senden beginnen, kann es passieren, daß eine dritte Station zu genau diesem Moment auch zu senden beginnen möchte.

Da nach den vorherigen Kollisionen jedoch ein Jam-Signal an alle Stationen des Segments gesendet wurde, weiß die neu hinzugekommene Sendestation von der Kollision und wird entsprechend dem Backoff-Algorithmus ebenfalls erst nach einer zufälligen Zeit zu senden beginnen.

Niedrige Verzögerung bei wenigen Stationen

Wenn lediglich zwei oder drei Stationen senden möchten, kommt es mit einer großen Wahrscheinlichkeit relativ bald zu **keinen weiteren Kollisionen und der Sendevorgang wird zügig durchgeführt**.

Beispiel (2 Stationen)

| Ereignis | Wsk neue Kollision |
|--------------|--------------------|
| 1. Kollision | $0,5^2 = 50\%$ |
| 2. Kollision | $0,25^2 = 12,5\%$ |
| 3. Kollision | $0,125^2 = 1,6\%$ |
| 4. Kollision | $0,0625^2 = 0,4\%$ |

Zügige Kollisionsauflösung bei vielen Stationen

Bei vielen beteiligten Stationen kann es für eine einzelne Station **relativ lange dauern** bis ihre Sendung fehlerfrei übertragen wurde. Mit der Anzahl der Kollisionen vergrößert sich auch die Wahrscheinlichkeit, daß die Station mehrere Slotzeiten wartet.

Die Kollision wird jedoch **schrittweise aufgelöst**.

Benachteiligung von Stationen

Stationen, die mehrfach fehlerhafte Sendeveruche hinter sich haben, werden beim Backoff-Verfahren benachteiligt, d.h. die Wahrscheinlichkeit, daß sie eine relativ große Anzahl von Slotzeiten warten müssen steigt.

Beispiel (2 Stationen, 1 kommt hinzu)

| Ereignis | Sendeversuch nach (in Slotzeiten) | Aktion neue Station |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Kollision | 0..1 | |
| 2. Kollision | 0..3 | |
| 3. Kollision | 0..7 | Kommt hinzu |
| 4. Kollision | 0..15 | 1. Kollision, senden nach 0..1 |
| 5. Kollision | 0..31 | 2. Kollision, senden nach 0..3 |