

Capítulo 3.7

Wireless LAN: el protocolo 802.11

Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido

Albert Banchs
banchs@it.uc3m.es

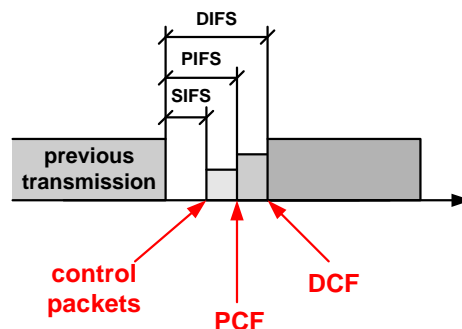
Mecanismo básico: 802.11

Meanismo básico 802.11 MAC

- Dos mecanismos
- Primer mecanismo: **DCF** (Distributed Coordinated Function)
 - Distribuido
- Segundo mecanismos: **PCF** (Point Coordinated Function)
 - Centralizado
- Interacción entre los dos mecanismo regulados por el **interframe space**
 - DIFS: DCF InterFrame Space
 - PIFS: PCF InterFrame Space

InterFrame Space (IFS)

- Una estación tiene que detectar el canal libre durante un tiempo dado por el IFS antes de transmitir
- Un tiempo IFS menor proporciona una mayor prioridad para acceder al canal
- Se usan tiempos IFS distintos para distintos tipos de tráfico



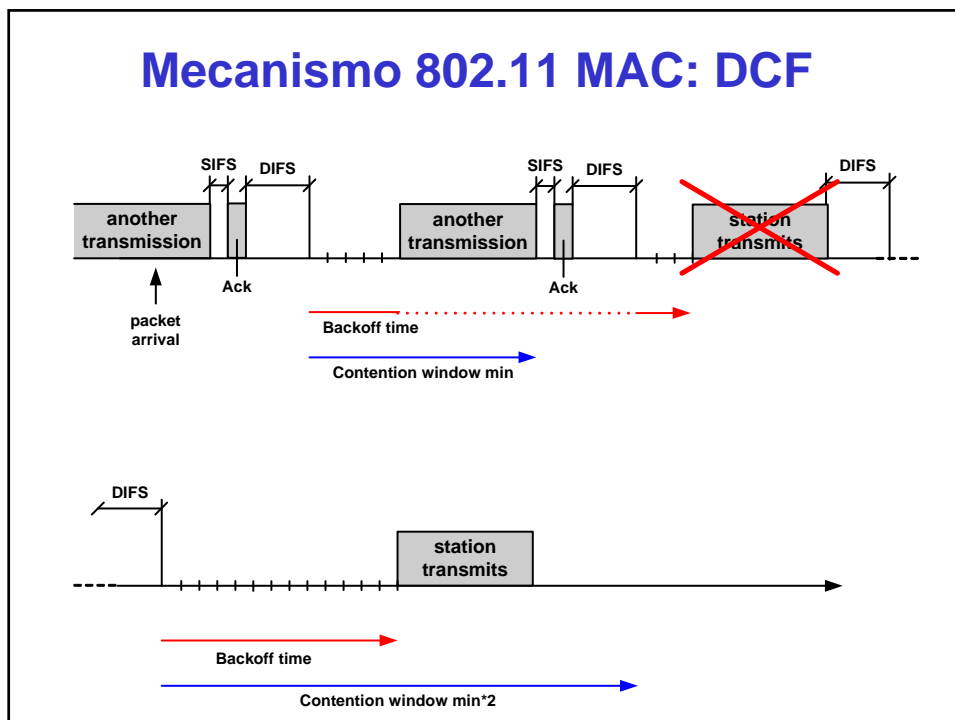
Mecanismo 802.11 MAC: DCF

- Proceso de backoff DCF:
 - Para transmitir una trama, una estación escoge un tiempo de backoff de una distribución uniforme entre 0 y CW-1 (contention window = ventana de contienda)
 - La estación usa un contador que inicialmente se ajusta al valor calculado anteriormente
 - El contador de backoff se decrementa una unidad por cada slot en el que el medio permanece libre, se congela cuando se detecta una transmisión en el canal, y la cuenta atrás se reanuda cuando el canal permanece libre durante un tiempo DIFS
 - Cuando el contador llega a 0, se transmite. Cada transmisión es asentada por el receptor con un Ack. En caso de ausencia Ack, la estación entiende que la transmisión ha colisionado y repite el proceso de backoff
 - La ventana de contienda se duplica para reducir la probabilidad de una nueva colisión, hasta que se alcanza un valor máximo

Algoritmo DCF

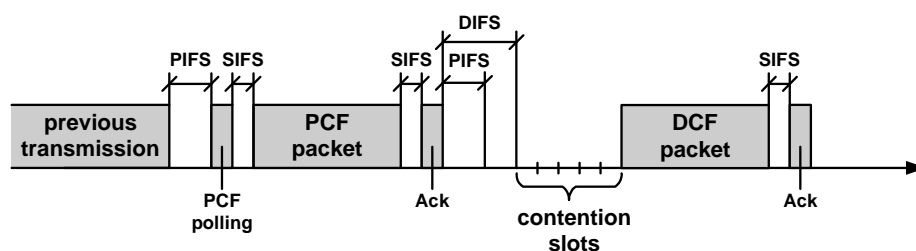
- Paquete nuevo: si el canal permanece libre durante un tiempo DIFS, se transmite
- En caso contrario, $\text{backoff counter} = \text{unif}(0, CW_{\min})$
- Se decremeta el contador cada tiempo de slot durante el cual el canal permanece libre
- Se congela el contador cuando se detecta una transmisión, hasta que el canal permanece libre otra vez durante un DIFS
- Cuando el contador llega a 0, se transmite
- Se espera un Ack para determinar si la transmisión ha llegado correctamente
- En caso de colisión, se ajusta $CW = \min(CW*2, CW_{\max})$ y se repite el proceso de backoff
- En caso de éxito, se ajusta $CW = CW_{\min}$ y se ejecuta un nuevo proceso de backoff, antes del cual no se puede transmitir ningún paquete nuevo

Mecanismo 802.11 MAC: DCF



Mecanismos 802.11 MAC: PCF

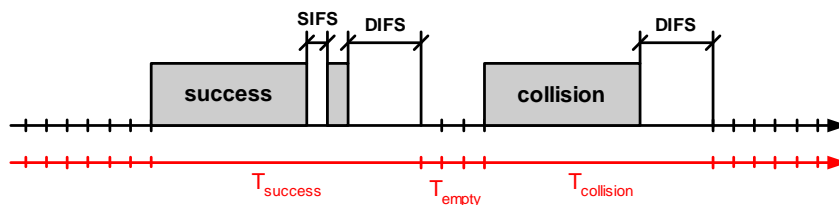
- El mecanismo PCF es centralizado: un coordinador central interroga a las estaciones y les da acceso exclusivo al canal
- El coordinador central tiene un acceso prioritario al canal al usar un IFS menor: el PIFS
- Mediante una estrategia adecuada, el mecanismo PCF puede proporcionar garantías de caudal y retardo
- Problema: sobrecarga de señalización



Análisis de prestaciones del mecanismo DCF

Slot time

- Definición de slot time:
 - Intervalo de tiempo entre dos decrementos del contador de backoff
- La duración de un slot time es variable
 - La duración es mucho mayor cuando se produce una transmisión en el canal



Probabilidad de transmisión

- τ : probabilidad que una estación transmita en un slot time
- Analizamos el caso $CW_{\min} = CW_{\max}$ (CW)
- Cuando una estación selecciona un valor inicial para su contador de backoff igual a B, está B time slots sin transmitir y transmite en el siguiente
- Por lo tanto, transmite un slot de cada B+1
- Si la esperanza de B es $E[B]$, podemos calcular la probabilidad de transmisión como
$$\tau = \frac{1}{1 + E[B]}$$

- Dado que
$$E[B] = \frac{1}{CW} \sum_{i=0}^{CW-1} i = \frac{1}{CW} \frac{CW(CW-1)}{2} = \frac{CW-1}{2}$$

- Tenemos
$$\tau = \frac{2}{CW + 1}$$

Probabilidades de slot times

- Probabilidad que un slot time contenga una transmisión con éxito

$$P_s = n\tau(1-\tau)^{n-1}$$

- Probabilidad que contenga un slot vacío

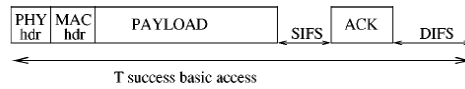
$$P_e = (1-\tau)^n$$

- Probabilidad que contenga una colisión

$$P_c = 1 - P_s - P_e$$

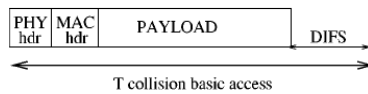
Duraciones de slot time

- T_s : duración de un slot time que contiene un éxito



$$T_s = \frac{H_{phy} + H_{ack} + l}{C} + SIFS + T_{ack} + DIFS$$

- T_c : duración de un slot time que contiene una colisión



$$T_c = \frac{H_{phy} + H_{ack} + l}{C} + DIFS$$

- σ : duración de un slot time vacío (constante)

Caudal

- Consideramos un intervalo de observación que comprende N slot times
- En media, el número de time slots que contienen un éxito, una colisión y están vacíos es de NP_s , NP_c and NP_e
- La duración media del intervalo será

$$T = N \cdot P_s \cdot T_s + N \cdot P_c \cdot T_c + N \cdot P_e \cdot \sigma$$

- El número medio de bits transmitidos será de

$$L = N \cdot P_s \cdot l$$

- Caudal:

$$S = \frac{L}{T} = \frac{N \cdot P_s \cdot l}{N \cdot P_s \cdot T_s + N \cdot P_c \cdot T_c + N \cdot P_e \cdot \sigma} = \frac{P_s \cdot l}{P_s \cdot T_s + P_c \cdot T_c + P_e \cdot \sigma}$$

Análisis configuración óptima

Configuración máximo caudal

- Objetivo: calcular la configuración de CW que maximiza el caudal de la red WLAN

$$S = \frac{P_s \cdot l}{P_s \cdot T_s + P_c \cdot T_c + P_e \cdot \sigma} = \frac{l}{T_s + \frac{P_c \cdot T_c + P_e \cdot \sigma}{P_s}}$$

- Lo anterior es equivalente a maximizar $\frac{P_s}{P_c \cdot T_c + P_e \cdot \sigma}$
- Lo cual lleva a $\tau = \frac{\sqrt{[n + 2(n - 1)(T_c^* - 1)]/n} - 1}{(n - 1)(T_c^* - 1)} \approx \frac{1}{n\sqrt{T_c^*/2}}$.
- Si calculamos la CW correspondiente: $W_{\text{opt}} \approx n\sqrt{2T_c^*}$.

Rendimiento configuración óptima

