

I protocolli wireless della famiglia IEEE 802

Davide Quaglia

Problemi delle wireless LAN

- Interferenza e caduta di potenza del segnale
 - Alta probabilità che il frame sia ricevuto in modo errato
- Gestione delle collisioni più complicata
 - Hidden node
 - Nodo esposto

Interferenza e caduta di potenza

- Più apparati usano la banda radio (perché banda non sottoposta a licenze d'uso)
 - Altre stazioni wireless
 - Telecomandi
 - Forni a micro-onde
- L'energia del segnale decade col quadrato della distanza tra TX e RX
- Presenza di ostacoli (muri, ecc...)
- Riflessioni multiple del segnale causano distorsione al ricevitore

Probabilità di ricevere un frame corretto

- Probabilità di ricevere un bit corretto
- Probabilità di ricevere correttamente un frame di lunghezza N

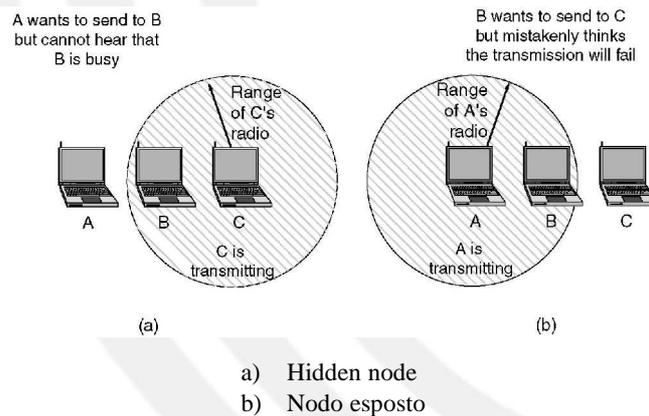
$$(1 - P_{bit}^{errore})$$

$$P_{ok}^{frame} = (1 - P_{bit}^{errore})^N$$

– Nel caso peggiore $N=1528*8=12144$ bit

- Caso Ethernet $P_{bit}^{errore} = 10^{-10} \Rightarrow P_{ok}^{frame} = 0.9999988$
- Caso WiFi $P_{bit}^{errore} = 10^{-4} \Rightarrow P_{ok}^{frame} = 0.2968700$

Hidden node e nodo esposto



Conseguenze

- Il Collision Detection del CSMA/CD non è più molto conveniente
 - Costruire un componente HW che trasmetta e riceva contemporaneamente è più costoso
 - Molte collisioni non sarebbero rilevabili perché avvengono al ricevitore
- --> Collision Avoidance
- --> Utilizzo ack con Stop&Wait

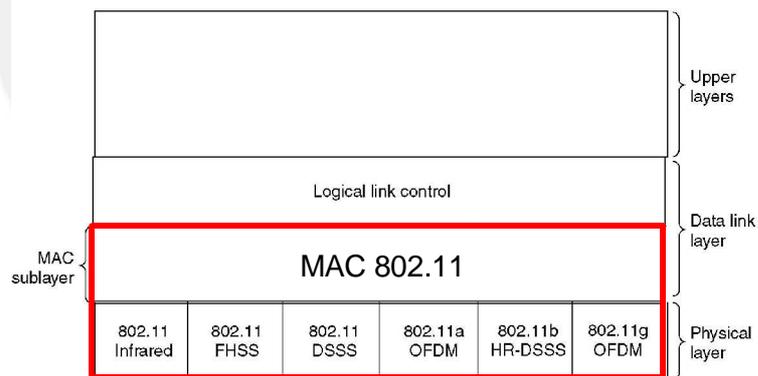
Caratteristiche fisiche 802.11

- Staz. fisse e mobili in ambito locale
 - Bassa velocità di spostamento (<20 km/h)
 - Max 1 km di raggio
- Bande ISM centrate su 2.4 GHz e 5 GHz
- Potenza tra 10mW a 100mW
 - Riduzione interferenze
 - Aumento della durata batterie
 - Minore inquinamento

Suddivisione canale fisico in canali logici

- Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
 - TX e RX cambiano continuamente frequenza radio all'interno della banda consentita
- Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
 - Suddivisione dei dati su più canali all'interno della banda consentita
- Orthogonal Frequency Spread Spectrum
 - Suddivisione dei dati su più canali all'interno della banda consentita (più efficiente di DSSS)

Famiglia 802.11



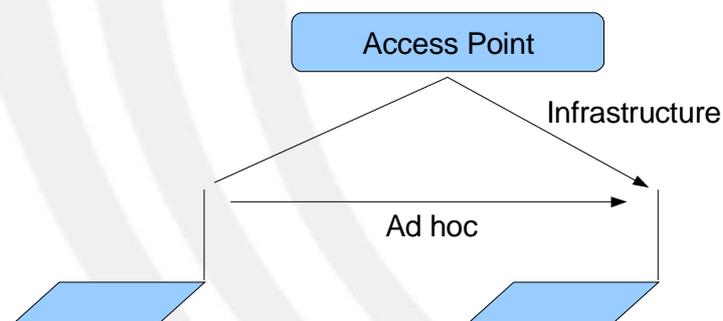
Sotto-livello fisico di 802.11

- 802.11: 1-2 Mb/s
 - Infrarosso
 - Radio 2.4 GHz con FHSS e DSSS
- 802.11b: 1-2-5.5-11 Mb/s
 - Radio 2.4 GHz con High Rate DSSS
- 802.11a: 5 GHz, OFDM, 54 Mb/s
- 802.11g: 2.4 GHz, OFDM, 54 Mb/s

Sotto-livello MAC di 802.11

- **ad hoc**: trasmissione diretta tra stazioni
- **infrastructure**: trasmissione attraverso **Access Point**
- Distributed Coordination Function (DCF)
 - metodo CSMA/CA
 - per modalità ad hoc ed infrastructure
- Point Coordination Function (PCF)
 - polling dell'Access Point alle stazioni
 - solo per infrastructure

Ad hoc vs. Infrastructure



Servizi forniti dalle stazioni

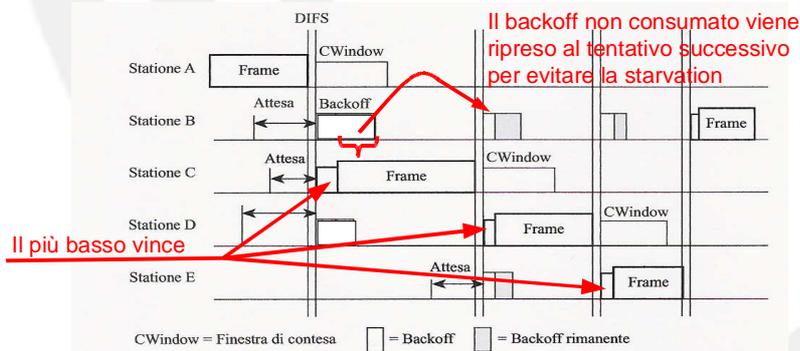
- Autenticazione
- Associazione ad un Access Point
- Disassociazione
- Cifratura

Distributed Coordination Function

- CSMA/CA
- Distributed Interframe Space (DIFS)
- Short Interframe Space (SIFS)
- Problema della starvation
- Ack (Stop&Wait) - no per broadcast/mcast
- Short Interframe Spacing (SIFS)
- RTS e CTS - no per broadcast/mcast:
- Network Allocation Vector (NAV)

CSMA/CA

- A sta trasmettendo
- B, C, D, E hanno un frame da trasmettere

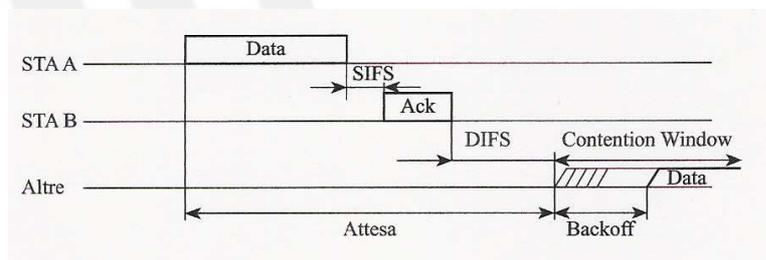


Acknowledge

- All'arrivo di un frame di dati il destinatario controlla il campo Frame Check Sequence (FCS) in cui un CRC rileva l'eventuale presenza di errori
- Se il frame è ok viene inviato un frame di acknowledge al trasmettitore
- Se il trasmettitore non riceve ack entro un certo tempo rimanda il frame di dati

DIFS e SIFS

- SIFS < DIFS e quindi l'ack ha priorità su nuovi pacchetti

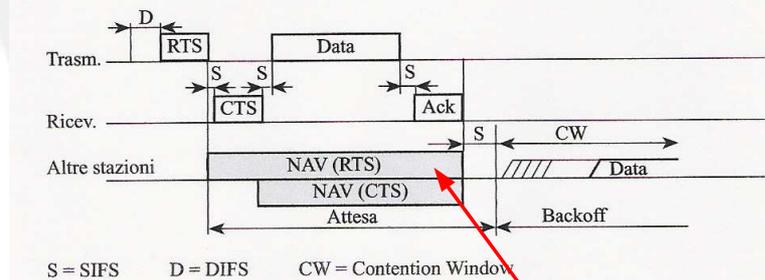


Modalità RTS/CTS

- Serve per risolvere il problema dell'hidden node
- Chi ha vinto la contesa trasmette un frame di Request to Send (RTS) al destinatario
- Il destinatario risponde con un frame di consenso Clear to Send (CTS)
 - RTS “avvisa” le stazioni vicine al TX della trasmissione imminente
 - CTS “avvisa” le stazioni vicine al RX della trasmissione imminente
- Tutte le stazioni che ascoltano RTS e CTS sanno per quanto tempo il canale rimarrà occupato e possono evitare di contendere

RTS/CTS e NAV

- Il contatore di attesa che le altre stazioni usano si chiama Network Allocation Vector



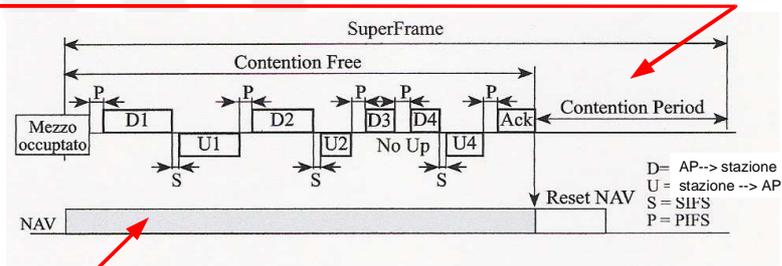
Possibile spegnimento della radio
per risparmiare energia

Point Coordination Function

- Può essere gestito solo dall'Access Point
- Polling dell'Access Point alle varie stazioni
- Accesso **deterministico** al canale
- Il tempo viene diviso in Superframe
- L'AP aspetta un intervallo PIFS dopo che il canale è libero per chiedere
 - Ha priorità su DCF ma non su Ack e CTS perché $SIFS < PIFS < DIFS$
 - Può coesistere con DCF per l'associazione di nuove stazioni

Struttura a Superframe e protocollo PCF

Il periodo con contese serve per far funzionare le stazioni che non usano PCF o per far entrare nuove stazioni



Il periodo senza contese è ottenuto caricando la sua lunghezza nel NAV

Sincronizzazione e associazione

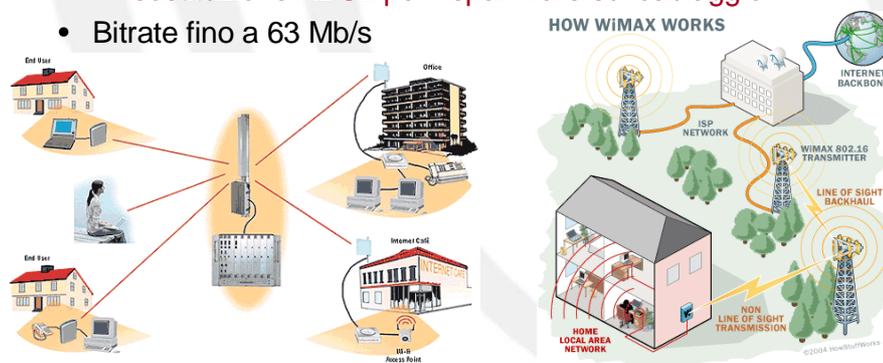
- Sincronizzazione mediante beacon periodici inviati dall'Access Point (infrastructure) e da tutte le stazioni (ad-hoc)
- Associazione di una stazione
 - Passive scanning su tutti i canali
 - Active scanning:
 - Probe request con ESS-ID e BSS-ID della rete cercata
 - Probe response

Tipi di MAC-PDU

- Data PDU: simile all'Ethernet PDU
 - DMAC: 6 byte
 - SMAC: 6 byte
 - Length: 2 byte
 - FCS: 4 byte (CRC)
- Ack PDU
- RTS PDU
- CTS PDU
- Beacon PDU

802.16 (WiMax)

- Pensato per reti geografiche (Wireless Local Loop - WLL)
 - **sostituzione ADSL per risparmiare sul cablaggio**
- Bitrate fino a 63 Mb/s



Diffusione WiMax



Livelli di 802.16

- Livello fisico
 - Utilizzo di frequenze radio non libere tra 10 e 66 GHz
 - Modulazione adattiva basata sulla qualità del canale radio
 - Gestione degli errori del livello fisico
- Livello MAC
 - Modalità infrastructure (una specie di PCF)
 - Base station su un edificio o un traliccio
 - Subscriber station su edifici o dentro la camera
 - Full-duplex

Servizi offerti da 802.16

- Mobilità fino a 120 km/h
- Alta densità di stazioni
- Sicurezza: protezione e riservatezza
- Servizio connesso a livello MAC (unico esempio)
- Classi di traffico a priorità diversa:
 - Supporto per traffico a ritardo max limitato
 - Voice over IP (VoIP)