Capitolo 6
Wireless
e reti mobili

Nota per l'utilizzo:

Abbiamo preparato queste slide con l'intenzione di renderle disponibili a tutti (professori, studenti, lettori). Sono in formato PowerPoint in modo che voi possiate aggiungere e cancellare slide (compresa questa) o modificarne il contenuto in base alle vostre esigenze.
Come potete facilmente immaginare, da parte nostra abbiamo fatto *un sacco* di lavoro. In cambio, vi chiediamo solo di rispettare le seguenti condizioni:

- se utilizzate queste slide (ad esempio, in aula) in una forma sostanzialmente inalterata, fate riferimento alla fonte (dopo tutto, ci piacerebbe che la gente usasse il nostro libro!)
- se rendete disponibili queste slide in una forma sostanzialmente inalterata su un sito web, indicate che si tratta di un adattamento (o che sono identiche) delle nostre slide, e inserite la nota relativa al copyright.

Thanks and enjoy! JFK/KWR

All material copyright 1996-2007
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved

Reti di calcolatori e Internet: Un approccio top-down

4ª edizione
Jim Kurose, Keith Ross

Pearson Paravia Bruno Mondadori Spa
©2008

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

Background:

- Nell'ultimo decennio il numero degli abbonati ai servizi di telefonia mobile ha superato il numero degli abbonati alle linee fisse!
- L'avvento dei laptop e dei palmari, con le loro promesse di accesso a Internet in ogni momento e in ogni luogo, potrebbe generare un'identica esplosione anche dell'uso dei dispositivi wireless per Internet?
- Due sfide importanti (ma differenti)
  - Comunicazione su collegamento wireless
  - Gestione degli utenti mobili che cambiano il punto di collegamento alla rete

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete
- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet
- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

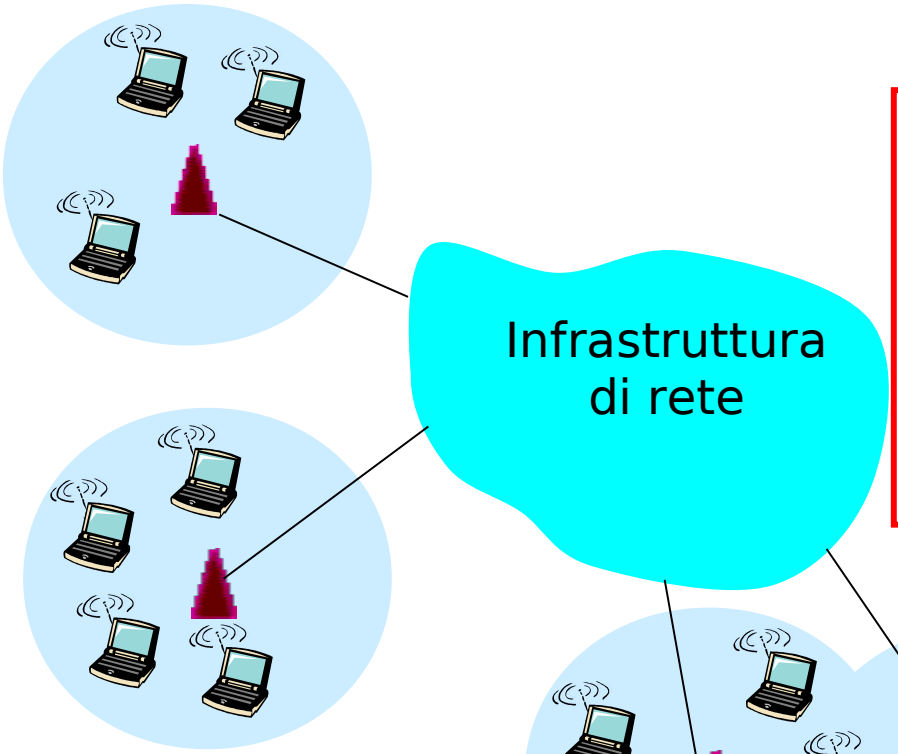
6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

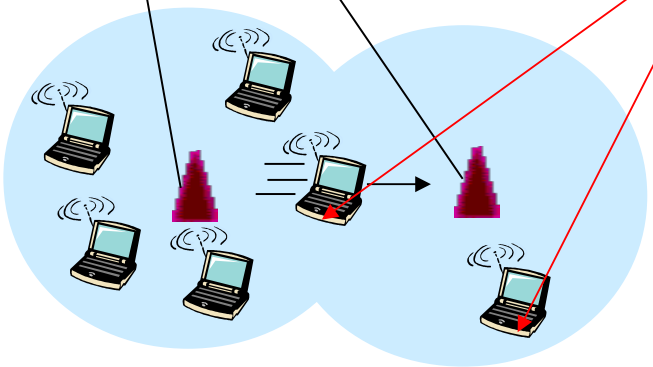
6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

Componenti di una rete wireless



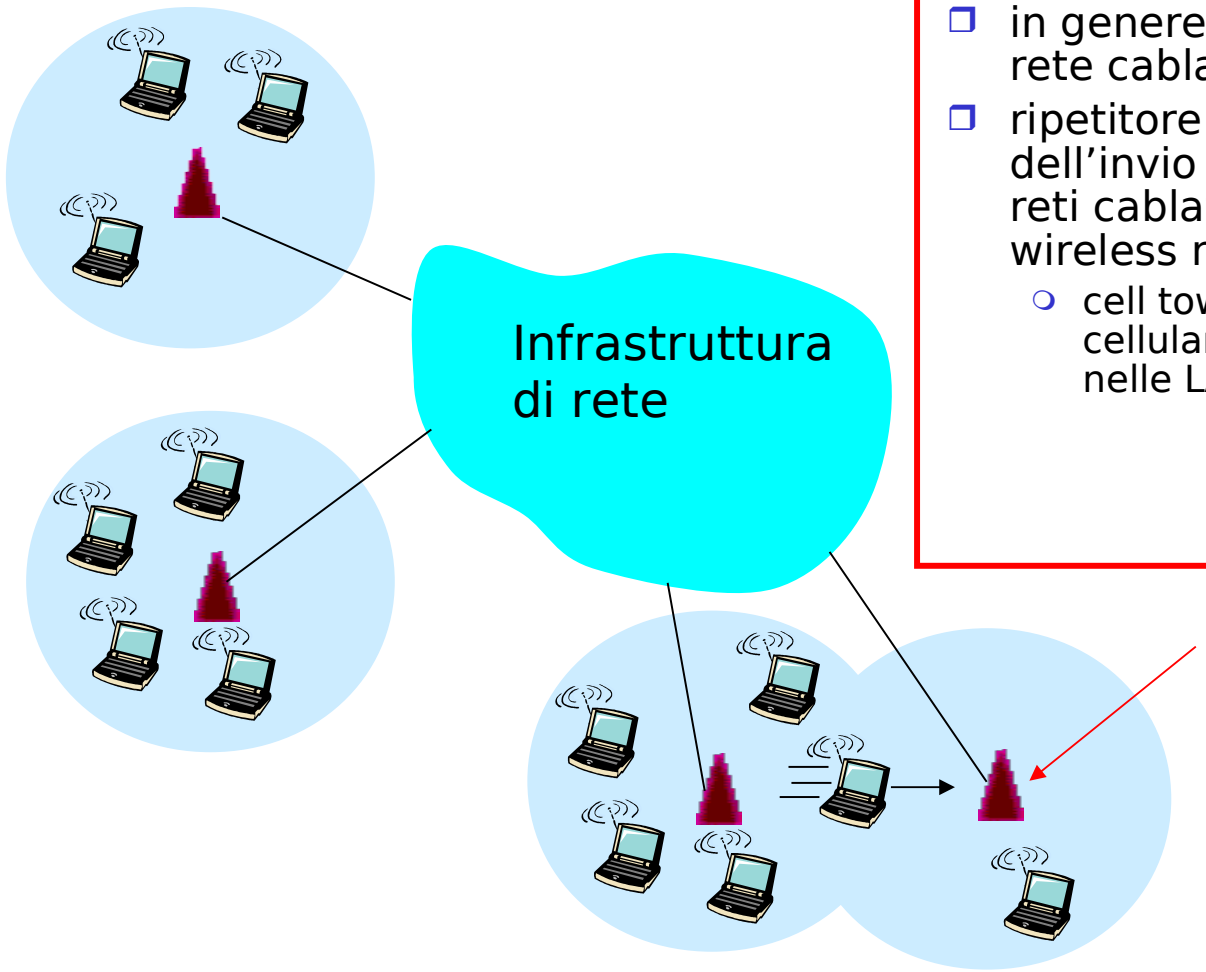
Infrastruttura di rete



host wireless

- laptop, PDA, telefoni IP
- eseguono applicazioni
- possono essere fissi o mobili
  - wireless *non* significa necessariamente mobilità

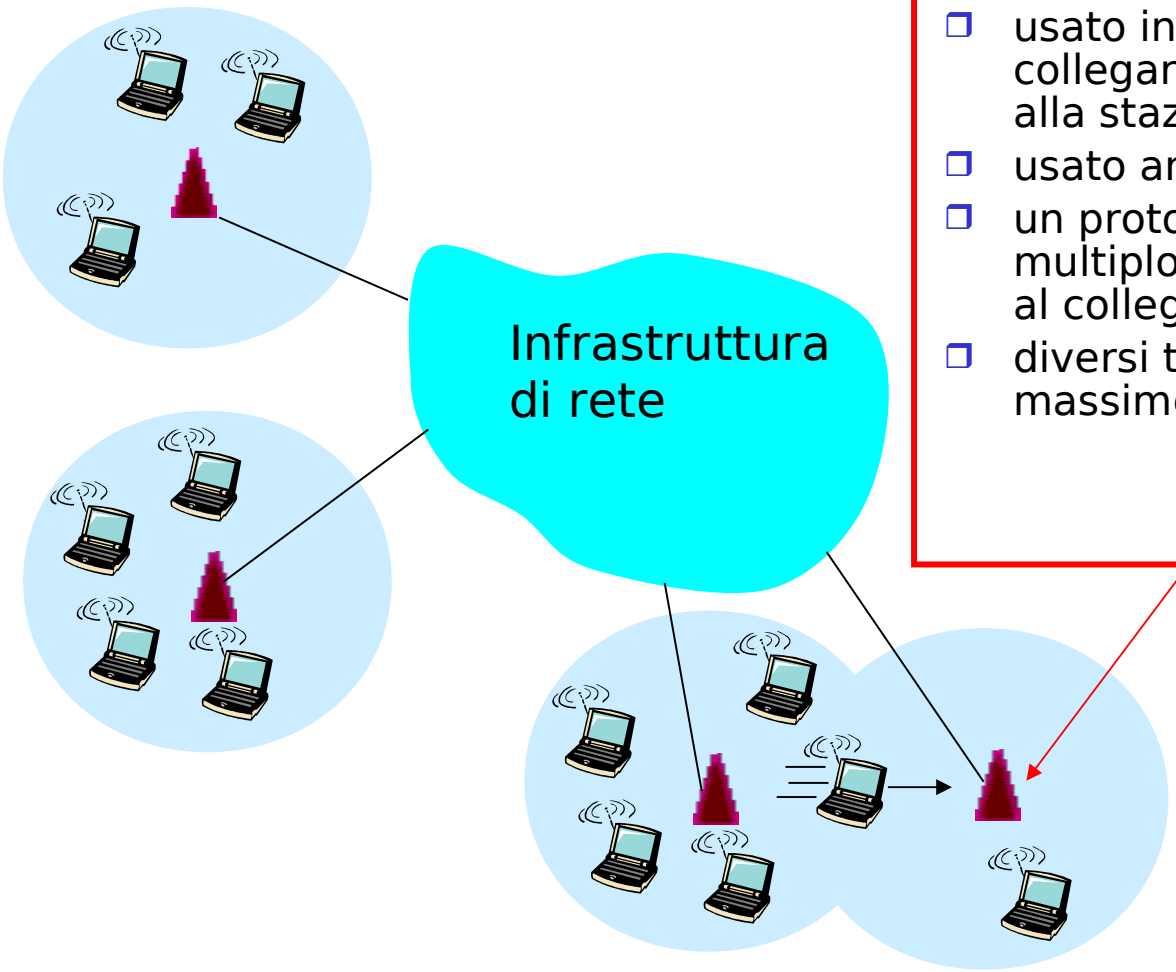
Componenti di una rete wireless



stazione base

- in genere connessa a una rete cablata
- ripetitore: responsabile dell'invio di pacchetti tra reti cablate e host wireless nella sua "area"
  - cell tower nelle reti cellulari e access point nelle LAN 802.11

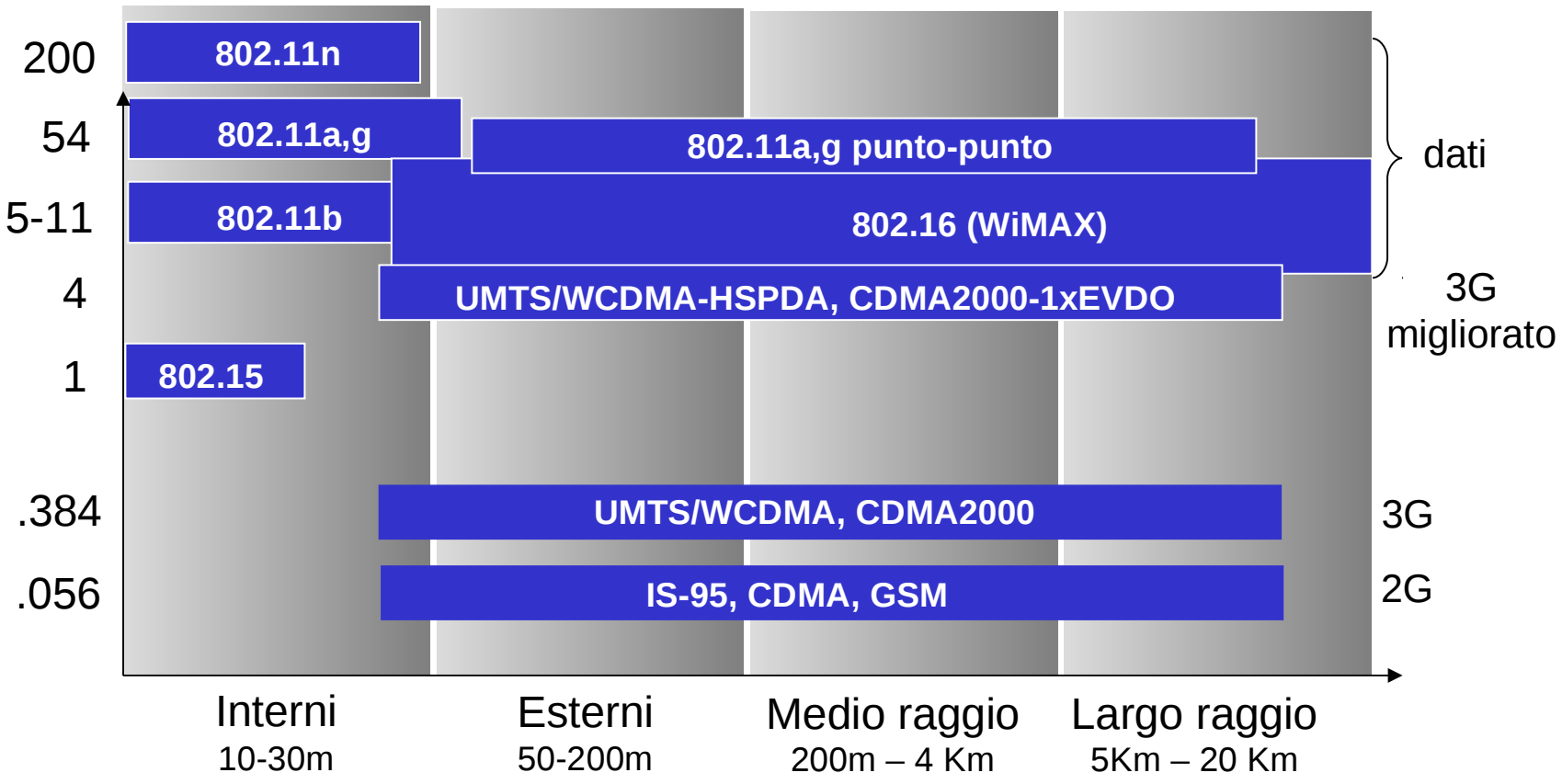
Componenti di una rete wireless



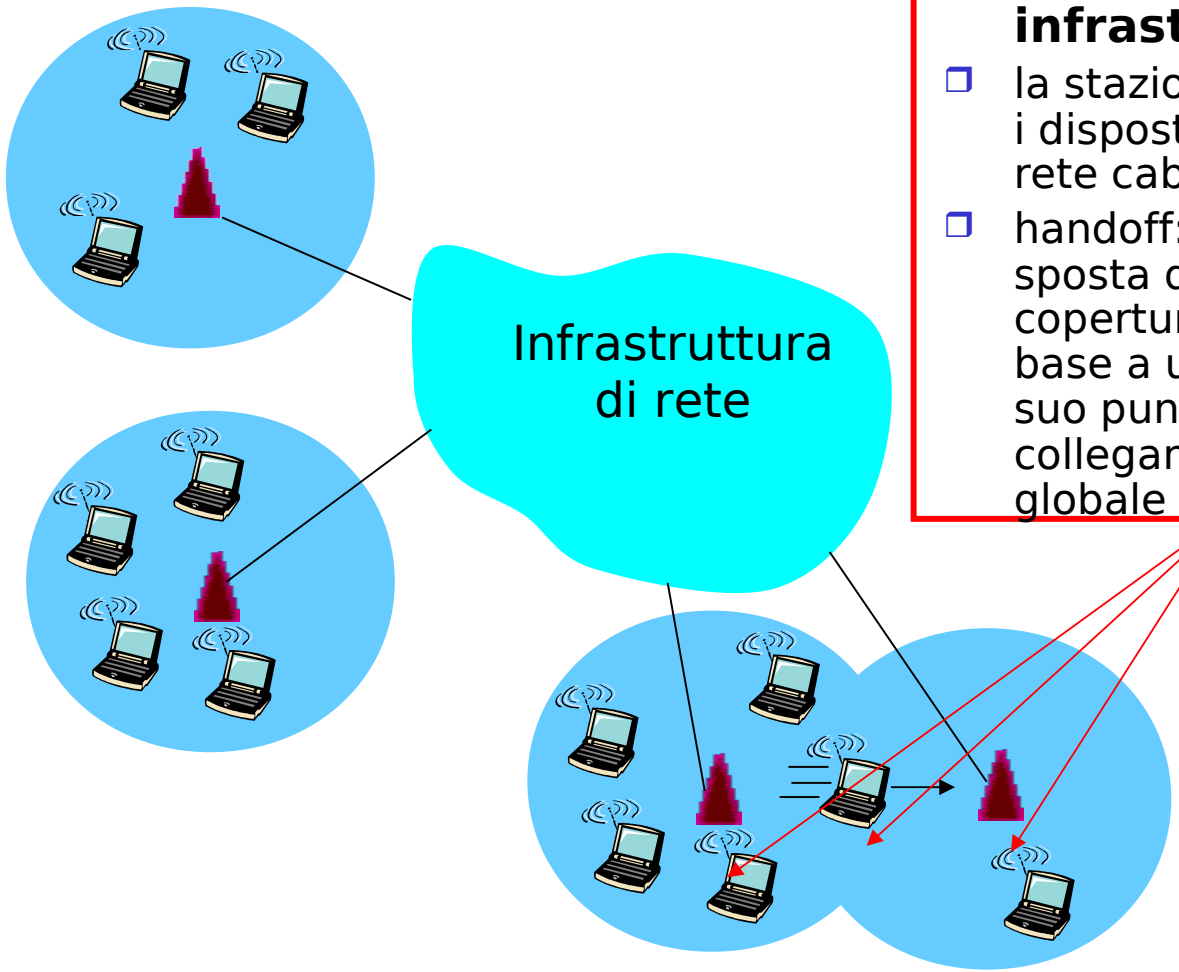
Collegam. wireless

- usato in genere per collegare dispositivi mobili alla stazione base
- usato anche come dorsale
- un protocollo ad accesso multiplo regola l'accesso al collegamento
- diversi tassi trasmissivi e massime distanze utili

Standard a livello di link per reti wireless



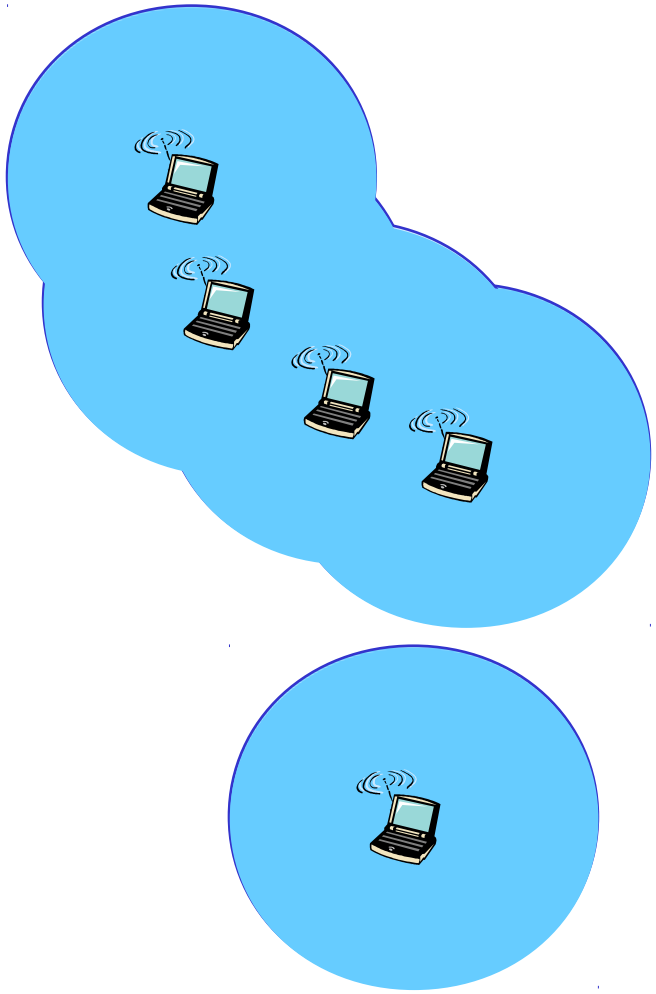
Componenti di una rete wireless



modalità infrastruttura

- la stazione base connette i dispostivi mobili a una rete cablata
- handoff: quando l'host si sposta dall'area di copertura di una stazione base a un'altra cambia il suo punto di collegamento con la rete globale

Componenti di una rete wireless



Reti ad hoc

- non ci sono stazioni base
- gli host wireless non hanno alcuna infrastruttura cui connettersi
- gli host stessi provvedono ai servizi d'instradamento, di assegnazione degli indirizzi, di DNS.

Tassonomia delle reti wireless

	hop singolo	hop multipli
Modalità infrastruttura (es. AP)	L'host si collega a una stazione base (WiFi, WiMAX, cellulare) che lo collega al resto della rete	Stazione base, tuttavia alcuni nodi potrebbero dover fare affidamento ad altri nodi wireless
Senza infrastruttura	Senza stazione base, uno dei nodi può coordinare la trasmissione degli altri (Bluetooth, reti ad hoc)	Senza stazione base, i nodi possono dover ritrasmettere i messaggi a molti altri nodi per raggiungere la destinazione

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete
- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet
- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

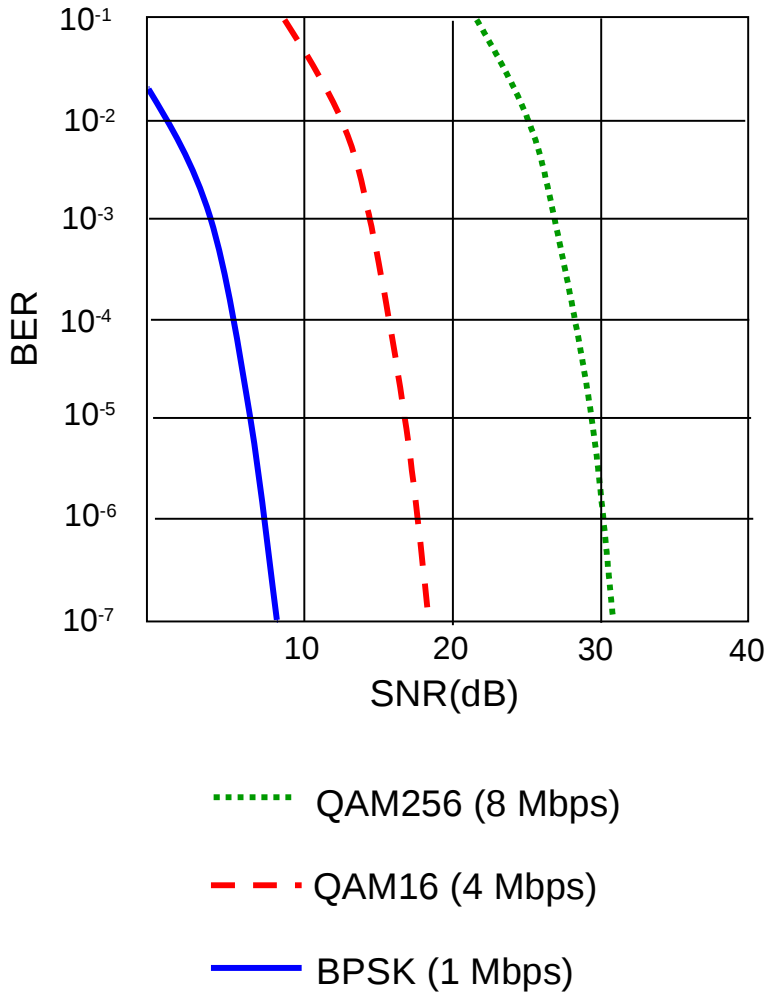
Le differenze rispetto a un collegamento cablato ...

- attenuazione del segnale: le radiazioni elettromagnetiche si attenuano quando attraversano determinati ostacoli; nello spazio libero l'intensità del segnale si attenua al crescere della distanza percorsa (*path loss*)
- interferenze da parte di altre sorgenti: frequenze wireless standard (es. 2,4 GHz) condivise da altri dispositivi (es. telefonini); anche rumori ambientali (es. motori) causano interferenza
- propagazione su più cammini: una parte delle onde elettromagnetiche si riflette su oggetti e sul terreno, compiendo cammini di diversa distanza tra trasmittente e ricevente

.... rendono la comunicazione attraverso un collegamento wireless (persino un punto-punto) molto più "complessa".

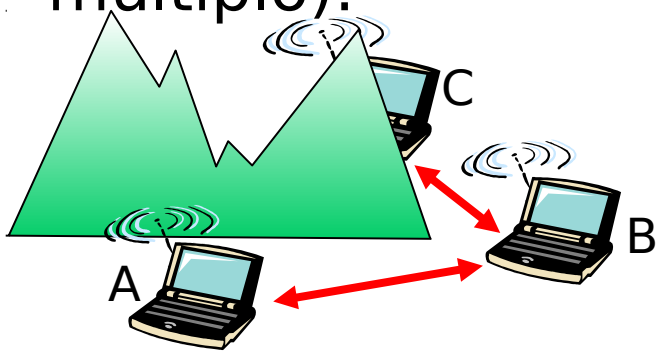
Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

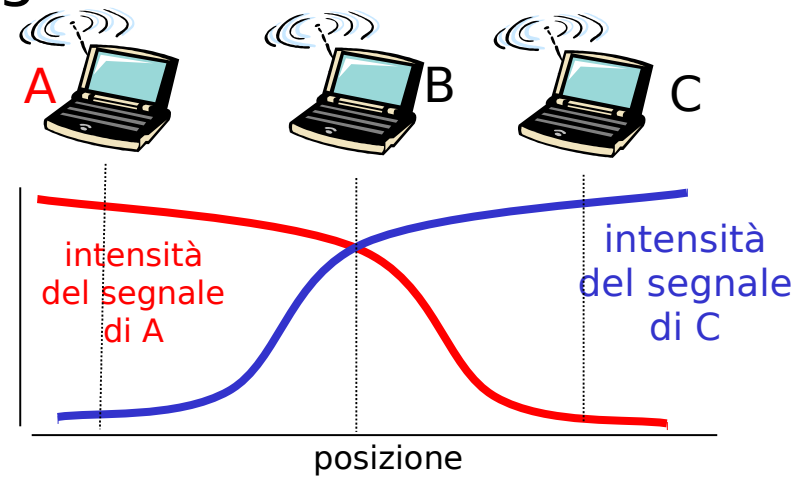
- SNR: signal-to-noise ratio
  - un SNR più grande facilita il ricevente nell'estrazione del segnaletrasmesso dal rumore di fondo.
- *Bilanciamento di SNR e BER*
  - Per un dato schema di modulazione, maggiore è SNR minore sarà il BER
  - Per un dato SNR, una tecnica di modulazione con più elevato tasso di trasmissione dei bit avrà un BER più alto



Collegamenti wireless e caratteristiche di rete

Più mittenti e riceventi wireless creano problemi aggiuntivi (oltre a quelli legati all'accesso multiplo):





Problema del terminale nascosto

- B, A possono comunicare
- B, C possono comunicare
- A, C non possono comunicare ma possono causare interferenza presso la destinazione B

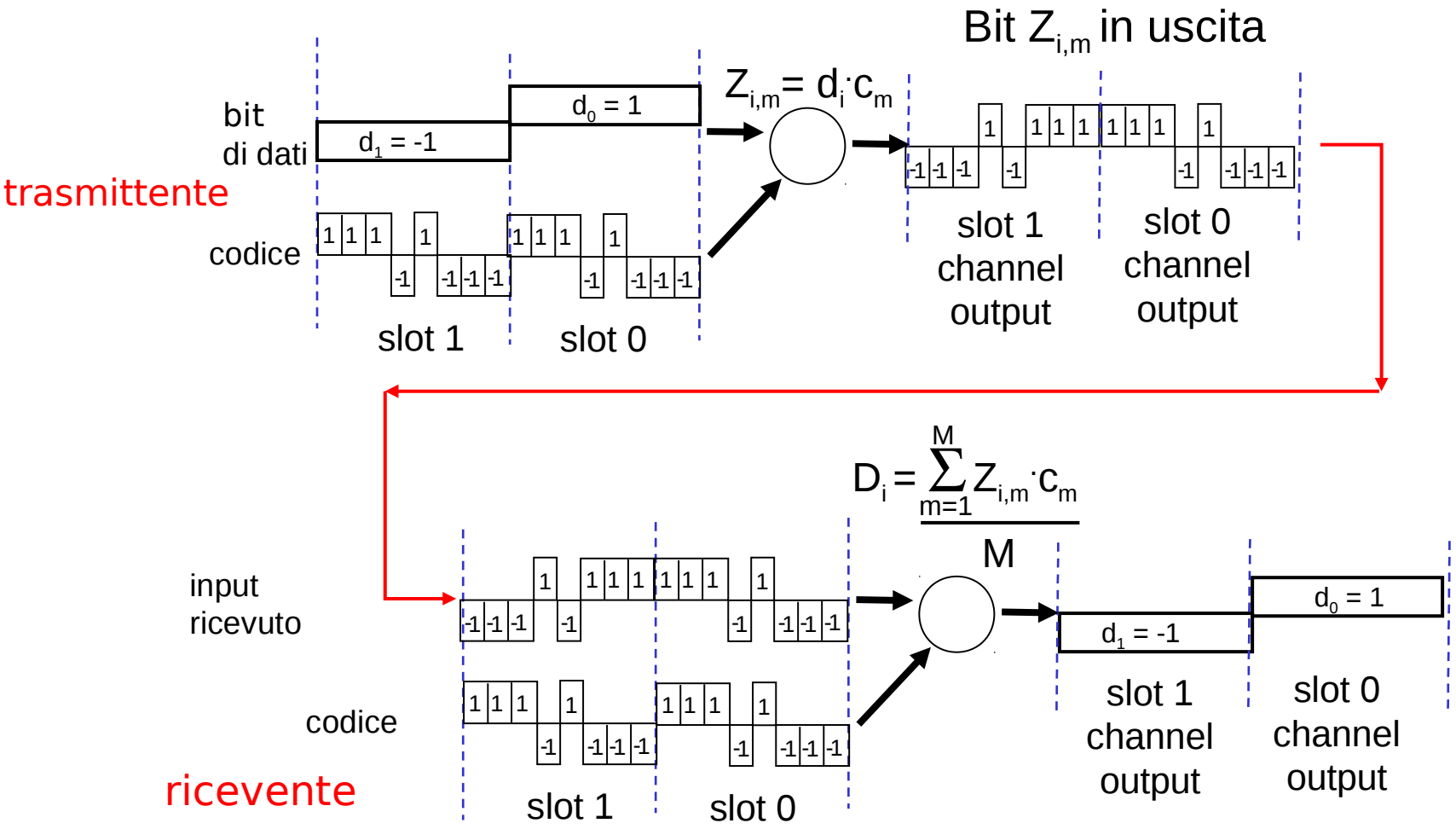
Fading:

- B, A possono comunicare
- B, C possono comunicare
- A, C non possono comunicare ma causano interferenza presso B

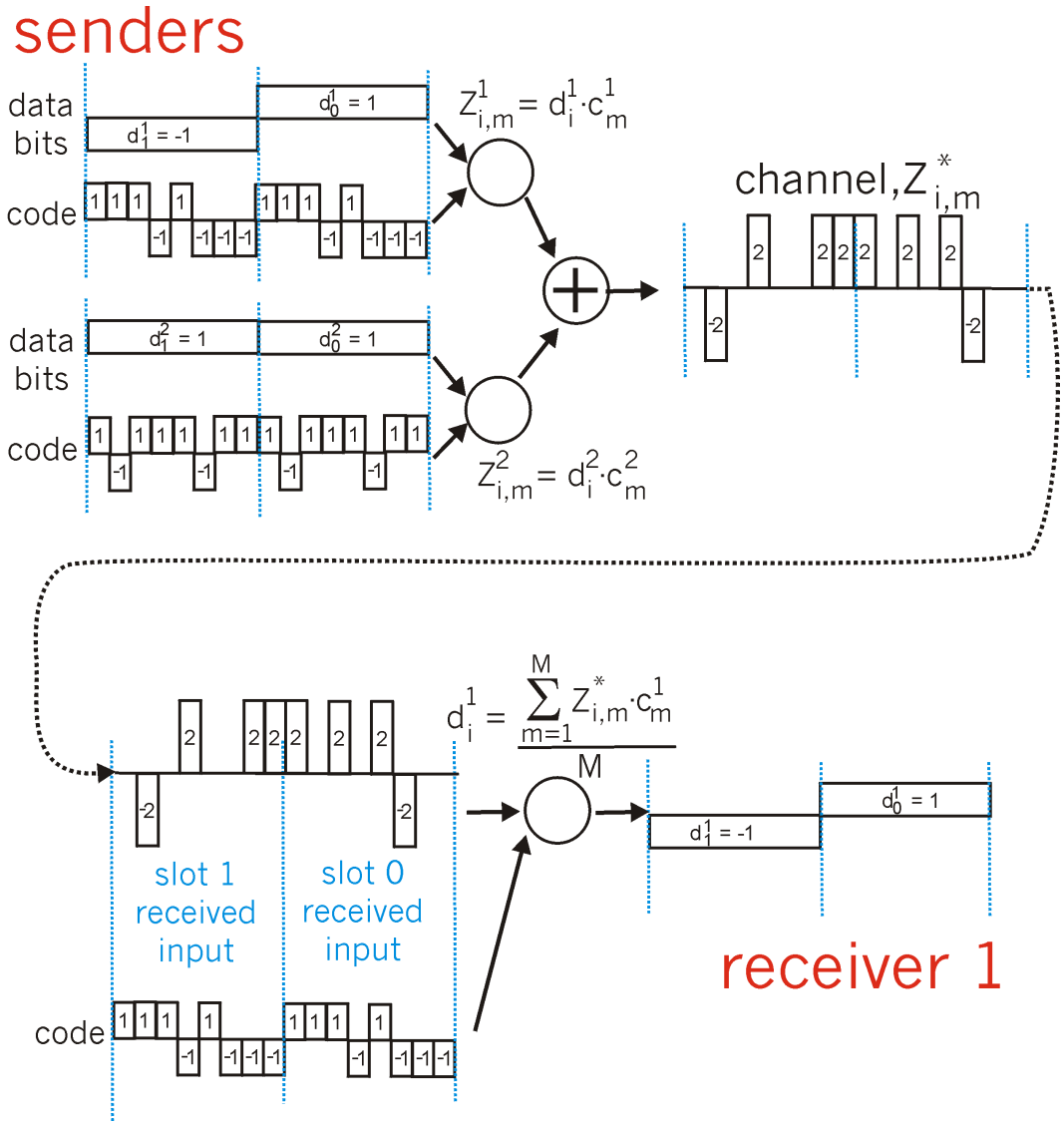
Code Division Multiple Access (CDMA)

- È il protocollo di accesso al canale condiviso più diffuso nelle reti wireless e nelle tecnologie cellulari.
- Un “codice” unico viene assegnato a ciascun utente (*code set partitioning*).
- Tutti gli utenti condividono la stessa frequenza, ma ciascun utente ha una propria sequenza “chipping” per codificare i dati.
- *Segnale codificato* = (dati originari) X (sequenza chipping).
- *Decodifica:* prodotto interno del segnale codificato e sequenza chipping.
- Consente a più utenti di “coesistere” e trasmettere simultaneamente con un’interferenza minima (se i codici sono “ortogonali”).

CDMA Codifica/Decodifica



CDMA: due trasmittenti



Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete
- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet
- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

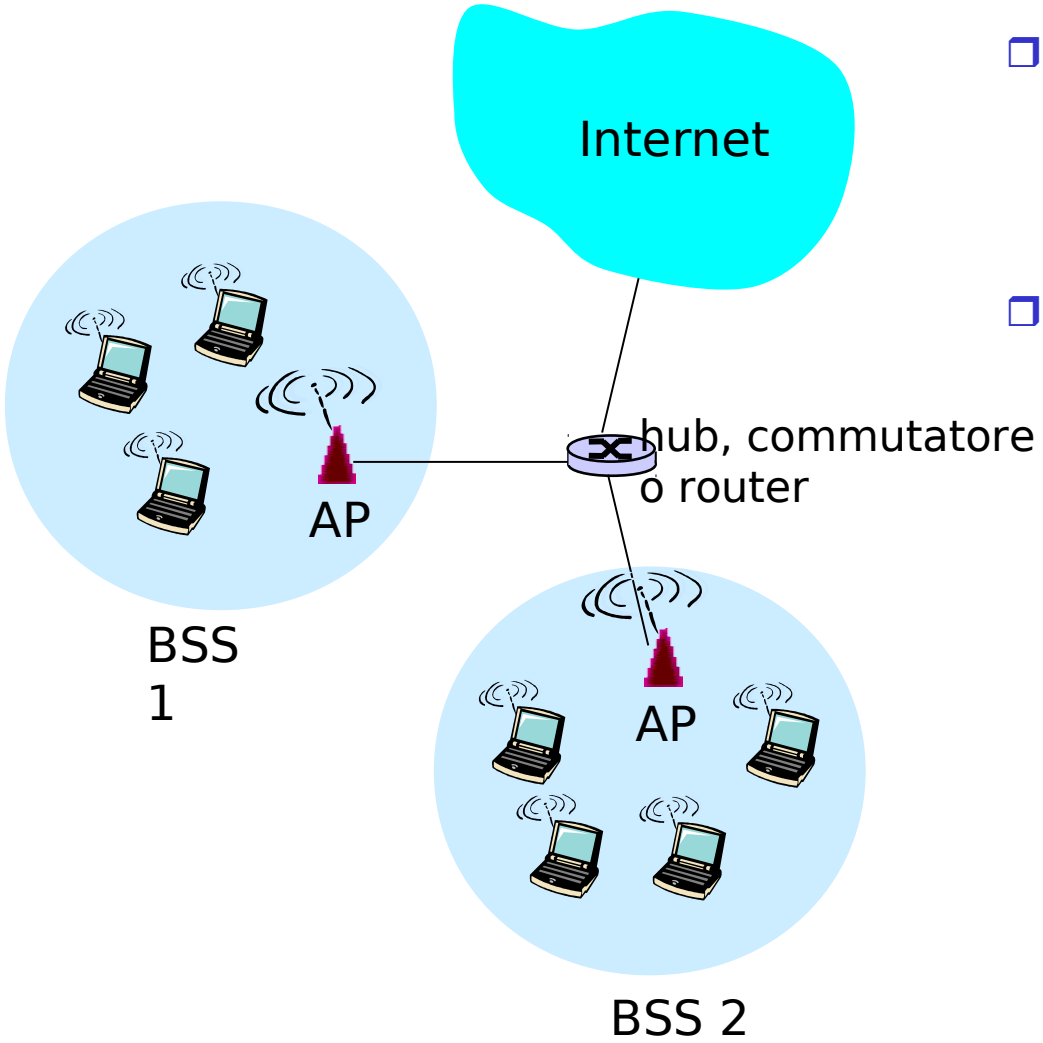
6.9 Riassunto

Wi-Fi 802.11 wireless LAN

- 802.11b
  - da 2,4 a 5 GHz
  - fino a 11 Mbps
  - DSSS (*direct sequence spread spectrum*) a livello fisico
    - tutti gli host usano lo stesso codice chipping
- 802.11a
  - da 5 a 6 GHz
  - fino a 54 Mbps
- 802.11g
  - da 2.4 a 5 GHz
  - fino a 54 Mbps
- 802.11n
  - da 2,4 a 5 GHz
  - fino a 200 Mbps

Tutte utilizzano lo stesso protocollo di accesso al mezzo, CSMA/CA.
Tutte utilizzano la stessa struttura di pacchetto a livello di link.

Architettura delle LAN 802.11

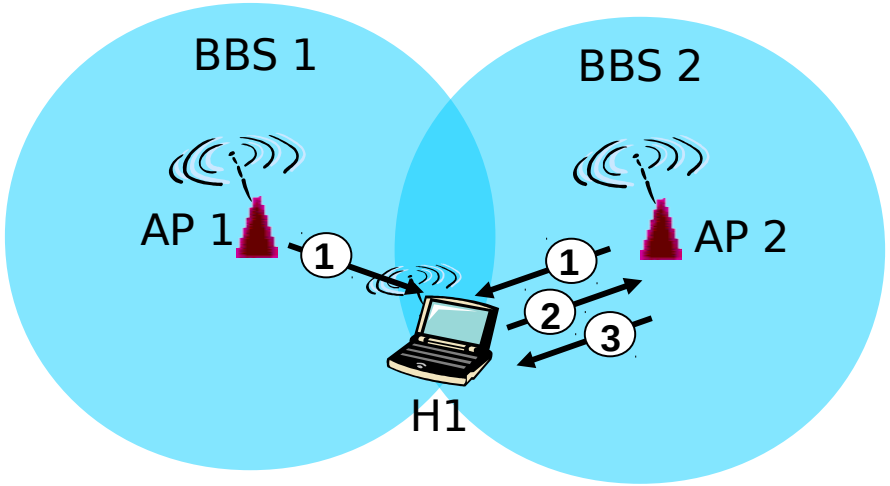


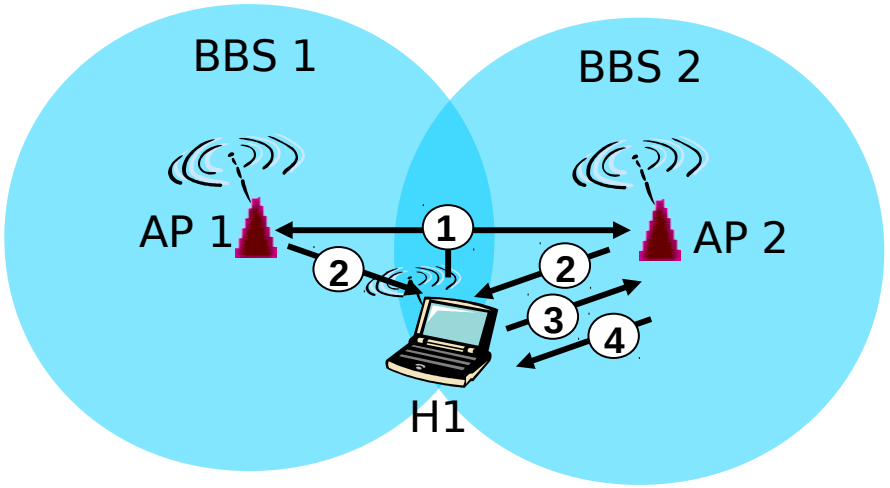
- gli host wireless comunicano con la stazione base
  - stazione base = punto di accesso (AP)
- Basic Service Set (BSS) (detto anche “cella”) in modalità infrastruttura contiene:
  - host wireless
  - punto di accesso (AP): stazione base
  - modalità ad hoc: solo host

802.11: canali e associazioni

- 802.11b: da 2,4GHz a 2,485GHz. In questi 85 MHz di banda sono definiti 11 canali parzialmente sovrapposti (due canali non si sovrappongono solo se sono separati da quattro o più canali; in particolare i canali 1, 6 e 11 costituiscono l'unica terna priva di sovrapposizione
  - AP admin sceglie le frequenze per il punto di accesso
  - Possibili interferenze: il canale può essere lo stesso scelto dall'AP vicino!
- host: deve essere *associato* con un AP
  - l'AP deve inviare periodicamente *pacchetti beacon* che contengono il proprio codice SSID e il proprio indirizzo MAC
  - Sceglie l'AP cui associarsi e dialogheranno utilizzando il protocollo di associazione
  - Può eseguire autenticazione [Capitolo 8]
  - La stazione invierà un messaggio di ricerca DHCP nella sottorete attraverso l'AP associato per ottenere un indirizzo IP (nella sottorete)

802.11: Scansione passiva e attiva





Scansione passiva:

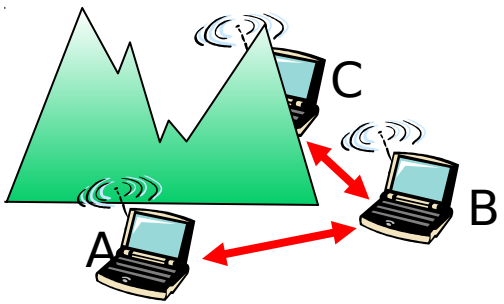
(1) Frame beacon inviati dagli AP
(2) Invio di un frame di richiesta associazione da H1 all'AP selezionato
(3) Invio di un frame di risposta di asociazione dall'AP selezionato a H1

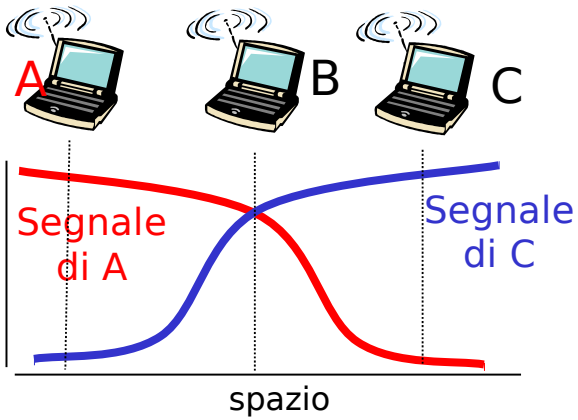
Scansione attiva:

(1) Frame sonda di richiesta inviato in broadcast da H1
(2) Frame sonda di risposta inviato dagli AP
(3) Invio di un frame di richiesta di associazione da H1 all'AP selezionato
(4) Invio di un frame di risposta di associazione dall'AP selezionato a H1

IEEE 802.11: accesso multiplo

- 802.11: CSMA: ascolta il canale prima di trasmettere
  - rilevazione della portante: non si verifica collisione con la trasmissione in corso
- 802.11: non rileva le collisioni!
  - Difficoltà in ricezione (*sense collision*) durante la trasmissione, a causa della debolezza del segnale ricevuto (fading)
  - In ogni caso, non potrebbe rilevare tutte le collisioni: terminale nascosto, fading
  - Obiettivo: ***evitare le collisioni***: CSMA/C(ollision)A(voidance)





IEEE 802.11 Protocollo MAC : CSMA/CA

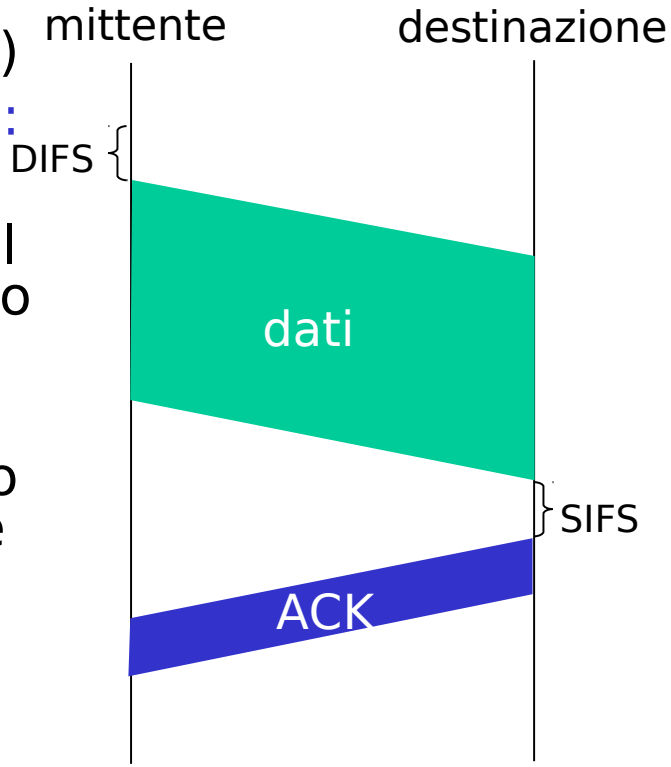
Mittente 802.11

1 se percepisce il canale inattivo, allora:

- trasmette l'intero pacchetto (no CD)

2 se percepisce il canale occupato, allora:

- sceglie un valore di ritardo casuale
- decrementa questo valore quando il canale sarà percepito come inattivo
- quando il contatore arriva a zero, trasmette l'intero pacchetto
- se non riceve ACK, sceglie un nuovo valore di ritardo casuale, superiore a quello scelto in precedenza



Destinazione 802.11

Se il pacchetto ricevuto è OK

- invia un ACK (necessario a causa del problema del terminale nascosto)

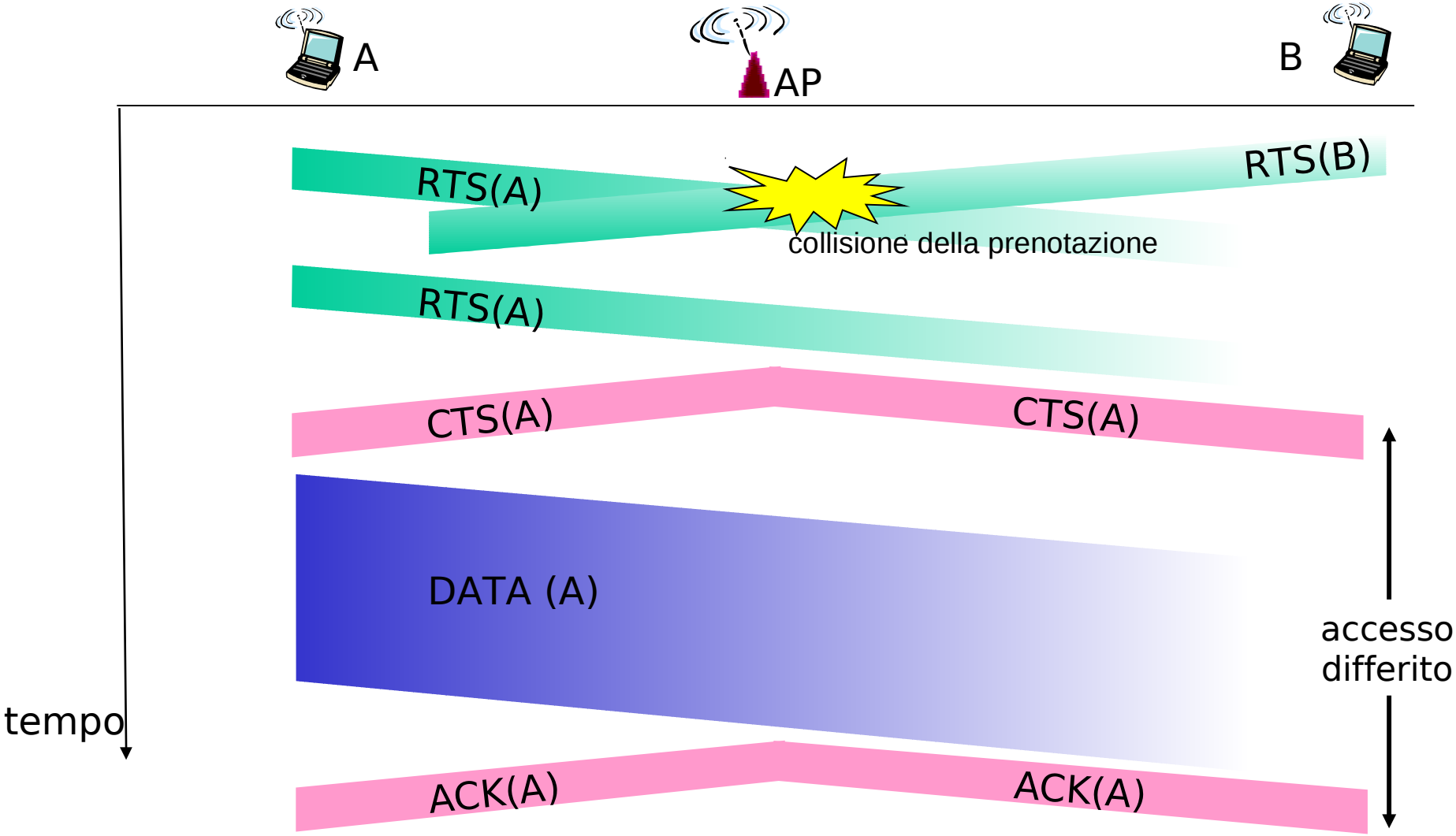
Evitare le collisioni: RTS/CTS

idea: consentire al mittente di "prenotare" il canale: si evitano così le collisioni anche durante l'invio di lunghi pacchetti di dati.

- opzionale; non viene sempre usato
- Il mittente inizia a trasmettere un *piccolo* pacchetto RTS (*request-to-send*) all'AP usando CSMA
  - possono verificarsi collisioni tra i pacchetti RTS (ma sono comunque molto piccoli)
- AP rispode diffondendo in broadcast il pacchetto CTS (*clear-to-send*) in risposta al pacchetto RTS ricevuto
- Il pacchetto CTS è ricevuto da tutti i nodi
  - il mittente invierà il pacchetto
  - le altre stazioni rimanderanno eventuali trasmissioni

Evitare completamente le collisioni usando piccoli pacchetti di prenotazione!

Evitare le collisioni: scambio di pacchetti RTS-CTS



Pacchetto 802.11: indirizzamento

2	2	6	6	6	2	6	0 - 2312	4
controllo del pacchetto	durata	indirizzo 1	indirizzo 2	indirizzo 3	numero di sequenza	indirizzo 4	payload (carico utile)	CRC

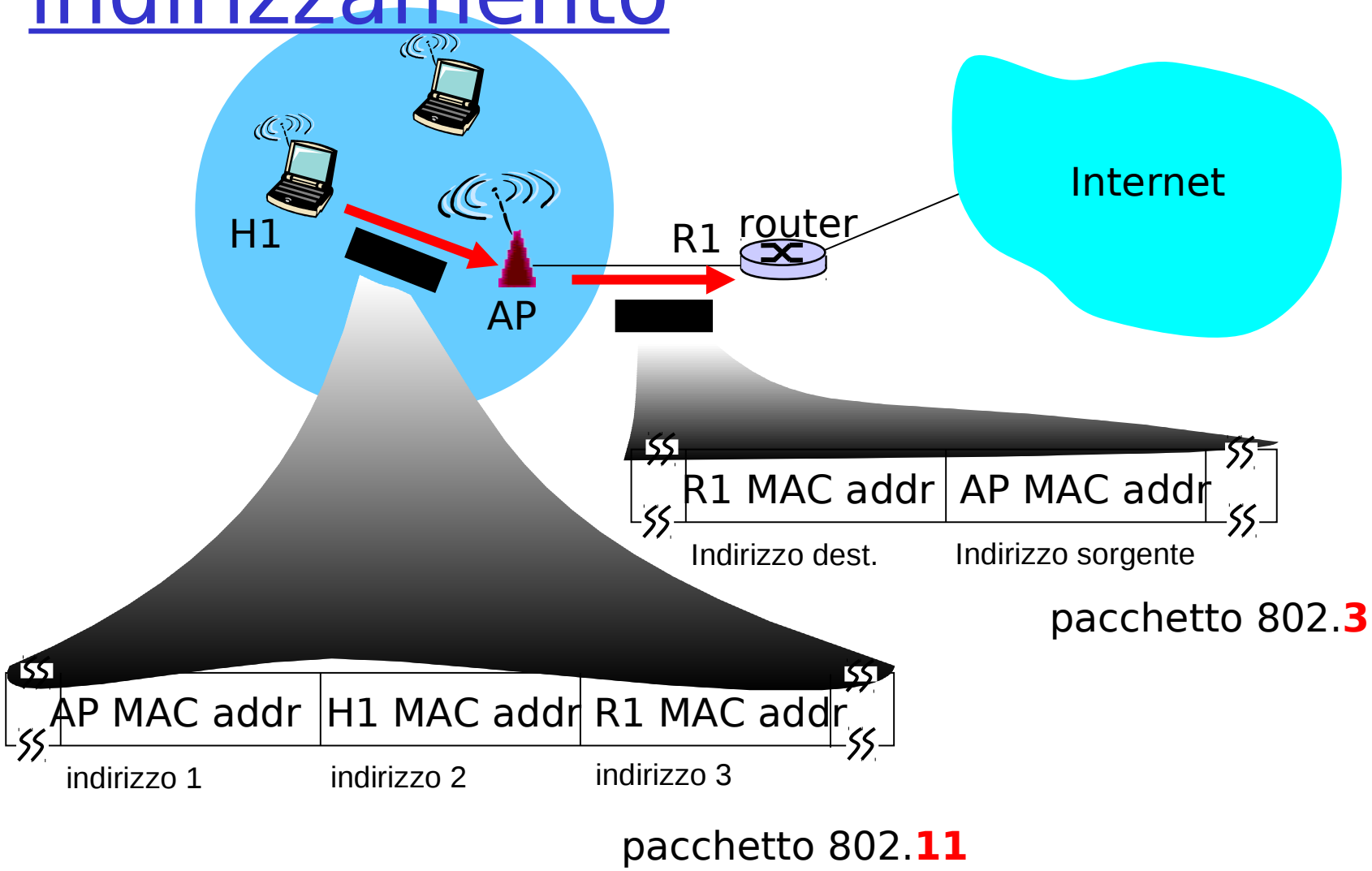
Indirizzo 1: indirizzo MAC dell'host wireless o AP che deve ricevere il pacchetto

Indirizzo 2: indirizzo MAC dell'host wireless o AP che trasmette il pacchetto

Indirizzo 3: indirizzo MAC dell'interfaccia router cui l'AP è collegato

Indirizzo 4: usato solo in modalità ad hoc

Pacchetto 802.11: indirizzamento

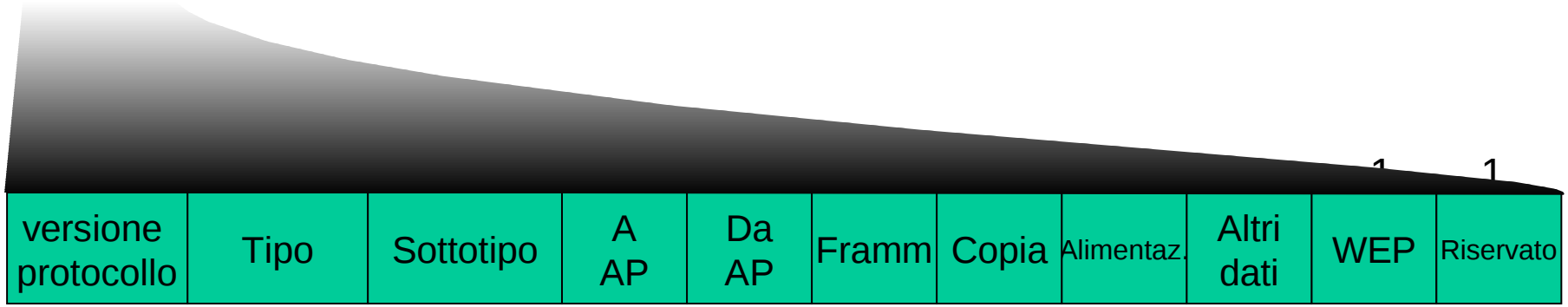


Pacchetto 802.11: approfondimenti

per i pacchetti dati, per RTS e CTS

di seq. del pacchetto (per ARQ affidabile)

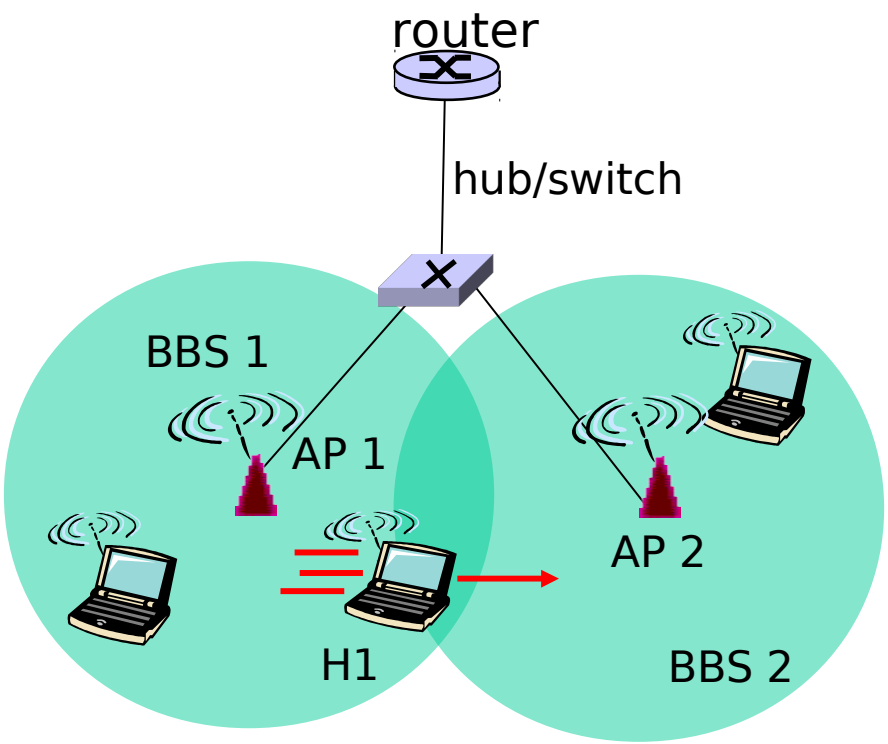
2	2	6	6	6	2	6	0 - 2312	4
controllo pacchetto	durata	indirizzo 1	indirizzo 2	indirizzo 3	num. di sequenza	indirizzo 4	Payload (carico utile)	CRC



RTS, CTS, ACK, dati

802.11: mobilità sulle sottoreti

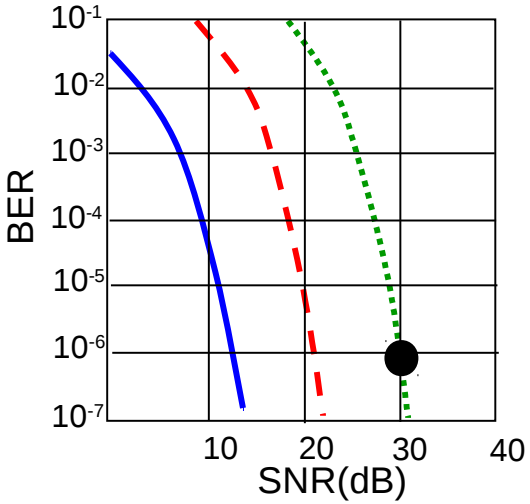
- H1 rimane nella stessa sottorete IP: l'indirizzo IP può rimanere invariato
- commutatore: quale AP è associato a H1?
  - I commutatori si auto-istruiscono (Cap. 5) e "ricordano" quale porta può essere usata per raggiungere H1



802.11: funzionalità avanzate

Adattamento del tasso trasmissivo

- Stazione base, utente mobile che cambia dinamicamente il proprio tasso trasmissivo (tecnica di modulazione a livello fisico) e di conseguenza varia SNR



QAM256 (8 Mbps)
QAM16 (4 Mbps)
BPSK (1 Mbps)
Punto operativo

1. SNR cala e BER aumenta quando il nodo si allontana dalla stazione base
2. Se BER diventa troppo elevato, commuta a un tasso trasmissivo più basso ma con BER inferiore

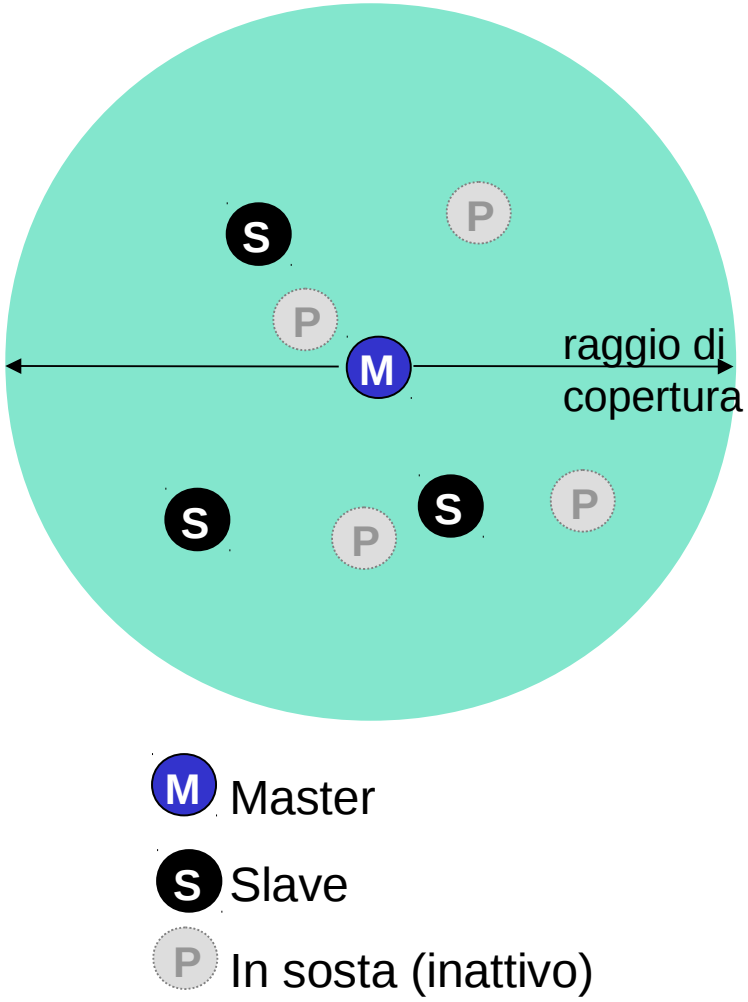
802.11: funzionalità avanzate

Gestione della potenza

- Nodo ad AP: “Sto per diventare inattivo fino al prossimo frame beacon”
  - AP sa che non deve trasmettere frame a questo nodo
  - il nodo si riattiva prima del successivo frame beacon
- frame beacon: contiene la lista dei nodi i cui frame sono stati memorizzati dall’AP
  - un nodo che non ha frame da inviare o da ricevere può rimanere inattivo il 99% del tempo, con un conseguente significativo risparmio di energia

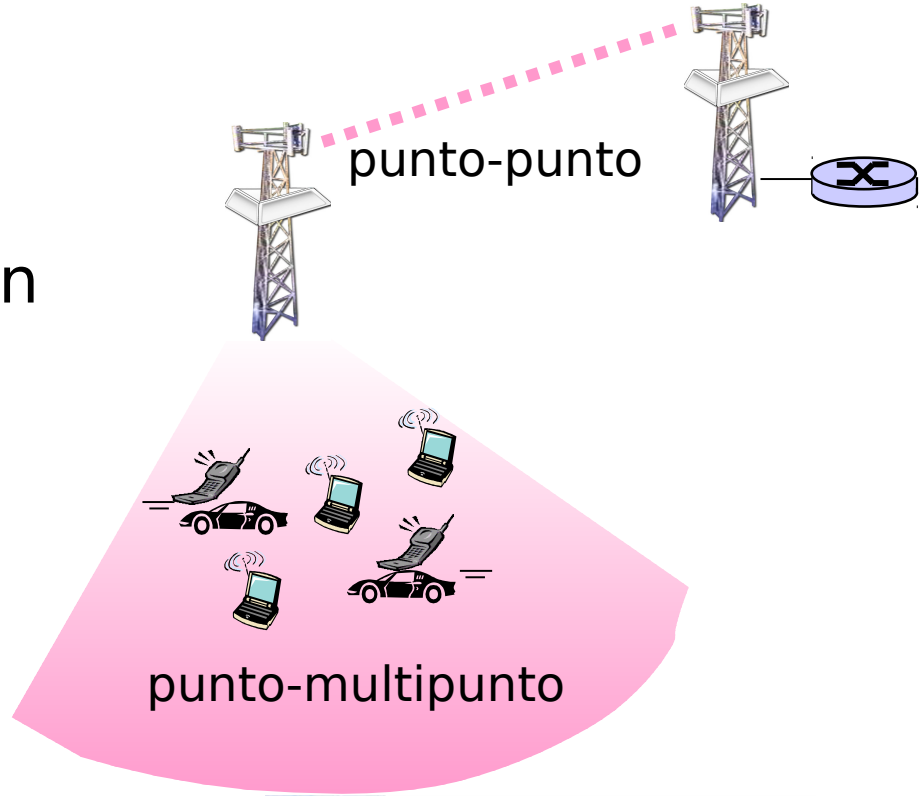
802.15: wireless personal area network

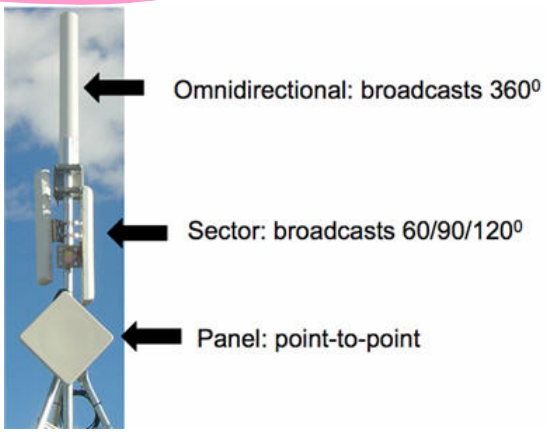
- circa 10 m di raggio di copertura
- Simula un cavo a bassa frequenza (per mouse, tastiera, altre periferiche)
- ad hoc: nessuna infrastruttura
- master/slave:
  - gli slave chiedono il permesso per inviare (al master)
  - il master gestisce le richieste
- 802.15: evoluzione dalla specifica Bluetooth
  - banda da 2,4-2,5 GHz
  - fino a 721 kbps



802.16: WiMAX

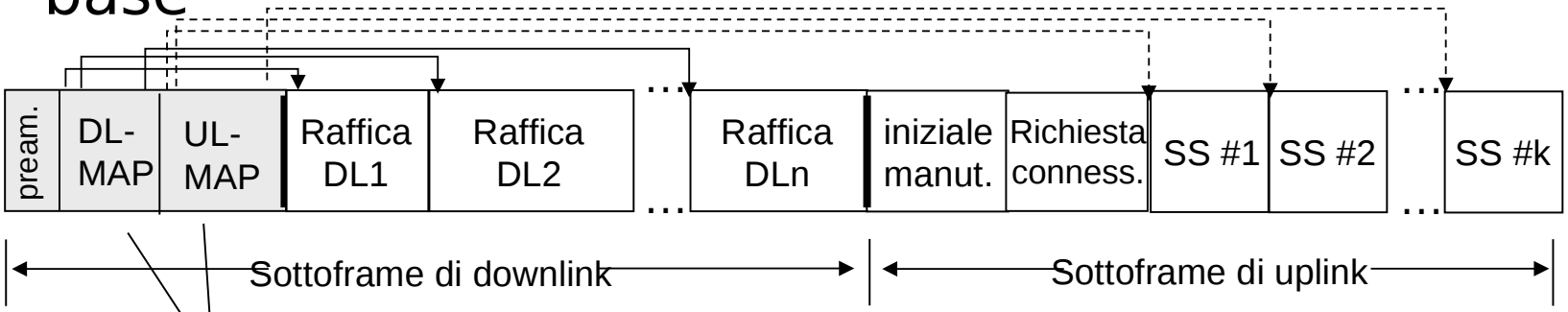
- Come in 802.11 e reti cellulari: architettura con stazione base
  - le trasmissioni avvengono tra utenti a/dalla stazione base con antenna omnidirezinale
  - base station-to-base station backhaul with point-to-point antenna
- Diversamente da 802.11:
  - ~ 10 chilometri
  - ~14 Mbps





802.16: WiMAX: Struttura del frame TDM

- Sottoframe di downlink: dalla stazione base al nodo
- Sottoframe di uplink: dal nodo alla stazione base



La stazione base coordina le trasmissioni dei pacchetti a livello di collegamento, sia in downstream sia in upstream

- Lo standard WiMAX fornisce il meccanismo per lo scheduling, ma non l'algoritmo di scheduling

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete
- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet
- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

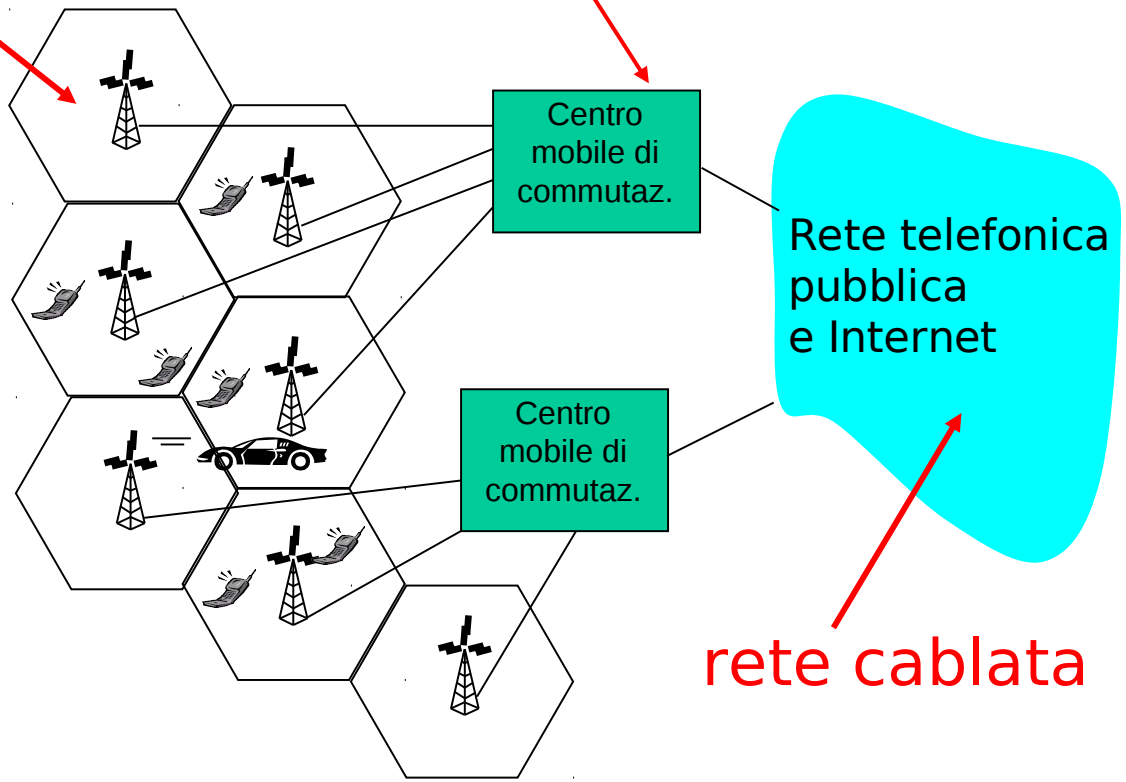
Architettura di una rete cellulare

MSC

- collega le celle alla rete più ampia
- gestisce l'inizializzaz. chiamate
- gestisce la mobilità

cella

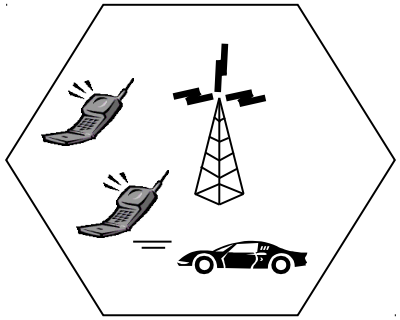
- copre un'area geografica
- *stazione base* (BS) simile all'AP 802.11
- *utenti mobili* collegati alla rete tramite BS
- *air-interface:* protocollo fisico e a livello di link tra il dispositivo mobile e la stazione base

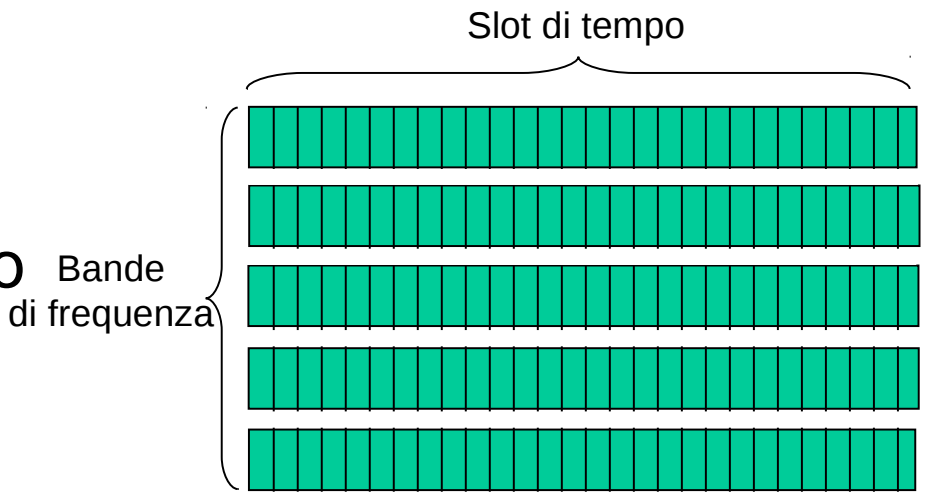


Reti cellulari: il primo hop

Due tecniche per la condivisione dello spettro da mobile a BS

- FDMA/TDMA combinati: dividono lo spettro in canali di frequenza, e dividono ciascun canale in slot di tempo
- CDMA: accesso multiplo a divisione di codice

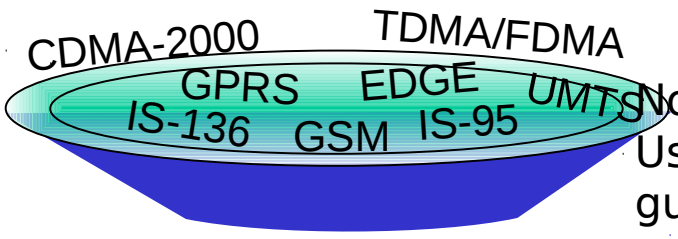




Standard cellulari: breve panoramica

Seconda generazione (2G): fonia

- IS-136 TDMA: combinava FDMA e TDMA (ampiamente sviluppato in Nord America)
- GSM (*global system for mobile communications*): una combinazione di FDMA e TDMA
  - Intensamente sviluppato in Europa, si diffuse anche in Asia e Nord America
- IS-95 CDMA: usa l'accesso multiplo a divisione di codice



Non annegate in un bicchiere di… strane sigle! Usate questa nostra breve guida di riferimento!

Standard cellulari: breve panoramica

Dalla seconda alla terza generazione (2,5 G): fonia e dati

- Per coloro che non potevano aspettare i servizi di terza generazione
- GPRS: *general packet radio service*
  - evoluzione da GSM
  - i dati sono inviati su più canali (se disponibili)
- EDGE: *enhanced data rates for global evolution*
  - evoluzione da GSM, usa una modulazione potenziata
  - può permettere agli utenti una velocità di 384 Kbps per i dati
- CDMA-2000 (fase 1)
  - servizi dati a una velocità di 144 Kbps
  - evoluzione da IS-95

Standard cellulari: breve panoramica

Terza generazione (3G): fonia e dati

- UMTS: *Universal Mobile Telecommunications Service*
  - è l'evoluzione di GSM per supportare le funzionalità 3G, in particolare impiega una tecnica CDMA chiamata *direct sequence wideband CDMA* (DS-WCDMA)

- CDMA-2000: evoluzione di IS-95 2G, sviluppato in Nord America e in parte dell'Asia
  - I servizi dati ad esso associati, noti come 1xEVDO (evolution data optimized) promettono tassi trasmissivi di 3Mbps

… Più avanti troverete altri, interessantissimi argomenti legati alla mobilità: *rimanete collegati!*

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete
- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet
- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

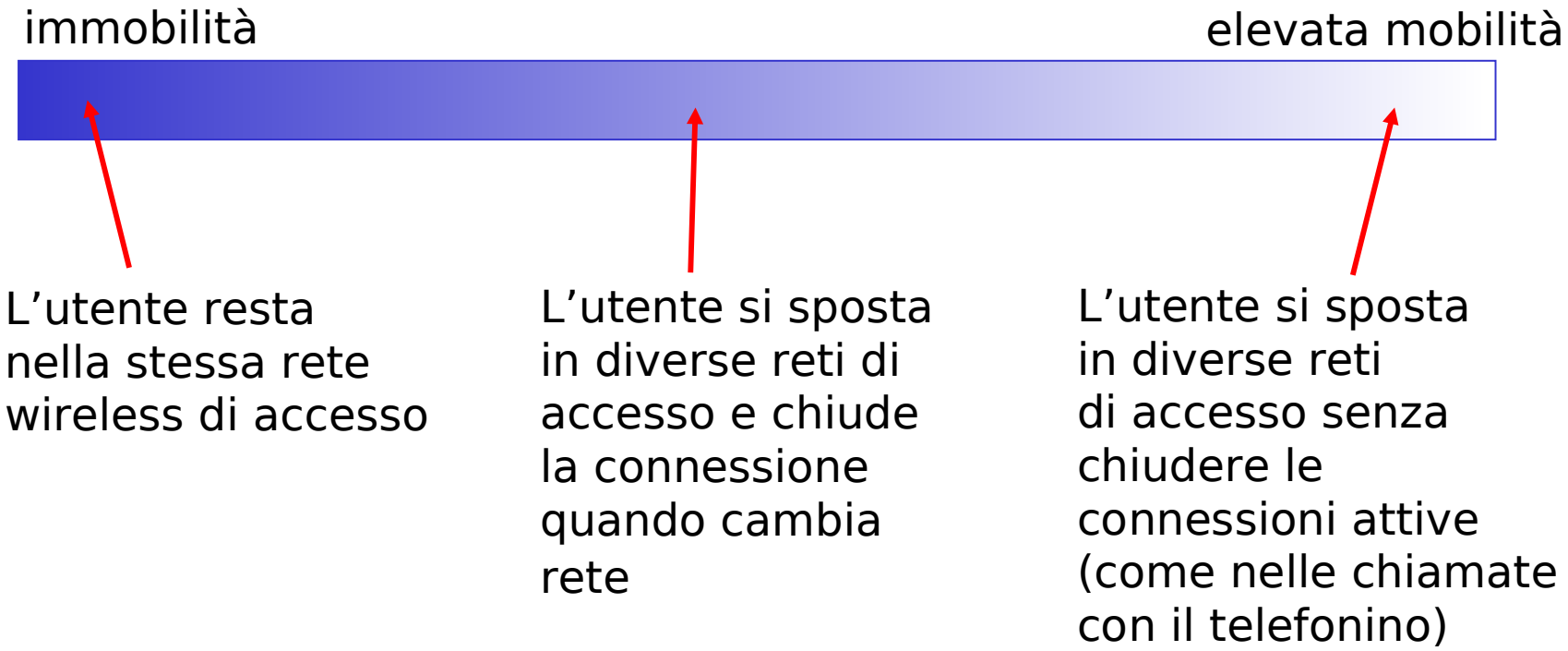
6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

Cosa si intende per mobilità?

- La mobilità dal punto di vista del livello di *rete* :



Vocabolario della mobilità

rete domestica: l'appartamento in cui risiede un nodo mobile (es.: 128.119.40/24)

agente domestico: entità che gestisce le funzioni di mobilità per conto del dispositivo mobile

indirizzo permanente: indirizzo nella rete domestica, può *sempre* essere usato per raggiungere il dispositivo mobile es.: 128.119.40.186

Vocabolario della mobilità

rete visitata: rete in cui risiede attualmente il dispositivo mobile (es.: 79.129.13/24)

indirizzo permanente: rimane invariato (es.: 128.119.40.186)

indirizzo fermo-posta: indirizzo presso la rete visitata (es.: 79.129.13.2)

agente domestico: entità della rete visitata che gestisce la mobilità all'interno di questa

corrispondente: entità che desidera comunicare con il nodo mobile

Come mettersi in contatto con un amico “mobile”:

Avete un amico che cambia frequentemente indirizzo? Come fate a localizzarlo?

- Fate una ricerca in tutti gli elenchi telefonici?
- Telefonate ai suoi genitori?
- Aspettate che si metta in contatto con voi per farvi sapere dove si trova

Diversi approcci alla mobilità

- *Lasciamo che la gestiscano i router:* i router rendono pubblico l'indirizzo permanente dei nodi-mobili-residenti mediante il solito scambio di tabelle d'instradamento:
  - le tabelle di instradamento indicano dove si trova ciascun nodo mobile
  - non ci sono cambiamenti per i sistemi terminali
- *Lasciamo che la gestisca il sistema terminale:*
  - *instradamento indiretto:* la comunicazione fra il corrispondente e il nodo mobile avviene attraverso l'agente domestico, e viene poi inoltrata in remoto
  - *instradamento diretto:* il corrispondente ottiene l'indirizzo presso la rete ospite, e può quindi comunicare direttamente con il nodo mobile.

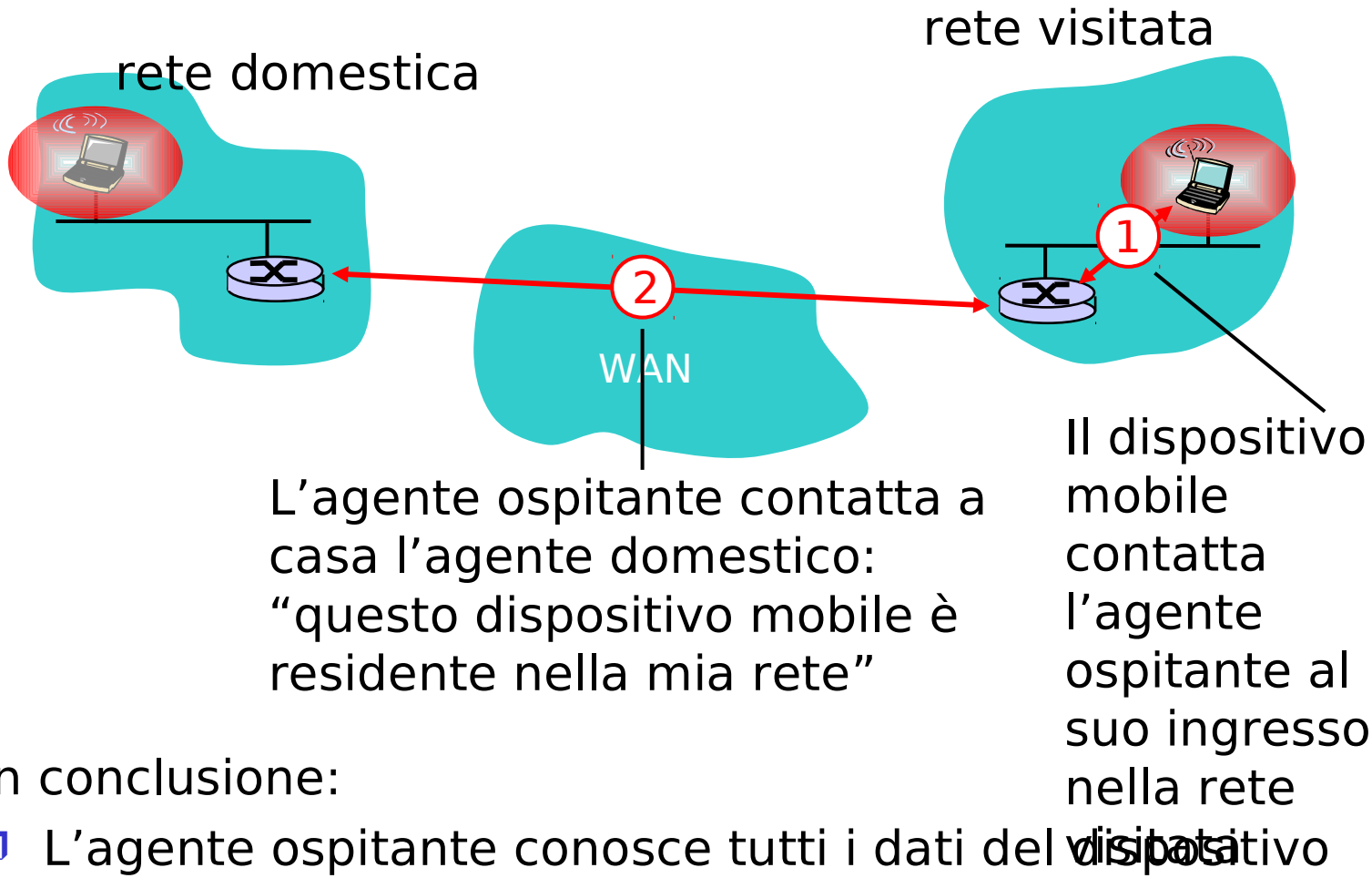
Diversi approcci alla mobilità

- *Lasciamo che la gestiscano i router:* i router rendono pubblico l'indirizzo [illegible]e dei nodi-mobili-residenti mediante il solito [illegible]elle d'instradamento.
  - le tabelle di in[illegible]dicano dove si trova ciascun nodo m[illegible]
  - non ci sono cambi[illegible] per i sistemi terminali

non è scalabile per milioni di utenti mobili!

- *Lasciamo che la gestisca il sistema terminale:*
  - *instradamento indiretto:* la comunicazione fra il corrispondente e il nodo mobile avviene attraverso l'agente domestico, e viene poi inoltrata in remoto
  - *instradamento diretto:* il corrispondente ottiene l'indirizzo presso la rete ospite, e può quindi comunicare direttamente con il nodo mobile.

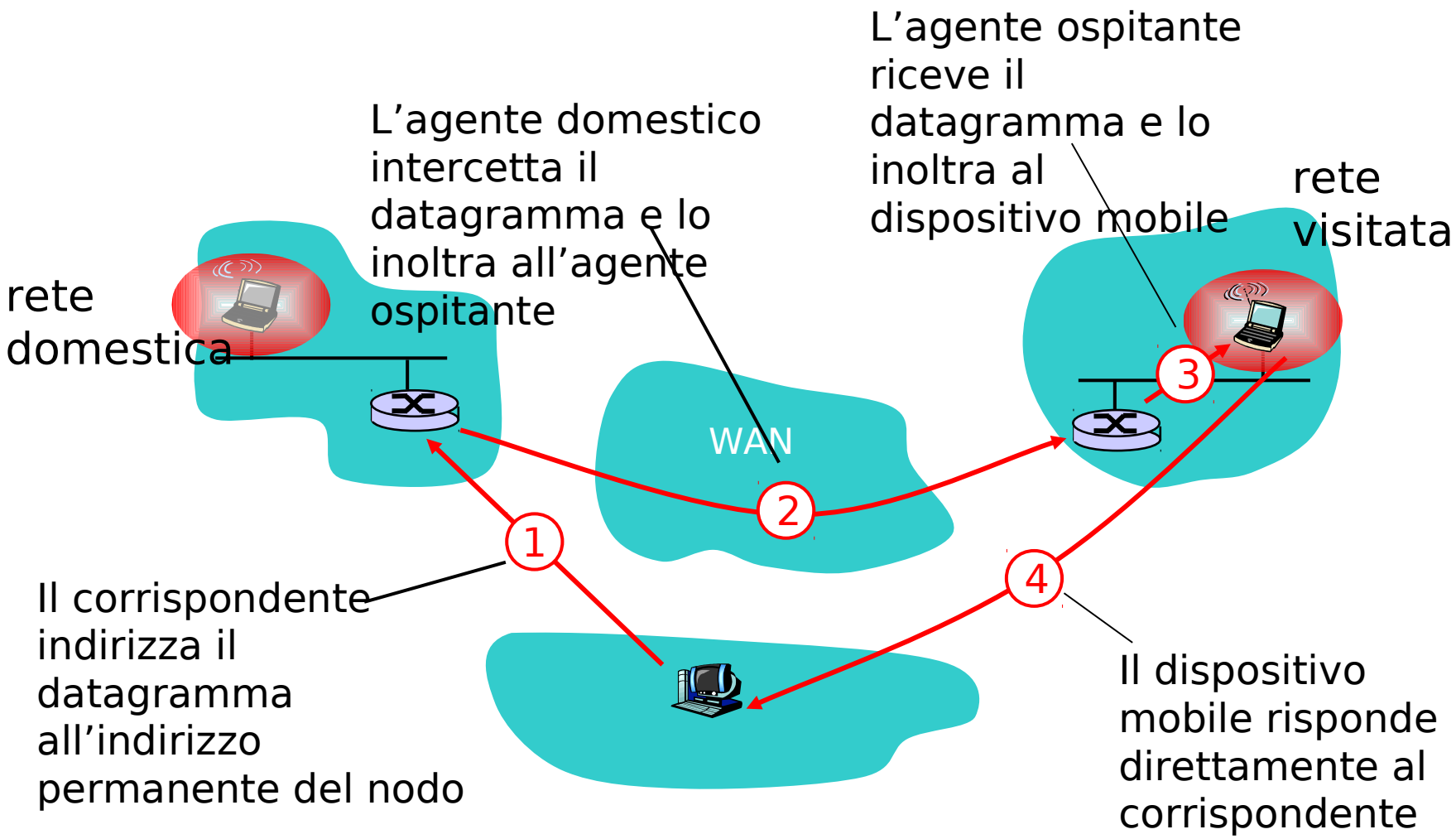
Mobilità: registrazione



In conclusione:

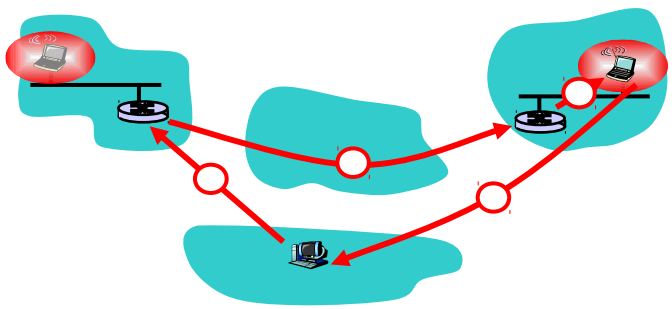
- L'agente ospitante conosce tutti i dati del dispositivo mobile
- L'agente domestico conosce la localizzazione del dispositivo mobile

Mobilità attraverso instradamento indiretto



Instradamento indiretto: commenti

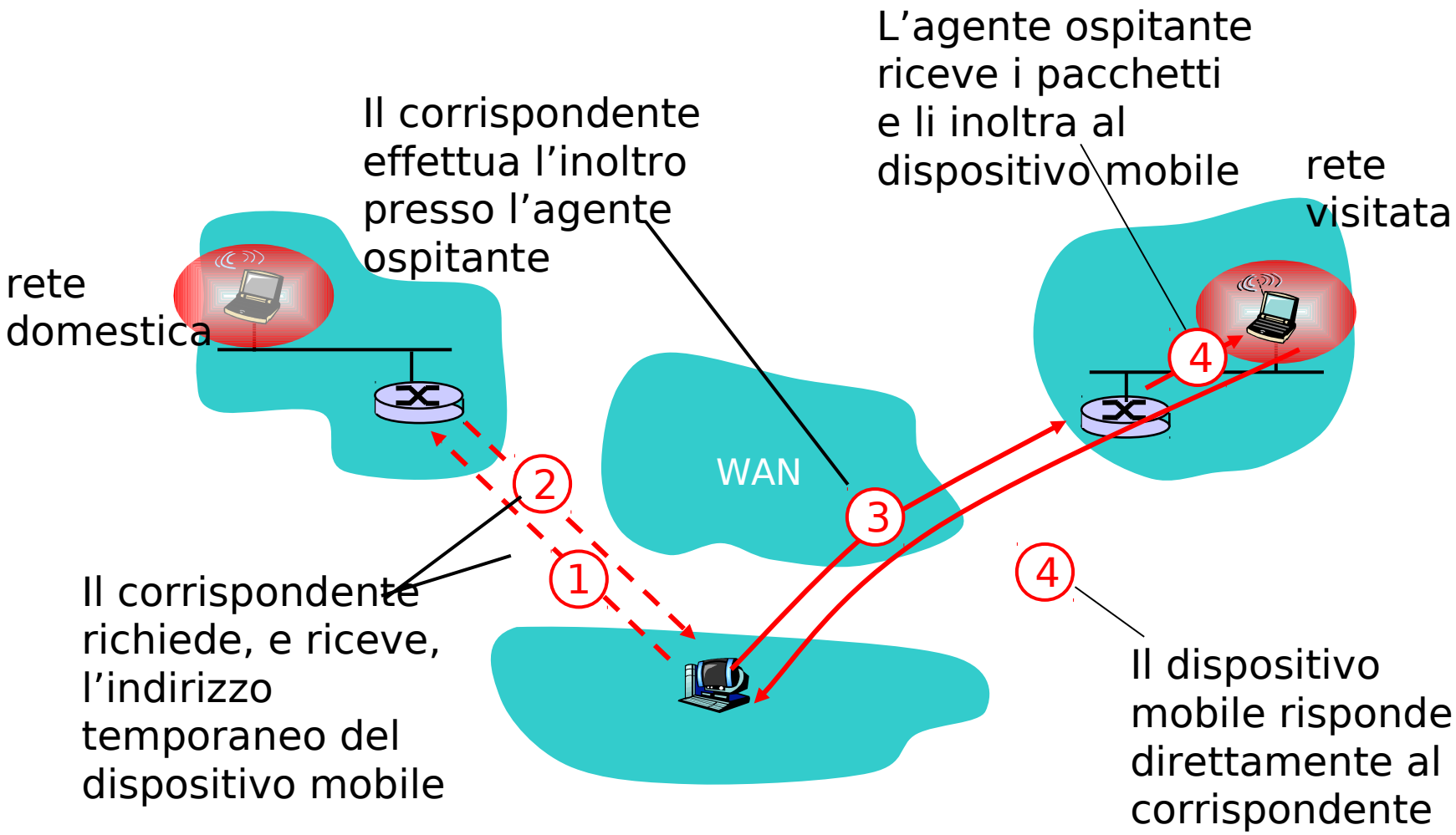
- Il dispositivo mobile usa due indirizzi:
  - Indirizzo permanente: usato dal corrispondente
  - Indirizzo fermo-posta: usato dall'agente domestico per inoltrare i datagrammi al dispositivo mobile
- Le funzioni dell'agente ospitante possono essere svolte direttamente dal dispositivo mobile
- Triangolazione: corrispondente-rete domestica-dispositivo mobile
  - Inefficiente quando il corrispondente e il dispositivo mobile si trovano all'interno della stessa rete



Instradamento indiretto: spostarsi tra le reti

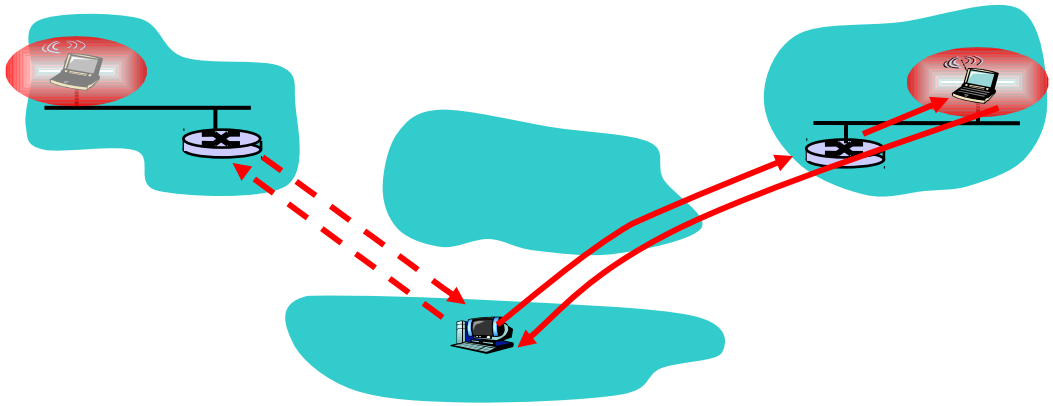
- Supponiamo che un utente mobile si sposti all'interno di un'altra rete
  - si registra presso il nuovo agente ospitante
  - il nuovo agente ospitante si registra presso l'agente domestico
  - l'agente domestico aggiorna l'indirizzo fermo-posta del dispositivo mobile
  - i pacchetti continuano a essere inoltrati al dispositivo mobile (ma con il nuovo indirizzo fermo-posta)
- *Spostandosi tra diverse reti, le connessioni in corso possono essere mantenute!*

Mobilità attraverso instradamento diretto



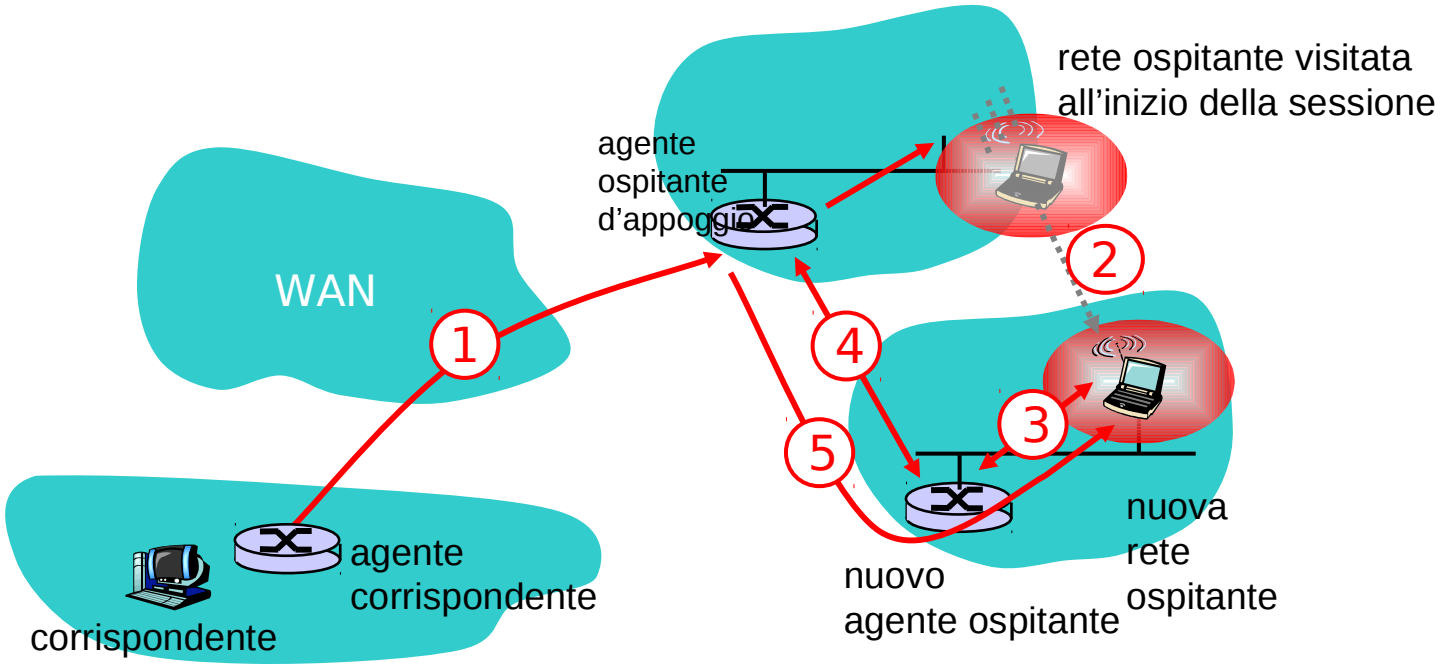
Instradamento diretto: commenti

- Risolve il problema della triangolazione
- non-trasparente al corrispondente: il corrispondente deve ricevere l'indirizzo fermo-posta dall'agente domestico
  - cosa succede se l'utente mobile cambia la rete visitata?



Cambiamento di rete con l'instradamento diretto

- Agente ospitante d'appoggio: agente ospite nella prima rete visitata.
- I dati vengono sempre inoltrati prima all'agente ospitante d'appoggio.
- Quando il dispositivo mobile si sposta in una nuova rete: il nuovo agente ospitante farà in modo di ricevere i dati dal vecchio agente ospitante (chaining).



Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete
- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet
- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

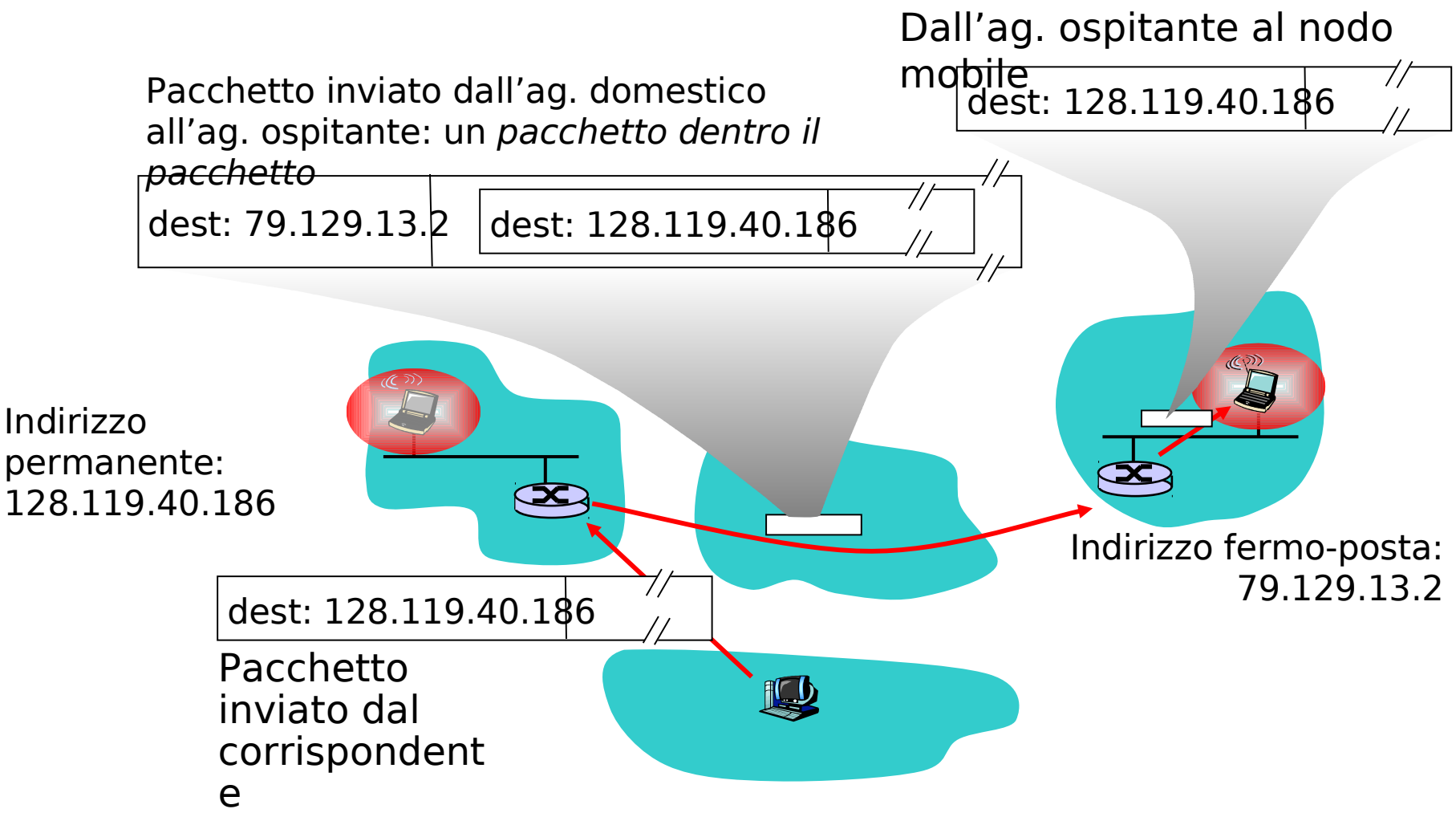
6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

IP mobile

- RFC 3344
- Contiene molti elementi che abbiamo già considerato:
  - Agente domestico, agente ospitante, registrazione presso l'agente ospitante, indirizzo fermo-posta, incapsulamento e recupero dei datagrammi.
- Lo standard è composto da tre parti:
  - Instradamento indiretto dei datagrammi.
  - Ricerca dell'agente.
  - Registrazione presso l'agente domestico.

IP mobile : instradamento indiretto

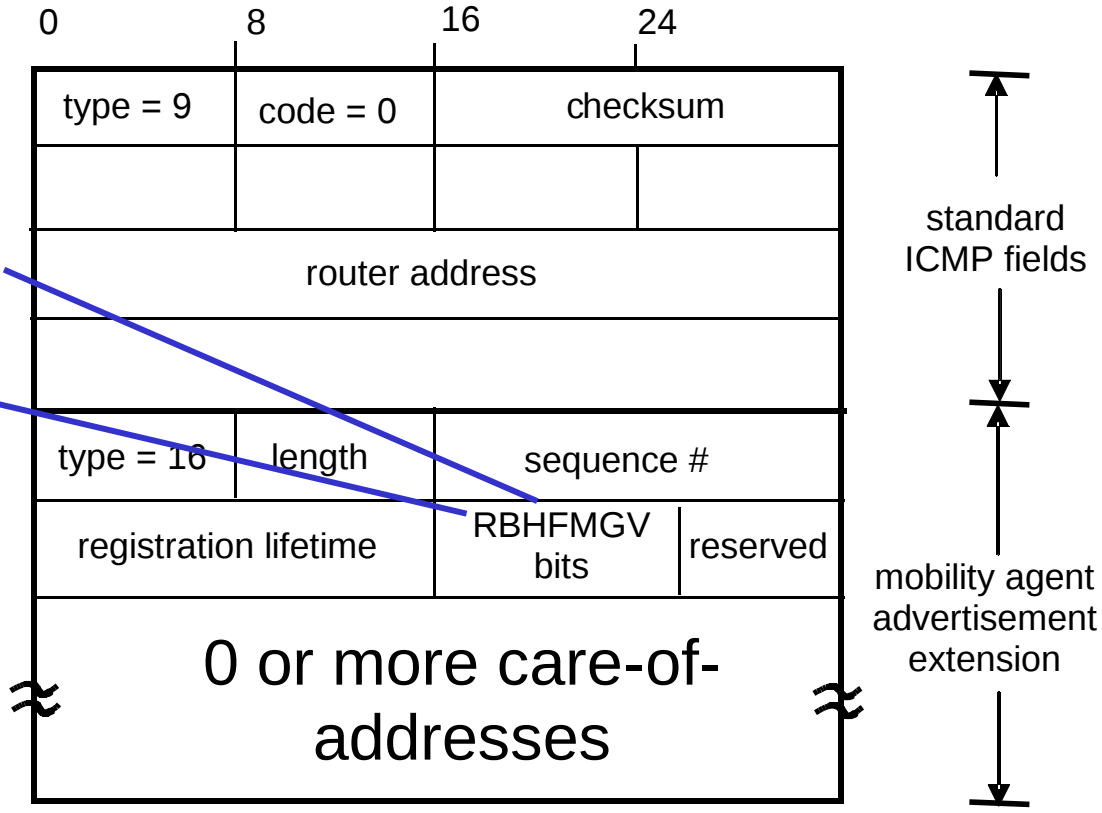


IP mobile: ricerca dell'agente

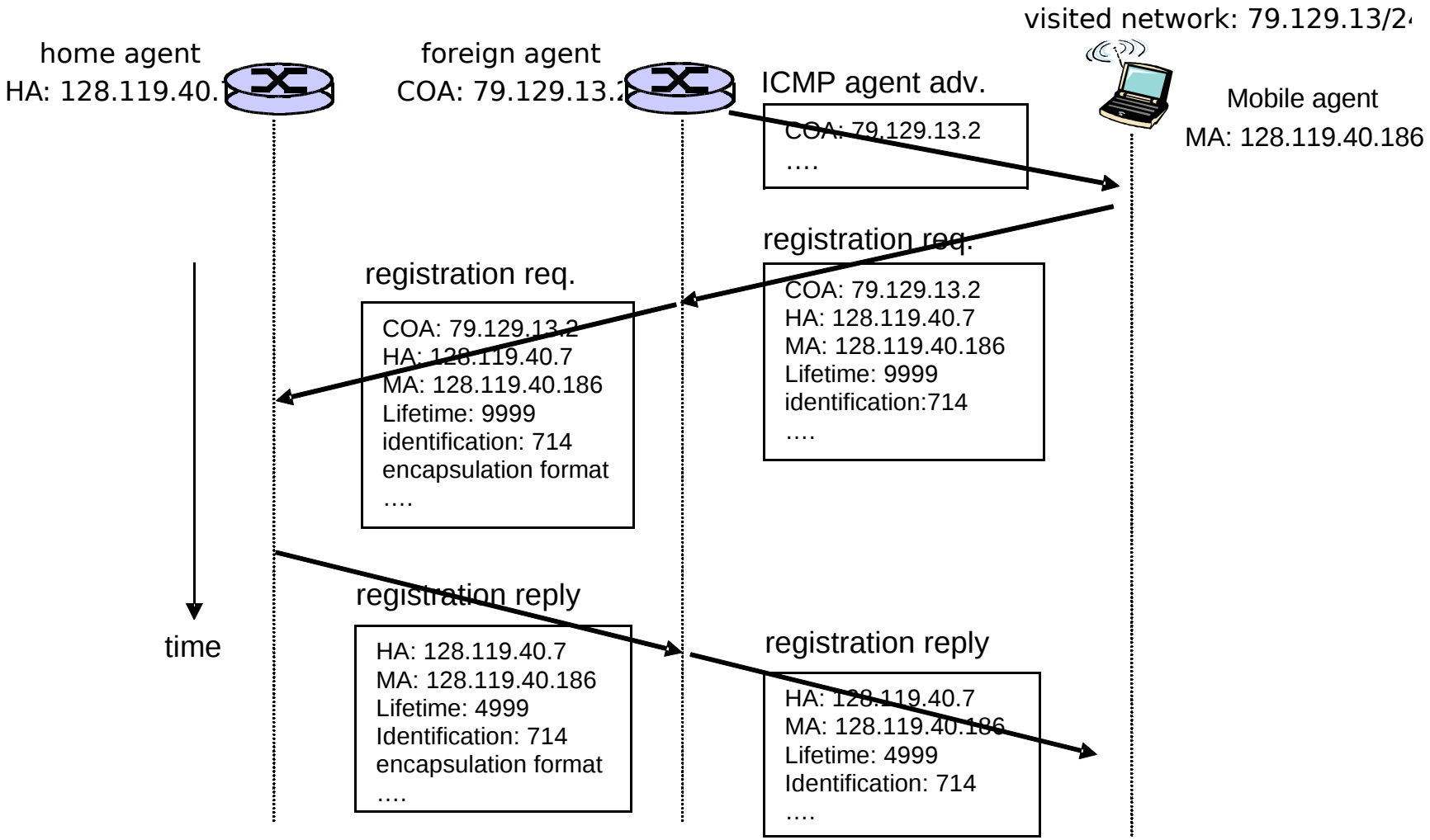
- Avviso dell'agente: un agente (domestico/ospitante) rende noti i suoi servizi inviando periodicamente in broadcast un messaggio ICMP (campo tipo = 9)

bit H e F: agente domestico/ospitante

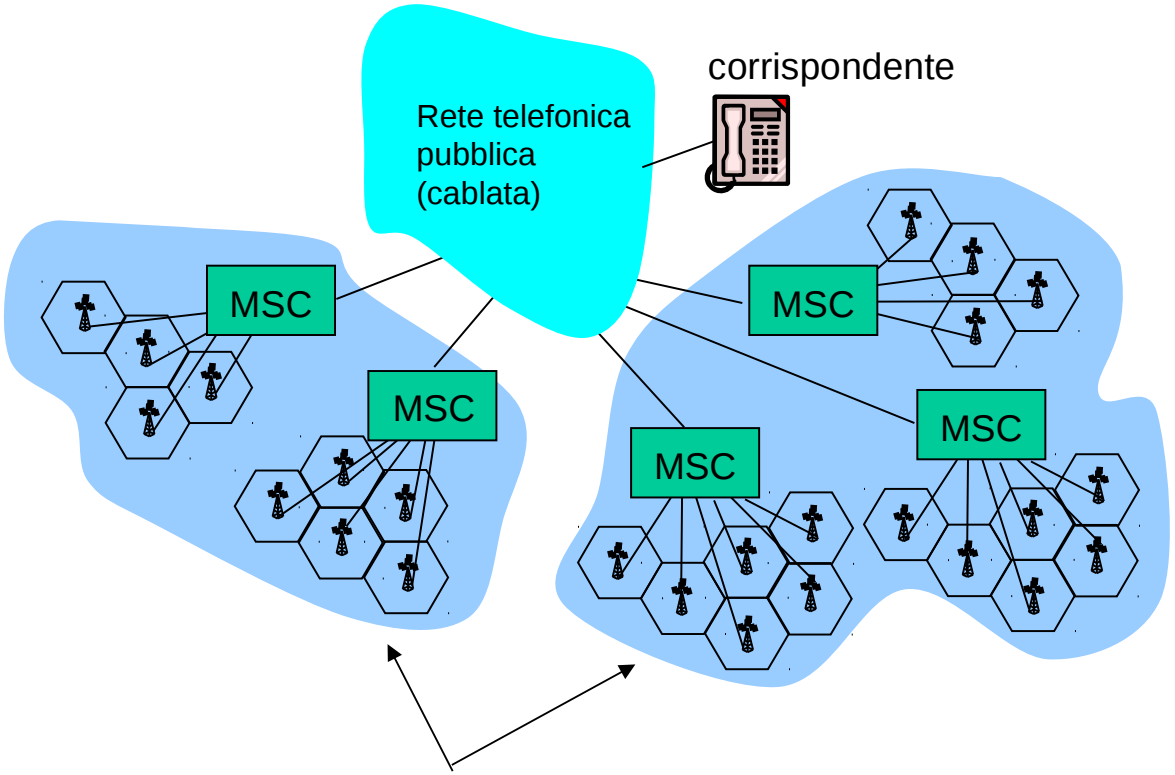
bit R : richiesta di registrazione



IP mobile: esempio di registrazione



Componenti di un'architettura di rete cellulare

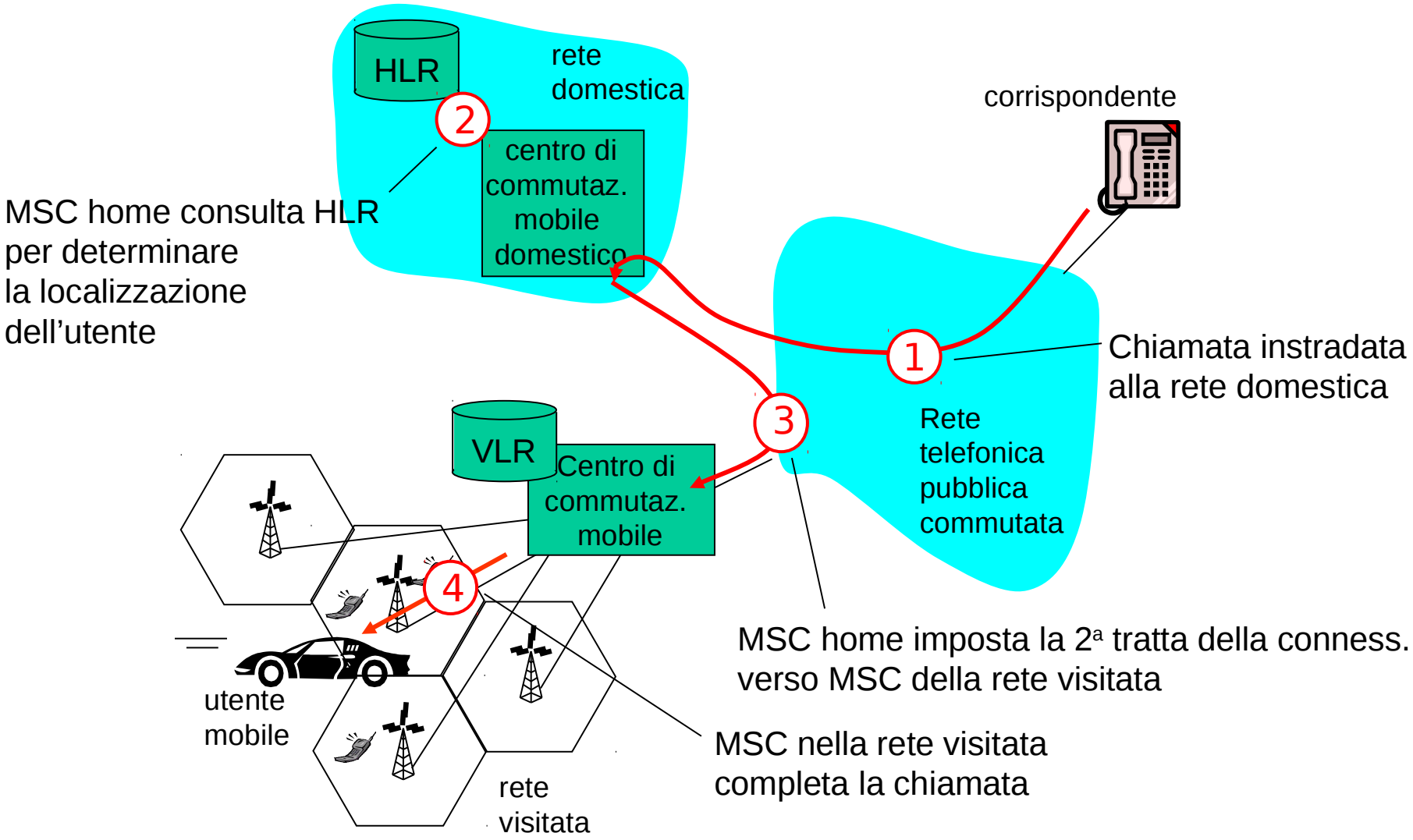


differenti reti cellulari,
gestite da diversi provider

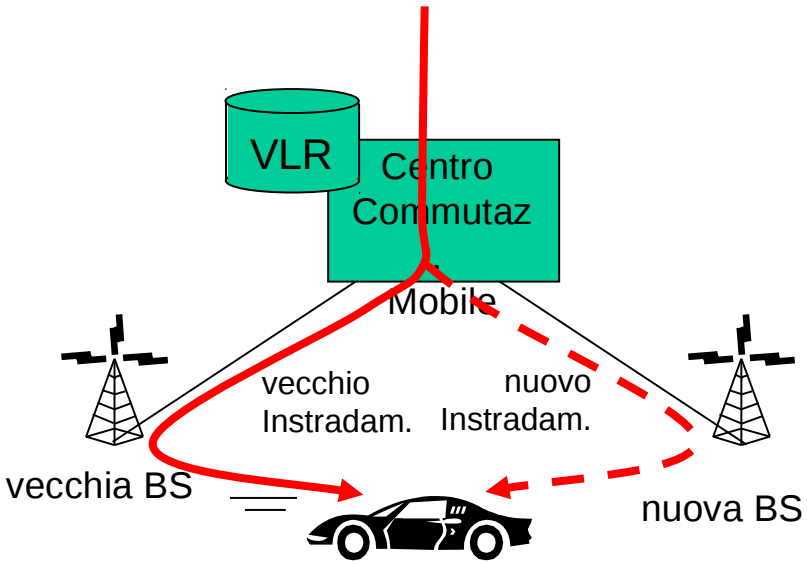
Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

- *Rete domestica:* la rete del fornitore del servizio cellulare presso il quale siete abbonati:
  - *Registro di localizzazione di casa (HLR, home location register):* database che contiene il numero telefonico permanente della cella e le informazioni sul profilo degli utenti.
- *Rete visitata:* la rete in cui l'utente mobile, di volta in volta, risiede:
  - *Registro di localizzazione dei visitatori (VLR, visitor location register):* database che contiene una voce per ogni utente mobile che si trova attualmente nella parte della rete da lui servita.
  - Può anche essere la rete di casa.

GSM: instradamento delle chiamate verso utenti mobili

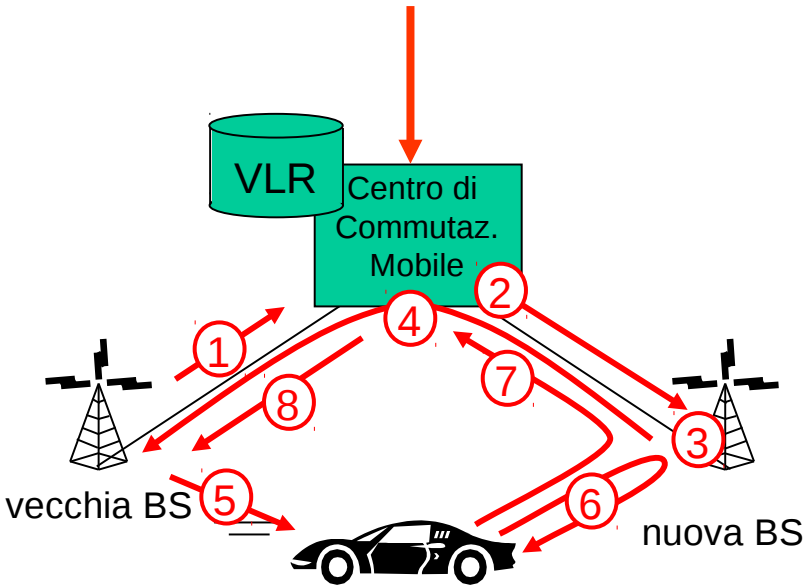


GSM: handoff (passaggio di mano)



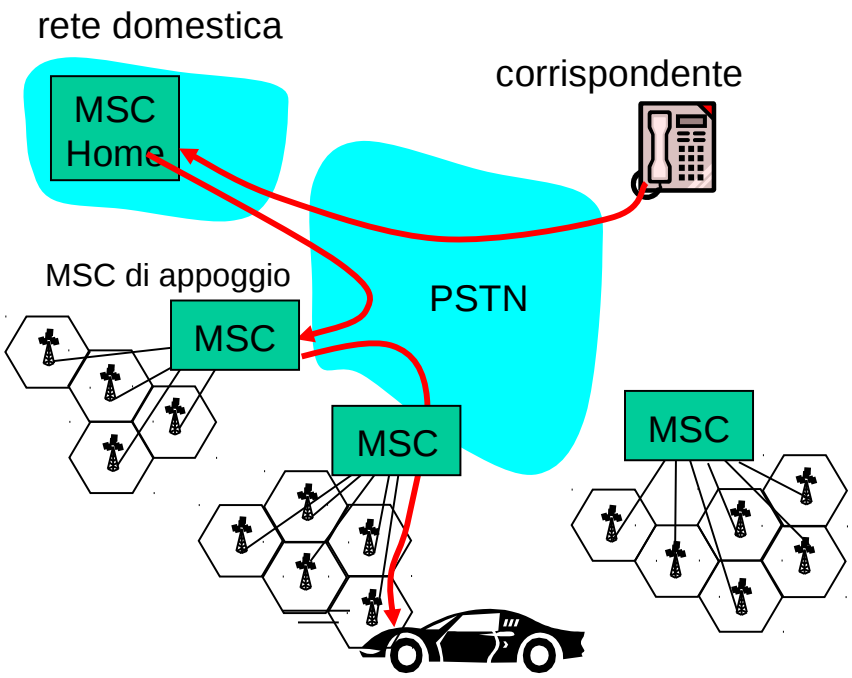
- Scopo: instradare la chiamata attraverso una nuova stazione base (senza interruzione).
- Motivazioni:
  - Segnale più forte da/verso la nuova BS (mantenere la connettività, minore impiego della batteria).
  - Bilanciamento del carico: una cella potrebbe essere sovraccarica per l'alto numero di chiamate.
  - Lo standard GSM non specifica un particolare algoritmo per decidere se iniziare l'handofff.
- È la vecchia stazione base che dà inizio all'handoff.

GSM: handoff con un comune MSC



1. La vecchia BS comunica all'MSC che sta per essere eseguito un handoff, e fornisce la lista della/e nuova/e BS cui l'utente mobile sarà associato.
2. MSC inizializza un percorso (alloca risorse) per la nuova BS.
3. La nuova BS alloca e attiva un canale radio per la stazione mobile.
4. La nuova BS trasmette a MSC; vecchia BS: pronta.
5. La vecchia BS dice alla stazione mobile: esegui l'handoff verso la nuova BS.
6. Le stazioni mobili e BS si scambiano messaggi per completare l'attivazione del nuovo canale.
7. La stazione mobile segnala il completamento dell'handoff alla nuova BS, la quale lo invierà a MSC visitato. MSC reinstraderà la chiamata.
8. Le risorse allocate lungo il percorso verso la vecchia BS vengono rilasciate.

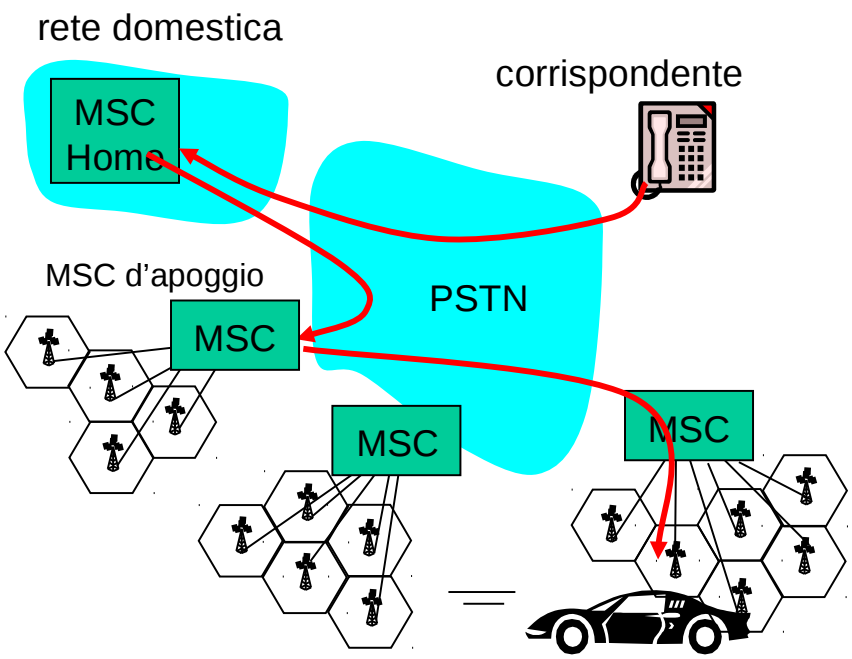
GSM: handoff tra MSC



(a) prima dell'handoff

- *MSC d'appoggio:* primo MSC visitato dalla stazione mobile quando vengono inizializzate le chiamate
  - non può cambiare durante la chiamata
- Per tutta la sua durata, indipendentemente dal numero di trasferimenti inter-MSC effettuati dalla stazione mobile, la chiamata è instradata da MSC home a MSC d'appoggio e, in seguito, da questo a quello visitato.
- IS-41 prevede un passo (opzionale) di ottimizzazione per rimuovere cicli di MSC intermedi che si possono creare.

GSM: handoff tra MSC



(b) dopo l'handoff

- *MSC d'appoggio:* primo MSC visitato dalla stazione mobile quando vengono inizializzate le chiamate
  - non può cambiare durante la chiamata
- Per tutta la sua durata, indipendentemente dal numero di trasferimenti inter-MSC effettuati dalla stazione mobile, la chiamata è instradata da MSC home a MSC d'appoggio e, in seguito, da questo a quello visitato.
- IS-41 prevede un passo (opzionale) di ottimizzazione per rimuovere cicli di MSC intermedi che si possono creare.

Mobilità: GSM e IP mobile

GSM	Commento (per GSM)	IP mobile
Sistema domestico	Rete del numero di telefono permanente	Rete domestica
MSC home, HLR	MSC home : fornisce indirizzi d'instradam. verso l'utente mobile. HLR: database che contiene i numeri di telefono permanenti, info sul profilo utente e commerciali, localizzazione dell'utente mobile	Agente domestico
Sistema visitato	Rete di temporanea residenza	Rete visitata
Centro di commutazione del gestore ospite (VLR)	MSC visitato : imposta le chiamate da e per un nodo mobile nelle sue celle. VLR: database temporaneo (del sistema visitato) con varie informazioni sugli utenti in visita	Agente ospite
MSRN: numero di roaming (della stazione mobile)	Indirizzo utilizzabile per una chiamata telefonica tra MSC domestico e MSC visitato (invisibile all'agente mobile e al corrispondente)	Indirizzo fermo-posta (COA)

Capitolo 6: Wireless e reti mobili

6.1 Introduzione

Wireless

6.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete
- CDMA

6.3 Wi-Fi 802.11 wireless LAN

6.4 Accesso cellulare a Internet
- Architettura
- Standard (es.: GSM)

Mobilità

6.5 Gestione della mobilità

6.6 IP mobile

6.7 Mantenere la mobilità nelle reti cellulari

6.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore

6.9 Riassunto

Wireless, mobilità: impatto sui protocolli di livello superiore

- logicamente, l'impatto *dovrebbe* essere minimo …
  - il modello di servizio best effort rimane invariato
  - TCP e UDP possono operare nelle reti con collegamento wireless
- … ma dal punto di vista delle prestazioni:
  - ritardo/perdita di pacchetti a causa di errori (pacchetti scartati, ritardo di ritrasmissione) e handoff
  - TCP interpreta la perdita come dovuta a congestione, e ridurrà la finestra di congestione senza che ce ne sia effettiva necessità
  - ritardi sul traffico in tempo reale
  - ampiezza di banda limitata per i collegamenti wireless

Capitolo 6: Riassunto

Wireless

- Collegam. wireless:
  - capacità, distanza
  - indebolimento del canale
  - CDMA
- IEEE 802.11 (“wi-fi”)
  - CSMA/CA riflette le caratteristiche del canale wireless
- Accesso cellulare
  - architettura
  - standard (es.: GSM, CDMA-2000, UMTS)

Mobilità

- princìpi: indirizzamento, instradamento verso l’utente mobile
  - rete domestica/rete visitata
  - instradamento diretto/indiretto
  - indirizzo fermo-posta
- case study
  - IP mobile
  - mobilità in GSM
- impatto sui protocolli di livello superiore