

# Wireless LAN (WLAN) IEEE 802.11

Mario Baldi  
Politecnico di Torino  
mbaldi@polito.it  
www.polito.it/~baldi

WLAN - 1

© M. Baldi: see page 2

## Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

WLAN - 2

© M. Baldi: see page 2

## Perché Wireless

### ■ Eliminazione del cablaggio

- Riduzione dei costi associati alle infrastrutture di rete
- Il mezzo non si guasta
  - Si riducono i costi associati alla manutenzione
- Possibilità di collegare ambienti non adatti al cablaggio
  - Per esempio, edifici storici
- Facilità nella realizzazione di reti temporanee

### ■ Mobilità

- Connettività per l'utenza in movimento
- Roaming: continuità di comunicazione anche spostandosi da una WLAN ad un'altra

WLAN - 3

© M. Baldi: see page 2

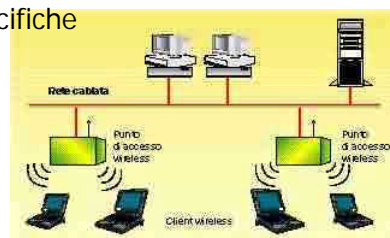
## Perché Wireless

### ■ Scalabilità

- Facilità nel variare il numero di utenti collegati alla rete
  - L'aggiunta di un nuovo utente non comporta costi aggiuntivi e non presenta difficoltà

### ■ Estensione di LAN cablate

- Reti miste wireless-wired
- Soddisfare esigenze specifiche



WLAN - 4

© M. Baldi: see page 2

## Problematiche

- Inaffidabilità del mezzo
  - Interferenze
  - Inaffidabilità dell'etere
  - Algoritmi di controllo dell'errore
    - Codici per correzione: forward error correction (FEC)
    - Ritrasmissione a livello data-link
  - Velocità ridotte
  - Area di copertura limitata

## Problematiche

- Riflessioni Multiple
  - Esistono più cammini di propagazione
    - ricevitore più complesso
    - codifica più complessa
- Consumo batterie
  - Batterie leggere hanno limitata carica
  - Aumento di velocità e copertura corrisponde ad aumento di potenza trasmessa
  - Funzionalità di "power saving"
- Impatto sulla salute
  - Non esistono risultati inconfutabili
  - Di fatto si lavora immersi in un campo elettromagnetico

## Problematiche

### ■ Copertura (range)

- Inversamente proporzionale al data rate
- Limitata dalla bassa potenza trasmissiva
- Limitata dall'inaffidabilità del mezzo
- Zone estese richiedono più aree wireless

### ■ Interoperabilità

- Funzionalità aggiuntive spesso non standard
- Non c'è piena compatibilità tra costruttori diversi
- WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance)
  - Consorzio per garantire l'interoperabilità
  - Rilascia certificazioni Wi-Fi (Wireless Fidelity)

## Problematiche

### ■ Sicurezza

- Chiunque all'interno dell'area coperta può "ascoltare" le trasmissioni
- WEP (Wireless Equivalent Privacy)
  - Cifratura delle comunicazioni
  - Una chiave per ogni coppia di comunicanti
- Non è completamente sicuro

### ■ Scalabilità

- Un numero eccessivo di utenti degrada le prestazioni della rete

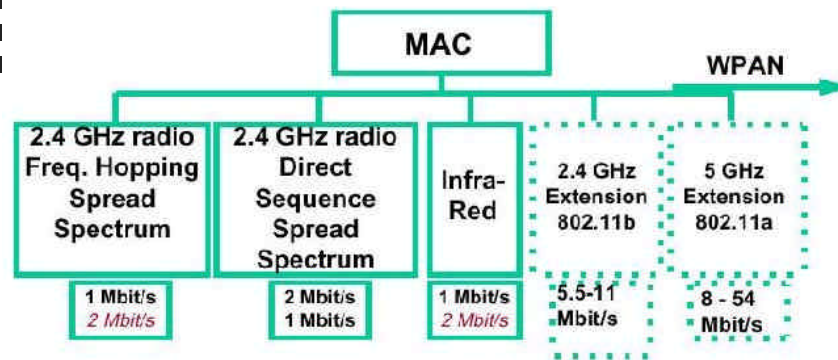
## Problematiche

- Interazione con i livelli protocollari superiori
  - I protocolli di livello superiori dovrebbero essere indipendenti da quelli sottostanti
  - La perdita di pacchetti dovuta all'inaffidabilità del mezzo può causare la caduta delle connessioni di livello trasporto
    - Un livello trasporto WLAN-aware può essere necessario per migliorare le prestazioni

## Problematiche

- Legislazione italiana
  - Ieri.....
    - Richiesta di autorizzazione al Ministero
    - Versamento di £ 500.000 e £ 50.000 per ogni dispositivo installato
  - Oggi: Direttiva 99-05, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale numero 156 del 7 luglio 2001
    - Sono state liberalizzate le comunicazioni wireless
      - Allineamento con le direttive europee e con la normativa già in vigore negli altri Paesi dell'UE
    - La banda dei 2,4 GHz è liberalizzata
      - Apparati omologati dal Ministero delle Comunicazioni o con il marchio CE possono essere installati e utilizzati liberamente

## IEEE 802.11



## IEEE 802.11

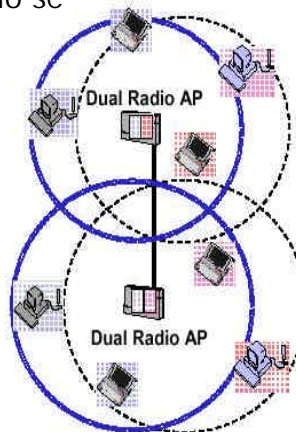
- Definito nel 1997
- MAC: CSMA/CA
  - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
  - Variante di CSMA/CD
- Livello fisico (PHY)
  - FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)
  - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
  - DFIR (Diffused Infra-Red)

## Estensioni di IEEE 802.11

- IEEE 802.11b (1999)
  - HR-DSSH (High Rate DSSS) a livello fisico
  - Opera nella banda dei 2,4 GHz
  - Data rate da 5.5 Mbit/s a 11 Mbit/s
  - Standard attualmente più diffuso
- IEEE 802.11a (1999)
  - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) a livello fisico
  - Opera nella banda dei 5 GHz
  - Data rate fino a 54 Mbit/s
  - Si sta diffondendo solo di recente

## Compatibilità 802.11b e 802.11a

- Stesso livello MAC, diverso livello fisico
- Due terminali interoperano solo se interconnessi mediante Access Point "Dual Slot" (bridge)



## Wireless Local bridge "Access Point"

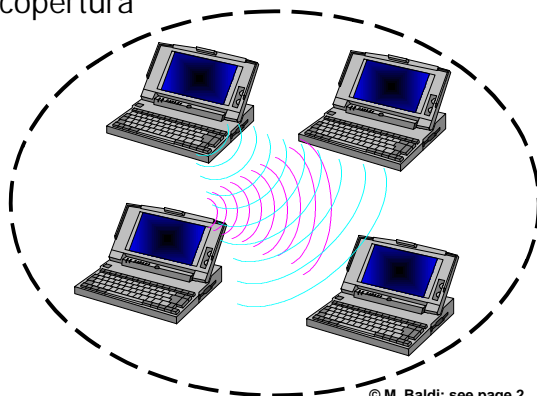
- Interfaccia tra rete wireless e rete cablata (wired)
- Copertura definita - *area*
- Garantisce il mantenimento della connettività nel passaggio da un'area ad un'altra
- Può essere utilizzato semplicemente come ripetitore di segnale

WLAN - 15

© M. Baldi: see page 2

## Topologie: Ad-Hoc Network

- Realizzazione più semplice e comune
- Comunicazioni peer-to-peer tra ogni stazione
- Basic Service Area (BSA): area minima di copertura



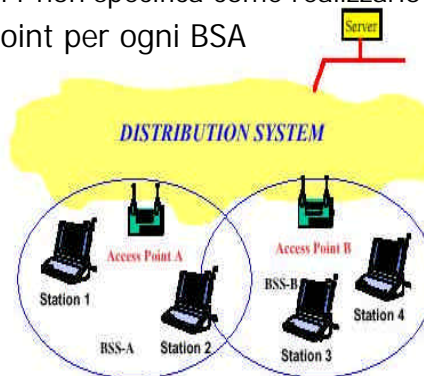
WLAN - 16

© M. Baldi: see page 2



## Topologie: rete estesa

- Distribution system
  - Wired backbone che interconnette diverse Basic Service Area (BSA)
  - IEEE 802.11 non specifica come realizzarlo
- Un Access Point per ogni BSA



WLAN - 17

© M. Baldi: see page 2

## Il livello MAC

- Autenticazione
  - Verifica dell'identità delle stazioni che intendono comunicare
  - Lo standard fornisce un quadro di riferimento
    - Si possono utilizzare protocolli di autenticazione diversi
- Associazione con access point
  - Richiesta prima di inviare dati attraverso un distribution system
  - Primo passo per consentire mobilità tra celle diverse (handover)

WLAN - 18

© M. Baldi: see page 2

## Il livello MAC

### ■ Disassociazione

- Notifica effettuata da una stazione che lascia la rete
- Notifica da un access point quando viene messo fuori linea per manutenzione
- Termina una precedente associazione

### ■ Distribuzione

- Invio di trame MAC attraverso un distribution system
- Basata sulle informazioni di associazione

## Il livello MAC

### ■ Riassociazione

- Una stazione di modificare lo stato di associazione
  - Per esempio, passaggio da un access point ad un altro
- Mobilità delle stazioni al di fuori del BSA (roaming)

### ■ Privacy

- Cifratura e decifratura delle trame

### ■ Integrazione

- Scambio di trame MAC tra un distribution system e una LAN tramite *portal*
- IEEE 802.11 non ne specifica la realizzazione

## Il livello MAC: Accesso al mezzo

- Centralizzato
  - Un'entità centrale (solitamente l'Access Point) coordina la trasmissione delle trame determinandone le tempistiche
- Distribuito
  - DCF (Distribution Control Function) realizza un algoritmo di arbitraggio
    - CSMA/CA: carrier sense multiple access with collision avoidance
  - CA: quando il mezzo si libera, si aspetta un tempo casuale prima di trasmettere
    - Random backoff time

## Il Livello PHY: funzionalità

- Ascolto del canale (carrier sense)
  - La rilevazione di una trasmissione avviene confrontando l'energia ricevuta dal canale con un valore di soglia
- Trasmissione e ricezione
  - La trasmissione utilizza tecniche di modulazione al fine di ottenere uno "spettro diffuso" (spread spectrum)

## Modulazione Spread Spectrum

- Le trasmissioni classiche avvengono in banda stretta (narrowband)
- La modulazione spread spectrum diffonde lo spettro del segnale su un più ampio range di frequenze
  - Aumenta il rapporto segnale/rumore
  - Si ha una minore sensibilità ai disturbi
  - Richiede più banda
  - Consente di ottenere data rate più elevati
- Tecniche utilizzate
  - Frequency Hopping Spread Spectrum
  - Direct Sequence Spread Spectrum
  - High Rate - Direct Sequence Spread Spectrum

WLAN - 29

© M. Baldi: see page 2

## IP e Wireless: Mobile IP

- Problema: domini separati da router implicano indirizzi con prefissi diversi
- Home address
  - Indirizzo primario della stazione
- Care-of address
  - Assegnato dinamicamente in ogni dominio

WLAN - 35

© M. Baldi: see page 2

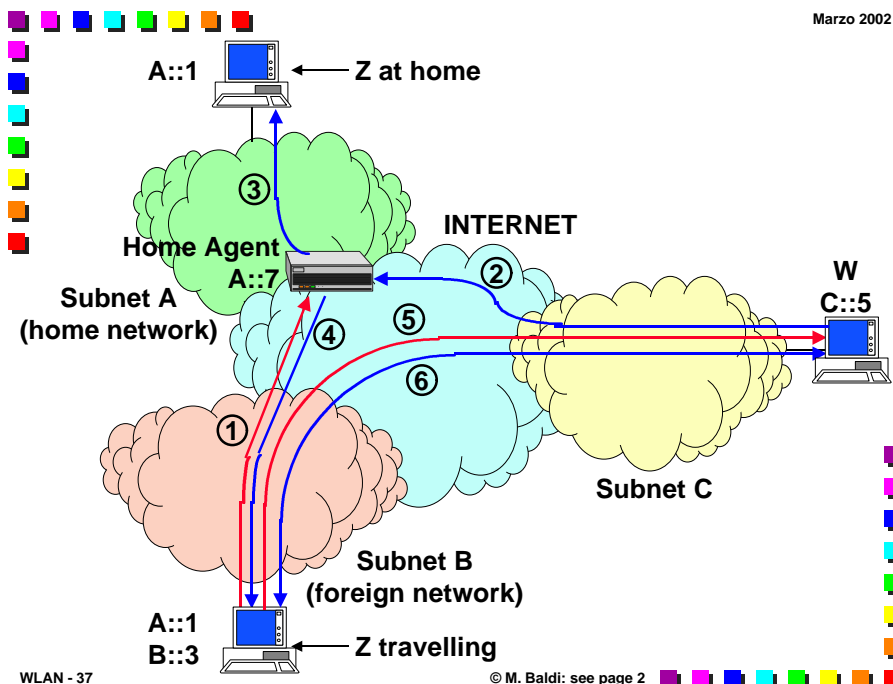
## Mobile IP

### ■ Home agent

- Risiede nella cella d'origine della stazione mobile
- Intercetta i pacchetti destinati all'home address e li reinstrada il care-of address

### ■ Foreign agent

- Risiede nella rete remota
- Intercetta i pacchetti destinati ad un care-of address precedente e li reinstrada a quello attuale



## Il livello trasporto e Wireless

### TCP

#### ■ Spreco di banda

- Messaggi per la negoziazione della connessione
- Messaggi di conferma (ACK)

#### ■ Problemi con la mobilità a causa del cambio di indirizzi

#### ■ Condizioni di povera copertura (elevato tasso d'errore) possono portare alla chiusura delle connessioni

### UDP

#### ■ Non garantisce affidabilità

- Applicazioni possono percepire un servizio povero a causa degli elevati tassi di errore e perdita

WLAN - 41

© M. Baldi: see page 2

## Wireless non IEEE 802.11

### ■ Bluetooth

- WPAN (wireless personal area network)
  - data rate fino a 1Mb
  - usa FHSS nella banda 2.4GHz

### ■ HiperLAN

- Specificato dall'ETSI
- HiperLAN/1
  - meno utilizzata
  - banda a 5GHz con velocità fino a 24 Mb/s
- HiperLAN/2
  - velocità fino a 54Mb/s

WLAN - 42

© M. Baldi: see page 2

## Reti metropolitane Wireless (WMAN)

- MMSD - Multipoint Microwave Distribution System  
o Multi-channel Multi-point Distribution System
  - Stazione trasmittente di grande potenza
  - Raggio di 50 Km
- LMDS - Local Multipoint Distribution Service
  - Celle di dimensioni più contenute
  - Comunicazione "a vista" (line of sight)