

## Übung Sensornetze – (für 2. Dezember 2004)

### Vorlesung 4: MAC und Energieeffizienz

#### Aufgabe 5.1: Genie Aided Aloha

Mit dem Genie Aided Aloha haben wir eine Abschätzung der Energieeffizienz für das Aloha-Protokoll kennen gelernt. Ist diese Variante in jedem Fall besser als klassisches Aloha?

Lösung:

Je weiter sich die Senderate der Stationen erhöht, desto stärker nähert sich GAA dem Energieverbrauch des klassischen Aloha an, da Rahmenzeiten mit Null Ankünften immer seltener werden.

Würde jedoch die Ankunftsrate gegen 1 konvergieren, so würde (zumindest bei mehreren Stationen) die Senderate auf Null absinken, so dass dieses Szenario nicht realistisch ist. Trotzdem schwächt sich der Vorteil von GAA mit steigender Senderate ab.

#### Aufgabe 5.2: Slotted Aloha

Unabhängig von der Frage, ob ein Paket auch ankommt: Was kann man (auch quantitativ) über die Zugriffszeit auf das Medium bei Slotted Aloha gegenüber dem klassischen Aloha feststellen?

Lösung:

Beim klassischen Aloha kann das Medium zu jedem gewünschten Zeitpunkt belegt werden, bei Slotted Aloha entsteht fast immer eine Wartezeit auf den nächsten Rahmenanfang. Im Mittel beträgt diese Wartezeit  $\frac{1}{2}$  Rahmenlänge.

## Übung Sensornetze – (für 2. Dezember 2004)

### Vorlesung 4: MAC und Energieeffizienz

#### Aufgabe 5.3: Vergleich Medienzugriffsverfahren

Warum ist der Paketdurchsatz von 1-persistent CSMA besser als der von Slotted Aloha und warum konvergieren beide für hohe Paketraten gegen das gleiche Übertragungsverhalten?

Lösung:

Der Vorteil von 1-persistent Aloha liegt darin, dass der Kanal abgehört und erst dann gesendet wird, wenn eine laufende Übertragung beendet ist. Bei hohen Paketraten ist das Medium fast andauernd belegt. Aufkommenden Übertragungswünsche der Knoten stauen sich immer bis zum Ende der laufenden Übertragung, bzw. dem Anfang des nächsten Slots auf, und kollidieren dort. Der gleiche Sachverhalt gilt auch für Slotted Aloha, wo dass bei steigender Ankunftsrate der Durchsatz gegen Null geht.

Bei niedrigen Paketraten hat Slotted Aloha den Nachteil, dass der Sender in jedem Fall auf den Anfang des nächsten Slots warten muss. Dies ist auch dann der Fall, wenn der Kanal überhaupt nicht belegt wird, so dass unnötig Zeit und damit Bandbreite verloren geht. CSMA kann dagegen einen freien Kanal sofort nutzen, was bei niedrigen Ankunftsraten auch meist zum Erfolg führt.

## Übung Sensornetze – (für 2. Dezember 2004)

### Vorlesung 4: MAC und Energieeffizienz

#### Aufgabe 5.4: p-persistent CSMA

Statt bei 1-persistent CSMA mit Sicherheit am Anfang einer Rahmenzeit zu senden und bei non-persistent CSMA bei belegtem Medium in jedem Fall eine zufällige Wartezeit abzuwarten, kann man auch eine Wahrscheinlichkeit  $p$  wählen, mit der am Anfang der nächsten Rahmenzeit gesendet wird (siehe hierzu auch die letzte Aufgabe).

Aus welchem Grund könnten Wahrscheinlichkeiten zwischen 0 und 1 meist besser sein als die beiden Extreme 0 und 1 selbst?

Lösung:

Bei 1-persistent findet wie oben bereits festgestellt eine „Kanibalisierung“ statt, indem sich die zu gierig versandten Pakete gegenseitig zerstören.

0-persistent würde bedeuten, dass Sendewünsche, die nicht sofort zum Zug kommen immer und grundsätzlich auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden. Gerade dann, wenn aber die Ankunftsrate noch nicht sehr hoch ist, könnte man das Ende der aktuell belegten Rahmenzeit durchaus dazu nutzen das Paket gleich nocheinmal zu verschicken. Solange dies – bei gegebener Anzahl von Stationen – nur von wenigen versucht wird spricht nichts dagegen auch den kommenden Rahmen gleich zu belegen.

Folglich ist ein von der Anzahl der Stationen abhängiges  $p$  zwischen 0 und 1 sinnvoll.

# Übung Sensornetze

## Vorlesung 4: MAC und Energieeffizienz

### Aufgabe 6: Aloha mit Preamble Sampling

Gegeben seien folgende Verbrauchsdaten:

Grundverbrauch	: 8 mA
Senden	: 12 mA
Empfangen	: 6 mA
Schlaf:	: ~0mA

$$b^{\text{PAS}} = 1 - e^{-g(N+1)(T_p+T_M+T_R+T_A)}$$

W' für eintreffende Nachricht

$$b_1^{\text{PAS}} = 1 - e^{-g(T_p+T_M+T_R+T_A)}$$

W' dass Sender Nachricht erzeugt

$$P_{\text{ow}}^{\text{PAS}} = b_1^{\text{PAS}} P_{\text{TX}} + (b^{\text{PAS}} - b_1^{\text{PAS}}) P_{\text{RX}}$$

Mittl. Verbrauch Senden u. Empf.

Die Länge eines Datenpaketes  $T_M$  sei 0,8 mal eine Rahmenzeit, die Umschaltzeit  $T_R$  sei ebenso wie die Zeit  $T_A$  für das ACK des Empfängers 0.1 mal die Rahmenzeit, so dass ein Sendezyklus ohne Preamble gerade einen Rahmen füllt. Die Preamble  $T_p$  zum Aufwecken der Knoten sei ebenfalls eine Rahmenzeit, so dass ein Knoten 1x pro Rahmenzeit aufwachen muss. Die Senderate  $g$  betrage 0,01 bei 10 Knoten insgesamt.

- Wie hoch ist in diesem Szenario der mittlere Energieverbrauch?
- Wie hoch ist der Energieverbrauch, wenn das einmalige Aufwachen und Abhören des Kanals  $T_w = 14,0\text{mA}$  kostet und der Kanal wenigstens ein Hundertstel der Rahmenzeit abgehört werden muss?

# Übung Sensornetze

## Vorlesung 4: MAC und Energieeffizienz

Lösung:

a) Wie hoch ist in diesem Szenario der mittlere Energieverbrauch?

Grundverbrauch : 8 mA  
 Senden : 12 mA  
 Empfangen : 6 mA  
 Schlaf: : ~0mA

$$b^{\text{PAS}} = 1 - e^{-0,01 \times 10(1+0,8+0,1+0,1)} \approx 0,181$$

$$b_1^{\text{PAS}} = 1 - e^{-0,01(1,0+0,8+0,1+0,1)} \approx 0,02$$

$$\text{Pow}^{\text{PAS}} = 0,02(12+8) + (0,181 - 0,02)(6+8) = 2,654$$

b) Wie hoch ist der Energieverbrauch, wenn das einmalige Aufwachen und Abhören des Kanals  $T_w = 14,0\text{mA}$  kostet und der Kanal wenigstens ein Hundertstel der Rahmenzeit abgehört werden muss?

Aufgewacht wird nur dann, wenn nicht empfangen und nicht gesendet wird.

$$\text{Pow}_{+\text{Wakeup}}^{\text{PAS}} = 2,654 + (1 - 0,181 - 0,02)0,01 \times 14 = 2,654 + 0,112 = 2,766$$

# Übung Sensornetze

## Vorlesung 4: MAC und Energieeffizienz

### Aufgabe 7.2: Simulation des Aloha-Protokolls

Das Programm zur Simulation des Paketdurchsatzes bei unterschiedlichen Ankunftsraten aus der Vorlesung können Sie sich auf der Web-Seite der Vorlesung holen.

- a) Bringen Sie das Programm auf Ihrem Rechner zum Laufen. Wenn Sie möchten, können Sie es auch nach Java portieren (die Änderungen hierfür sind marginal!).
- b) Verändern Sie das Programm so, dass Slotted Aloha simuliert wird. Dies geht allein durch Umstellen weniger Codezeilen und Anpassung der Häufigkeit der Ankünfte.
- c) Erweitern Sie die Klasse 'Station' so, dass auch ein p-persistent Aloha simuliert werden kann. Dabei soll p zwischen 0 (für non-persistent) und 1 (für 1-persistent) einstellbar sein. Welche Varianten für p eignen sich besonders gut für 100 Stationen?