

Rechnernetze I

Übungsblatt 3

Anne Martens, Felix J. Oppermann

14. Mai 2006

1 Sequenznummern beim ARQ-Verfahren (40)

(a) Vorteile

Es ergeben sich mehrere Vorteile

- Wenn die Datenpakete selbst nummeriert werden, können sie nicht verwechselt werden. Ohne Nummerierung wäre es dem Empfänger nicht möglich, Pakete zu unterscheiden, und festzustellen, dass er ein Paket schon empfangen hatte. Dies würde im Fall, dass ein ACK des Empfängers verloren gegangen ist, und der Sender nach einer gewissen Wartezeit ein Paket nochmals versendet, zum Fehler führen, da der Empfänger dasselbe Paket zweimal erhält und als zwei und als zwei unterschiedliche interpretiert.
- Beim kontinuierlichen ARQ werden auch die Bestätigungen nummeriert. So können mehrere Pakete nacheinander gesendet werden, ohne auf die Bestätigung des jeweils ersten warten zu müssen. Dadurch wird die Bandbreite besser ausgenutzt. Ohne diese Nummerierung wäre nur ein Ping-Pong-Ablauf möglich. Beträgt der Nummernvorrat beispielsweise 7, so können sieben Pakete gesendet werden, bevor auf die Bestätigung des Pakets 1 gewartet werden muss. Im optimalen Fall trifft die Bestätigung des ersten Pakets schon ein, bevor der Sender nach dem 7. Paket zu warten beginnt, so kann kontinuierlich gesendet werden.

(b) Nummernvorrat

Im einfacheren ARQ Verfahren hätte die Wahl eines zu großen Nummernvorrats den Nachteil, dass im Header des zu sendenden Datenpakets zu viele Bits für die Speicherung der Nummer verwendet werden müssen. Einen Vorteil hätte die Nummerierung nicht.

Im kontinuierlichen ARQ Verfahren bestimmt der Nummernvorrat, wieviele Pakete vom Sender gesendet werden können, ohne auf eine Bestätigung des ersten Paketes warten zu müssen. Ein zu groß gewählter Nummernvorrat würde zusätzlich zum oben genannten Effekt mehrere weitere nachteilige Folgen haben:

- Der Empfänger könnte nicht in der Lage sein, alle gesendeten Pakete auch angemessen zu verarbeiten. Er würde dann mit Paketen überflutet werden, wobei einige verloren gehen würden.
- Der Puffer des Senders als auch des Empfängers müssten viel größer sein. Es wird entsprechend schwieriger, die Datenpakete auf der Seite des Empfängers im Fehlerfall wieder in die richtige Reihenfolge zu bringen. Der Sender muss sich viele Datenpakete parallel zwischenspeichern, da er für jedes Datenpaket erst ein ACK empfangen muss, bevor er es verwerfen kann. Da der jeweilige Puffer ohnehin begrenzt ist, muss auch der Nummernvorrat begrenzt sein.

(c) Satellitenverbindung

Rechnung:

Insgesamt muss ein Signal und die darauffolgende Bestätigung des Empfängers eine Strecke von $4 \cdot 36000\text{km} = 144000\text{km}$ zurücklegen.

Die Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum beträgt $299792,458\text{km/s}$, durch die Luft ist es nur unwesentlich weniger.

Es dauert also $\frac{144000\text{km}}{299792,458\text{km/s}} = 0,48\text{s}$, bis ein Signal vom Sender zum Empfänger und wieder zurück läuft (ohne die Zeit die zur Erzeugung einer Bestätigung durch den Sender benötigt wird).

Die Bandbreite beträgt 2000000bit/s . Ein Paket ist jeweils 1024Byte groß.

$$2000000 \frac{\text{bit}}{\text{s}} \div \left(1024 \frac{\text{byte}}{\text{paket}} \cdot 8 \frac{\text{bit}}{\text{byte}} \right) = 244,14 \frac{\text{paket}}{\text{s}}$$

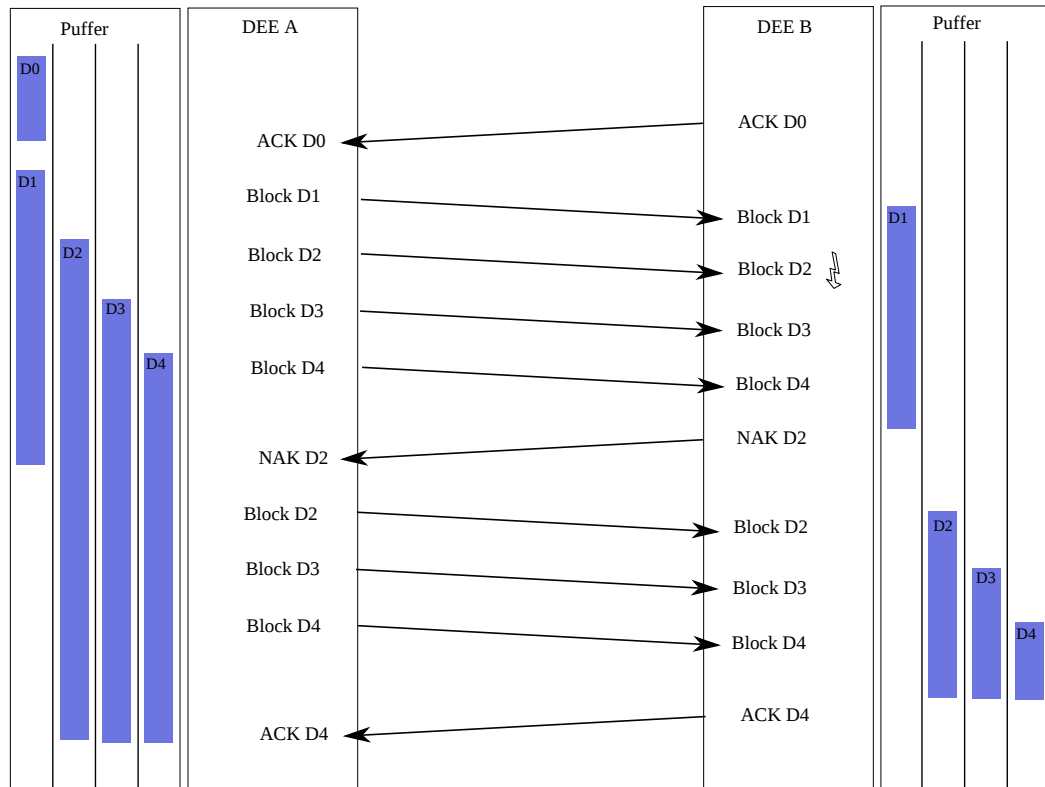
Somit können in der Sekunde 244,14 Pakete übertragen werden. Um ein Paket zu übertragen, muss also $\frac{1\text{paket}}{244,14\text{paket/s}} = 0,0041\text{s}$ lang gesendet werden. Da die Bestätigung des Empfängers erst generiert werden kann, wenn das Paket vollständig empfangen wurde, beträgt die Dauer, die das Paket zum Empfänger hin und die Bestätigung wieder zurück zum Sender benötigt, $0,484\text{s}$. Wieder ist die Zeit die zur Erzeugung einer Bestätigung durch den Sender benötigt wird, nicht mit einbezogen.

In dieser Zeit könnte der Sender weitere Pakete senden, und zwar $0,484\text{s} \cdot 244,14 \frac{\text{paket}}{\text{s}} = 57,19\text{paket}$. Der Nummernvorrat sollte also mindestens 58 betragen, damit der Sender kontinuierlich senden kann. Um der Zeit, die der Empfänger benötigt um eine Bestätigung zu erzeugen, Rechnung zu tragen, und um auch bei einem eventuell auftretenden Fehler ohne Unterbrechung weiter senden zu können, könnte man den Nummernvorrat auf 64 erhöhen: Dies kostet kein weiteres Bit im Header, da 64 eine Potenz von 2 ist, und kann eventuell aufkommende Unregelmäßigkeiten ausgleichen.

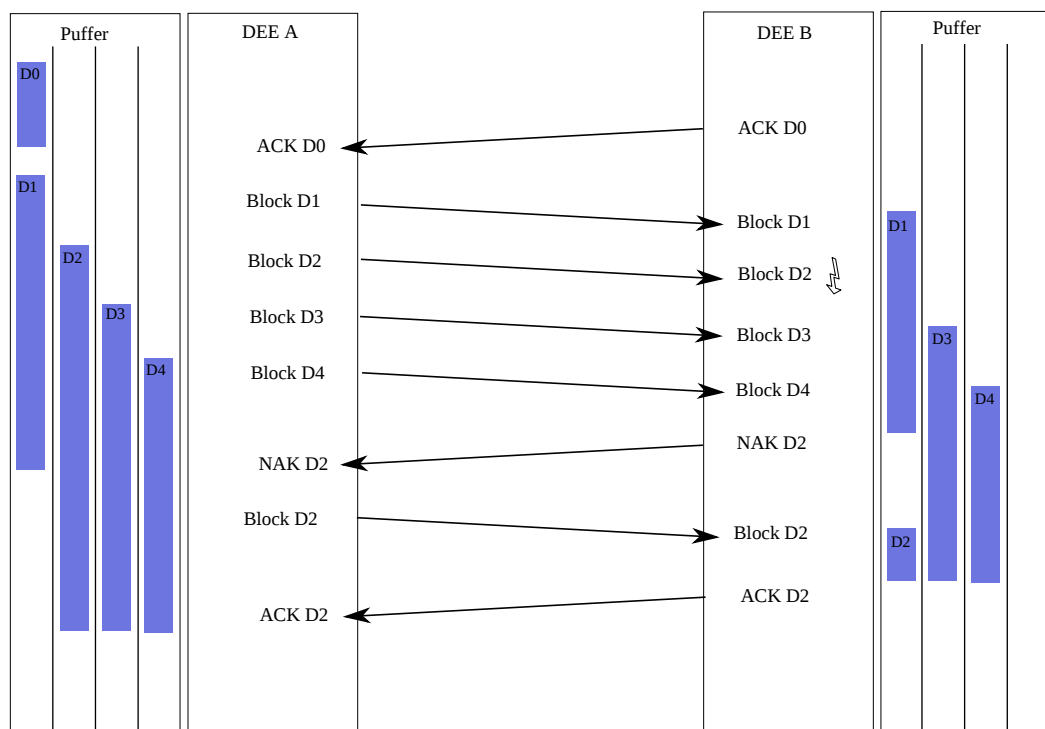
2 ARQ-Verfahren (40)

(a) Rahmengröße ≥ 4

- Verwendung des go-back-N Protokolls:

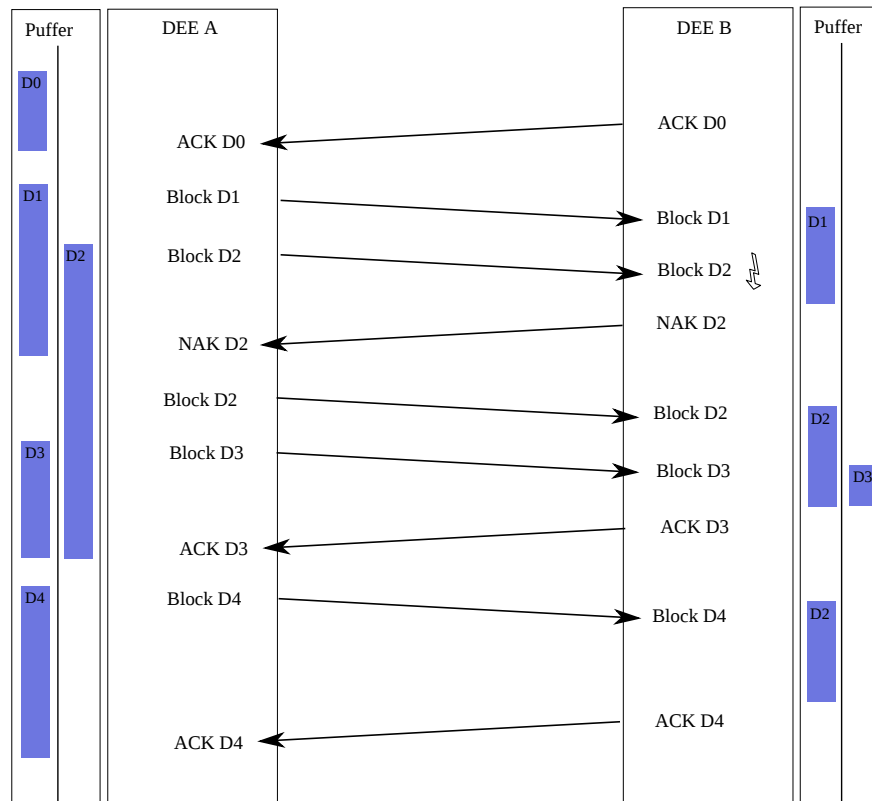


- Verwendung des Protokolls mit selectiver Wiederholung:



(b) Rahmengröße = 2

Bei einer Rahmengröße von zwei unterscheidet sich der Ablauf der Kommunikation unter den hier gemachten Annahmen nicht.



3 Wünschenswerte Eigenschaften eines Routingalgorithmusses (20)

korrekt Die Pakete sollen beim gewünschten, d.h. richtigen Empfänger ankommen.

robust Änderungen in Hard- und Software sowie Netzwerktopologie darf das Routingverfahren nicht beeinflussen.

fair Die Pakete jedes verbundene Senders sollen irgendwann weitergeleitet werden. Dies kann die Optimalität beeinträchtigen.

optimal Die Leitungskapazitäten sollen optimal ausgenutzt werden, dies kann die Fairness beeinträchtigen.

einfach Der Algorithmus soll einfach zu verstehen, zu implementieren und zu verifizieren sein.

stabil Ein Strom von Paketen sollte nach Möglichkeit über eine Route geleitet werden, um Jittereffekte (durch hohe Varianz der Latenzzeit von Datenpaketen) zu vermeiden.