



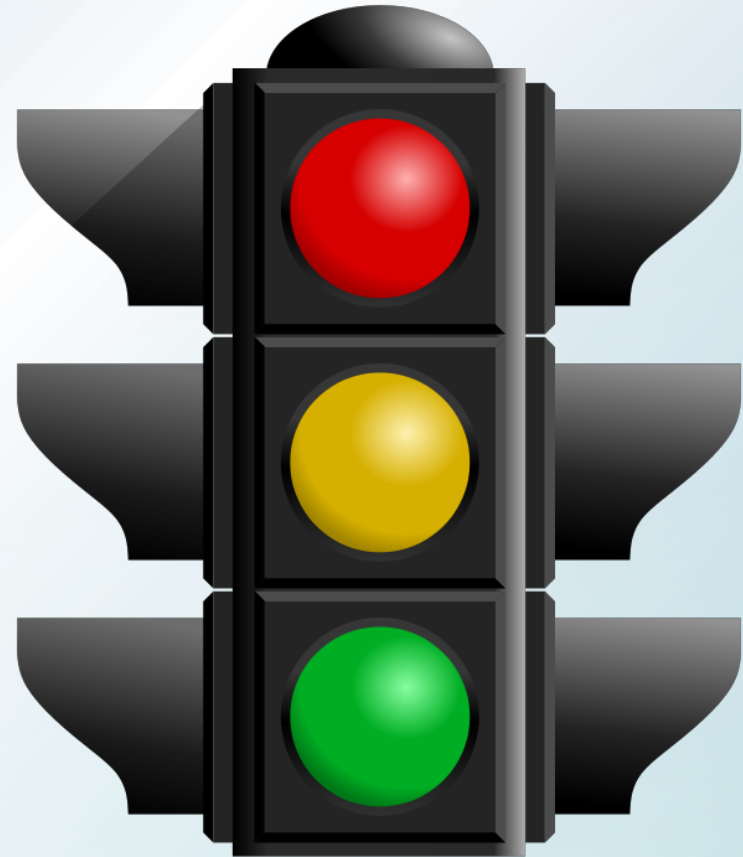
Vrstva přístupu k médiu (MAC) 802.11a/b/g/n

13.6.2009

Lukáš Turek
8an@praha12.net

O čem to bude

- Jak zajistit, aby vždy vysílala jen jedna stanice?
- Jaká je režie řízení přístupu?
 - aneb proč nemůžu stahovat 54 Mbit/s
- Jak lze režii snížit?
- Co je to problém skrytých stanic?



Řízení přístupu u Wi-Fi



Přístupová metoda 802.11



- Nedeterministická distribuovaná metoda CSMA/CA
 - přenosové médium je sdílené, vysílat mohou všichni
 - budou-li vysílat dva najednou, data se poškodí
 - není garantováno, za jak dlouho bude paket odeslán
 - založeno jen na statistice a pravděpodobnosti
 - AP komunikaci neřídí, je s klienty rovnocenné
 - předpokládá, že stanice slyší vysílání všech ostatních
 - to u našich Wi-Fi sítí vždy neplatí!
 - snaží se zabránit kolizím, ale není 100%
 - v případě kolize je paket posílán znovu

Přístupové metoda - detaily



- Základem jsou časové jednotky Slot a SIFS
 - z nich odvozeno DIFS = 2x Slot + SIFS
- Průběh přenosu dat
 - Stanice čeká po dobu DIFS, zda je pásmo volné
 - Je-li pásmo volné, pošle data
 - Příjemce počká dobu SIFS a pošle potvrzení (ACK)
 - Nepřijde-li potvrzení, přenos je opakován



Přehled časování (μs)



	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Slot time	20	9	9	9
SIFS	10	16	10	16
DIFS	50	34	28	34
Hlavička	192	20	20+6	28

Efektivita 802.11



- Rámce mají navíc hlavičku linkové vrstvy (36 bajtů) a hlavičku fyzické vrstvy (trvající pevný čas)
 - u 802.11b je místo hlavičky preamble (192 μ s)
- Potvrzení (ACK) má 14 bajtů
 - a u 802.11b se posílá jen rychlostí 2 Mbit/s
- Celkem přenos jednoho paketu na 802.11b trvá:
 - DIFS: 50 μ s
 - preamble: 192 μ s
 - data: ? μ s (podle délky)
 - SIFS: 10 μ s
 - ACK preamble: 192 μ s
 - ACK data: 56 μ s
 - **Součet: 500 μ s**

Efektivita 802.11



- Režie související s přenosem jednoho paketu je 500 μ s
 - přenos 1500B dat rychlostí 11 Mbit trvá
 $1536 \cdot 8 / 11 = 1117 \mu$ s
 - režie je tedy skoro třetina
 - při započítání TCP ACK (přes 500 μ s) dokonce polovina
 - za 500 μ s je možno přenést 688 bajtů
 - tedy u paketů pod 688 bajtů je režie větší než přenos dat!
- Doba přenosu stejného množství dat se může lišit 20x!
 - 1. klient pošle 25 paketů po 60 bajtech rychlostí 1Mbit/s
 - $25 \cdot (500 + (60 + 36) \cdot 8) = 31\,700 \mu$ s
 - 2. klient pošle jeden 1500B rámeček rychlostí 11Mbit/s
 - $500 + 1536 \cdot 8 / 54 = 1617 \mu$ s
 - u 802.11g může být rozdíl klidně 100x

Zvýšení efektivity přenosů



- Stačí jen odstranit „zbytečné“ mezery
- Normální přenos dvou rámců



- Bursting



- Fast Frames



- Rozšíření Atherosu, součástí připravovaného 802.11n
 - *Aggregate Exchange Sequence*

Exponential Backoff



- Co když stanice chtěla vysílat, a zjistila, že vysílá jiná?
 - nebo začala jiná vysílat během čekání (DIFS)
- Nelze počkat, až skončí vysílání!
 - může čekat víc stanic, pak by začaly vysílat zároveň
- Stanice vygeneruje náhodné číslo, čeká tolik slotů
 - pokud bylo po tu dobu pásmo volné, začne vysílat
 - dojde-li ke kolizi, čas se zvyšuje exponenciálně
 - začne-li vysílat někdo jiný, bude pak čekat jen zbytek času
- Backoff je nutný i stahuje-li jeden klient
 - posílá TCP ACK, takže se o pásmo dělí klient a AP
- Snižuje se pravděpodobnost kolize, ale ne na 0
 - dvě stanice mohou vygenerovat stejná čísla
 - nebo jen podobná, přepnutí z příjmu na vysílání chvíli trvá



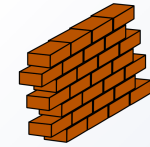
- Na rozdíl od Ethernetu nelze při odesílání poslouchat
 - rádiové rozhraní se přepíná mezi vysíláním a příjmem
 - vysílací výkon 20 dB, citlivost -80 dB \Rightarrow rozdíl 100 dB!
- Stanice odvysílá „na slepo“ a čeká na potvrzení (ACK)
- Pokud došlo ke kolizi, příjemce detekuje poškozená data
 - a nepošle nic, protože ani nemusí vědět, kdo byl odesílatel
 - kdy si odesílatel může být jist, že se ACK nedočká?
- Jak dlouho trvá, než by mělo dorazit potvrzení (ACK)?
 - od ukončení odesílání alespoň dobu šíření signálu tam, SIFS, dobu přenosu potvrzení a dobu šíření signálu zpět

ACK Timeout

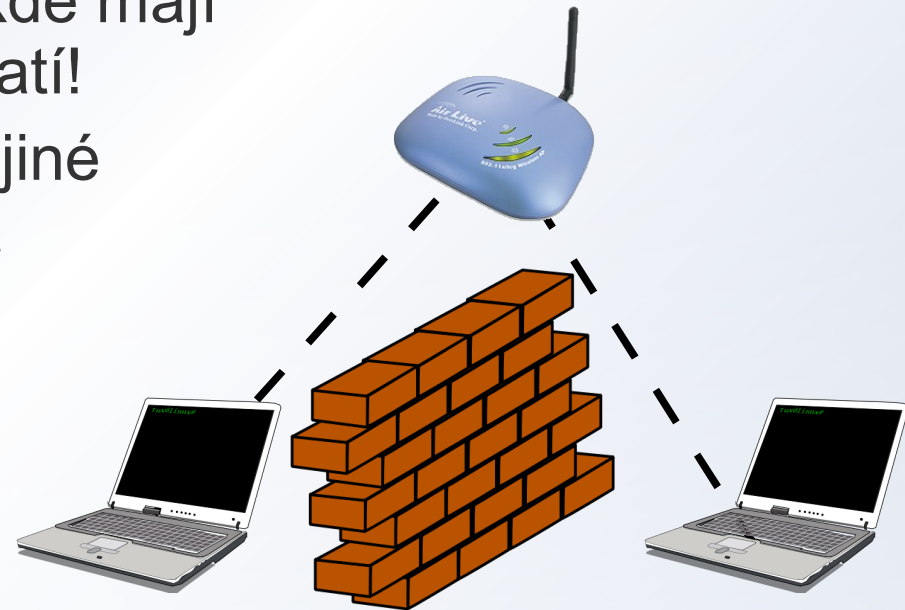


- Signál se šíří rychlost světla, ta není nekonečná
 - přibližně 300 000 km/s
 - 1 km urazí světlo za 3.3 μ s
 - to je srovnatelná hodnota s SIFS a DIFS!
 - tam a zpátky \Rightarrow násobí se dvěma
- Je-li ACK timeout příliš velký, zas tak moc to nevadí
 - přenos bude pomalejší, ale jen málo
- Je-li ACK timeout příliš malý, je to katastrofa
 - stanice začne vysílat znovu, a do toho přijde ACK...
 - někdy spoj trochu jede, jindy se ani nespojí
- Konkrétní výpočet je specifický pro hardware
 - Atheros: $21 + 2 \cdot (\text{vzdálenost} / 300)$

Problém skrytých stanic



- CSMA/CA předpokládá, že se stanice vzájemně slyší
 - To u venkovních Wi-Fi sítí, kde mají klienti směrové antény, neplatí!
 - Neslyší-li stanice přenos od jiné stanice, začne do něj vysílat
- Řešení: metoda RTS/CTS
 - Klient pošle paket RTS s dobou trvání přenosu
 - AP odpoví paketem CTS
 - ten už slyší všichni
 - ostatní klienti ví, na jak dlouho je pásmo zabrané
- Přidává další režii
 - proto se používá jen u větších paketů (RTS threshold)
- Problém úplně neřeší, RTS pakety také mohou kolidovat





- Zavádí třídy provozu (*Traffic Classes*)
 - o dělení do tříd rozhodují klienti, ne AP!
 - 802.11e bylo navrženo pro sítě LAN jako celé 802.11
- Dvě vylepšené přístupové metody
 - EDCA (*Enhanced Distributed Channel Access*)
 - stanice, která chce vysílat data s vyšší prioritou, čeká kratší dobu, než začne vysílat
 - doba, po jakou může stanice vysílat, je omezena
 - HCCA (*HCF Controlled Channel Access*)
 - stanice oznamují svoje požadavky na přenosovou kapacitu
 - AP může iniciovat fázi, kdy řídí všechny přenosy
- Certifikace Wi-Fi Multimedia (WMM)
 - HCCA není povinná \Rightarrow běžný hardware ji nepodporuje

Přestávka

