

Domande Reti Wireless e Mobili

Massimo Perego

Indice

1	Trasmissione Wireless	2
2	WPAN	4
3	WiFi	5
4	AODV	6
5	4G LTE	7
6	5G	8
7	Comunicazione satellitare	9

1 Trasmissione Wireless

1. Descrivere le tecniche di multiplexing TDM, FDM e OFDM. Data la stessa ampiezza di banda, quali sono i vantaggi di OFDM rispetto a FDM?

Solution: Tutte e tre le tecniche servono per far passare più comunicazioni sullo stesso canale, ma lo fanno in maniera diversa:

- **Time Division Multiplexing TDM:** tutte le comunicazioni usano la stessa portante in frequenza, ma ognuna ha uno slot di tempo ciclico in cui può trasmettere. Ogni comunicazione ha accesso esclusivo al canale per breve tempo. Può essere usata quando il data rate del canale è molto maggiore del data rate richiesto da una singola comunicazione; richiede una precisa sincronizzazione
- **Frequency Division Multiplexing FDM:** ogni comunicazione ha una sotto-banda assegnata a uso esclusivo, permettendo la trasmissione in simultanea di tutti i canali. Si può usare quando la banda a disposizione è molto maggiore di quella richiesta da un singolo canale; ha una bassa efficienza spettrale dovuta all'uso di guardie tra le fasce di frequenze, necessarie per evitare interferenze
- **Orthogonal Frequency Division Multiplexing OFDM:** la banda viene divisa in sotto-portanti ortogonali, frequenze vicine che non causano interferenze tra loro in quanto durante il picco di una frequenza il contributo delle altre è a zero; più robusto a interferenze che riguardano solo alcune sotto-portanti e a problemi di multipath in quanto la distanza tra simboli è maggiore

Considerando la stessa ampiezza di banda, OFDM permette una maggiore efficienza spettrale, non richiedono guardie di frequenza inutilizzata tra un canale e l'altro; allo stesso tempo presenta una maggiore resistenza ai fenomeni di fading e multipath.

2. Molte tecnologie wireless codificano e trasmettono le informazioni utilizzando una tecnica denominata Adaptive Modulation and Coding AMC. Descrivere il funzionamento di questa tecnica e vantaggi rispetto a una tecnica di modulazione e codifica statica.

Solution: La tecnica AMC permette di adattare dinamicamente lo schema di modulazione e tasso di codifica in base alle condizioni del mezzo di trasmissione, altamente variabili in ambito wireless.

In generale, viene misurata la qualità del canale (spesso tramite l'invio di segnali standard) e in base a questa vengono scelti:

- Schema di modulazione: il modo in cui i bit vengono mappati sul segnale analogico, ad esempio QPSK, QAM, ...; in generale, migliore è il canale maggiore la quantità di bit per simbolo della modulazione, permettendo data rate migliore, ma potenzialmente più suscettibile a errori
- Tasso di codifica: il rapporto tra il numero di bit utili e i bit totali trasmessi dopo la fase di Forward Error Correction; si aggiunge una ridondanza per far rimanere il segnale distinguibile anche in caso di distorsioni, in base alla qualità del canale va deciso quanta ridondanza inserire

La misurazione del canale viene ripetuta a intervalli regolari. Per sapere ogni quanto campionare le condizioni del canale si definisce un Coherence time, lasso di tempo in cui il canale sicuramente non potrà subire cambiamenti significativi

$$T_C = \frac{1}{f_D}$$

dove f_D è la frequenza di Doppler, dipende dalla velocità di movimento tra trasmettitore e ricevitore.

AMC permette quindi di massimizzare l'utilizzo della capacità del canale, adattandosi a condizioni anche mutevoli, ad esempio passando a uno schema più robusto quando il canale si degrada. In generale permette un throughput migliore rispetto a tecniche statiche, al costo di una maggiore complessità di gestione del sistema.

2 WPAN

1. Nel protocollo 802.15.4 (Livello PHY e MAC di ZigBee) viene introdotto il concetto di “Duty-Cycle”. Descrivere in cosa consiste e che vantaggi porta rispetto a 802.11 (Wi-Fi) per l'utilizzo in ambito IoT.

Solution: Il coordinatore di una rete ZigBee invia a intervalli regolari dei beacon, utilizzati per sincronizzare i dispositivi e organizzare i periodi di trasmissione. Il tempo tra un beacon e l'altro si divide in una prima parte di attività e una di inattività, per tutti i dispositivi.

Con duty cycle si intende l'alternarsi di periodi di attività e inattività, a radio spenta. Questo permette di ridurre significativamente i consumi rispetto ad altri standard, come 802.11, che richiedono di mantenere la radio sempre accesa.

In ambito IoT, in generale, i dati da trasmettere sono in quantità limitata e si dà la priorità a un basso consumo energetico. In questo caso tenere la radio spenta per la maggior parte del tempo può essere vantaggioso (i.e., non bisogna cambiare spesso la batteria ai sensori).

3 WiFi

1. Descrivere lo schema di accesso del protocollo 802.11 (Wi-Fi) CSMA/CA. Discutere, inoltre, che “accorgimento” viene aggiunto al meccanismo di backoff per evitare che una stazione attenda un tempo indefinito per accedere al canale.

Solution: Il sistema Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance CSMA/CA richiede di aspettare “del tempo” prima di poter trasmettere. Definizioni delle unità di tempo:

- Slot time: unità base di tempo, dipende dal trasmettitore fisico usato
- SIFS: intervallo più breve, usato per messaggi ad alta priorità
- DIFS: intervallo più lungo, usato per messaggi a bassa priorità, pari a SIFS+2 slot time
- PIFS: intervallo di tempo intermedio, usato per servizi time-bounded, SIFS+slot time

Per trasmettere, un dispositivo:

- Verifica che il canale sia libero tramite un Clear Channel Assessment CCA
- Ascolta per tempo DIFS il canale
- fa un altro CCA

Se il canale è risultato libero entrambe le volte, può cominciare a comunicare.

Se il canale è occupato: il dispositivo aspetta il termine dell'altra trasmissione, per poi attendere tempo DIFS più un numero random di slot time (random backoff). Viene fatto carrier sense durante tutto il periodo di backoff, se il canale risulta libero può cominciare a trasmettere.

Se durante il periodo di contesa il canale torna occupato, al turno successivo il dispositivo riprende il conteggio degli slot dal valore a cui era arrivato.

Se necessario ack, il dispositivo attende tempo SIFS per riceverlo al termine della sua trasmissione, prima di presupporre che il frame sia stato corrotto e ritrasmettere.

4 AODV

1. Domanda

Solution: Risposta

5 4G LTE

1. Descrivere il funzionamento del protocollo GTP (GPRS Tunneling Protocol) utilizzato nella rete mobile. Inoltre, discutere le motivazioni che hanno portato all'introduzione di questo protocollo e quali problemi risolve.

Solution: Il protocollo GTP è stato introdotto per gestire in modo efficiente la mobilità dei dispositivi. Lo User Equipment UE è libero di muoversi all'interno della rete, potenzialmente cambiando il punto di accesso alla rete (eNodeB e S-GW), cambiare le tabelle di routing di conseguenza sarebbe troppo dispendioso.

L'indirizzo IP del dispositivo dovrebbe rimanere unico per tutta la sessione, quindi GTP aggiunge ai pacchetti un header contenente un identificativo della sessione: Tunnel ID TEID.

In questo modo la sessione dello UE è identificata all'interno della rete operatore tramite il TEID, l'handover, anche a livello di S-GW, può essere gestito in maniera trasparente all'utente e alla rete esterna, il nodo di destinazione deve solo aggiornare le associazioni del TEID.

2. Descrivere i 3 principali approcci di riutilizzo delle bande di frequenza nelle reti cellulari per ridurre l'interferenza tra celle adiacenti.

Solution: I 3 approcci principali per il riutilizzo delle frequenze sono:

- La più intuitiva è usare frequenze diverse per celle adiacenti, la gestione è semplice ma viene sprecata molta banda in quanto effettivamente ne viene usata solo una porzione per volta
- Per non consumare più banda, una soluzione è usare tecniche di codifica per evitare interferenze tra celle vicine, come ad esempio CDMA (ogni utente ha il suo codice univoco, le trasmissioni sono distinguibili grazie a quello)
- L'ultima soluzione è utilizzare l'intera banda disponibile al centro della cella e ai bordi usare frequenze diverse per celle adiacenti; porta a un migliore uso della banda ma richiede un coordinamento più sofisticato tra le BS, oltre che riuscire a posizionare in maniera abbastanza precisa i dispositivi all'interno della cella

6 5G

1. Domanda

Solution: Risposta

7 Comunicazione satellitare

1. Domanda

Solution: Risposta