

# Multicast Cognitive Networks

Alice Masini

XXIV Ciclo - Dottorato di ricerca in  
Ingegneria dell'Informazione

16 Dicembre 2010

# Sommario

- Efficienza nell'uso dello spettro e Cognitive Radio
- Digital divide e Cognitive Radio
- Reti mesh multicast e 'mobilità' dello spettro
- Test su campo
- Conclusioni

# Efficienza nell'uso dello spettro

Spettro radio → risorsa vitale ma **NON EFFICACEMENTE** gestita: FCC dichiara un'efficienza massima pari al 30%

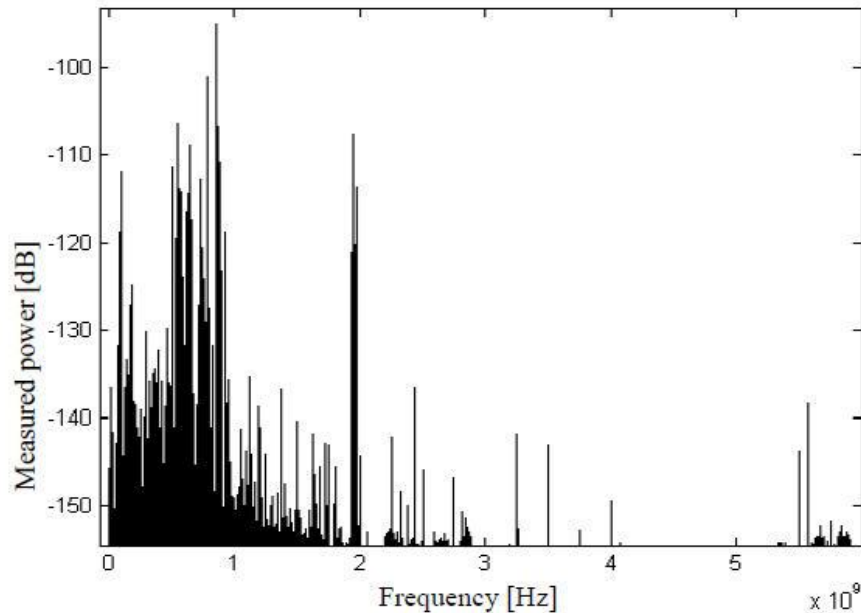
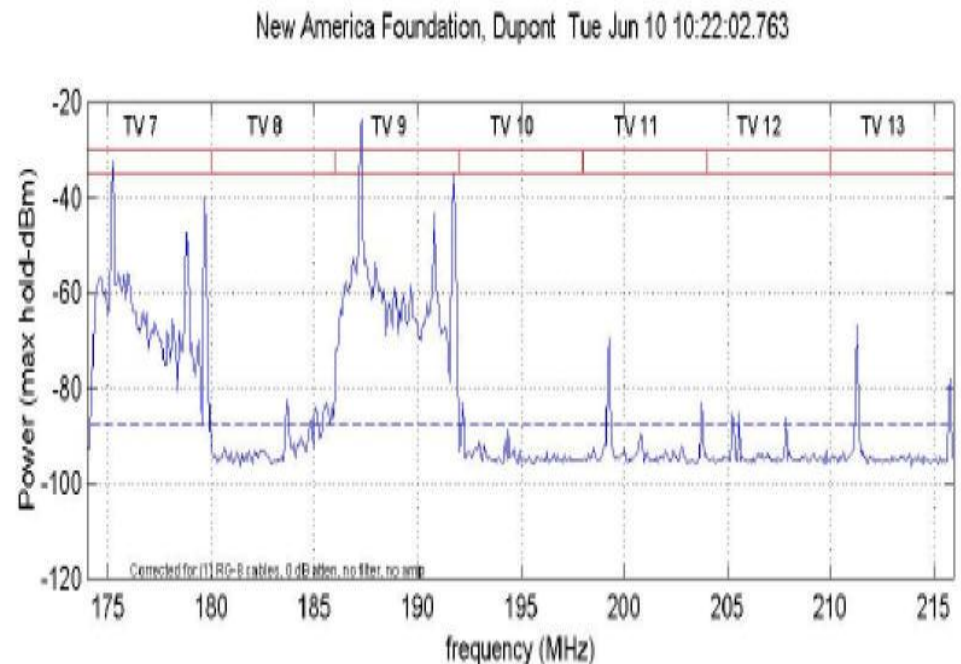


Figure 1. Spectrum utilization measurement at BWRC



# Cognitive Radio

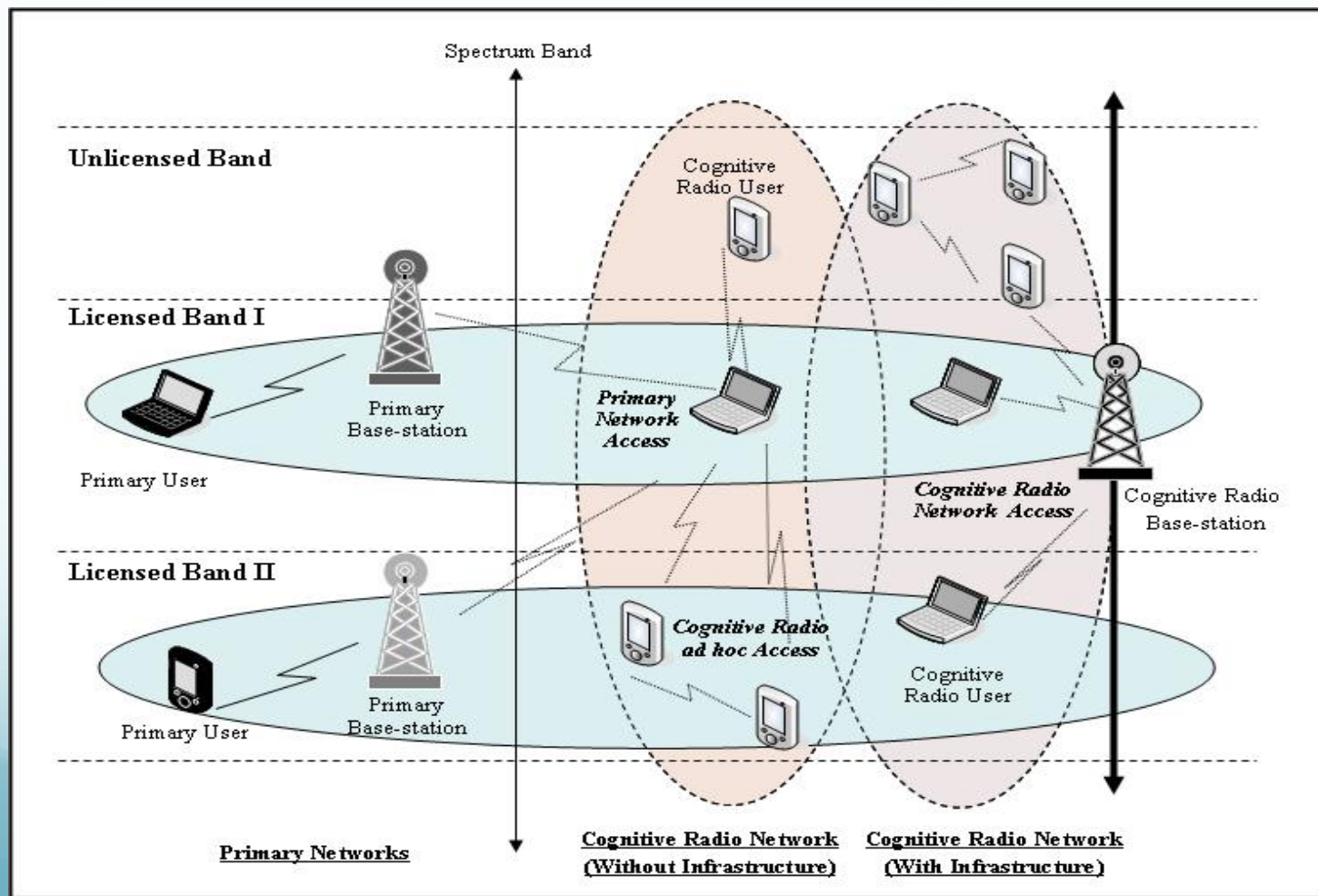
- L'idea di *radio cognitiva* è stata presentata per la prima volta da Joseph Mitola II in un seminario presso il Royal Institute of Technology nel 1998 [1]:

*“.. Rappresenta il punto in cui i wireless Personal Digital Assistant (PDAs) e le relative reti sono sufficientemente ‘intelligenti’ da conoscere le caratteristiche della risorsa radio e porle in relazione con le necessità proprie delle comunicazioni tra i terminali, attraverso una funzione che dipende dal contesto d’uso. Tale intelligenza è così in grado di fornire le risorse necessarie e più appropriate a tali necessità”.*

- Nasce il termine *Software Defined Radio* → dispositivo radio completamente e automaticamente riconfigurabile in base alle caratteristiche della rete e alle necessità dell’utente.

# Cognitive radio

Due categorie di servizi: licenziati e non licenziati in banda →  
**PRIMARY & SECONDARY USER**



# Digital divide

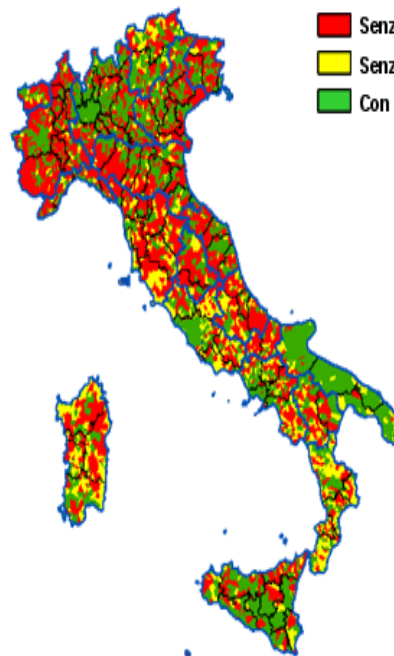
• **DIGITAL DIVIDE** → negato l'accesso alla banda larga attraverso le tecnologie 'standard' (ADSL, fibra, 3G etc..)

• **DVB-T** → maggiore razionalizzazione dello spettro:

-liberazione di alcuni canali

-riduzione delle potenze di trasmissione

• Terreno fertile per lo sviluppo delle tecnologie cognitive che possono consentire l'accesso alla banda larga veicolato sulle frequenze sotto-utilizzate o inutilizzate (**WHITE SPACES**).



Vincoli strutturali	Centrali (%)	Comuni <sup>*</sup> (#)	Popolazione (%)	
Senza DSLAM, senza fibra	40%	3.494	9%	<b>DD lungo</b>
Senza DSLAM, con fibra	15%	1.149	3%	<b>DD Medio</b>
Con DSLAM	46%	3.458 <sup>**</sup>	88%	<b>Coperto</b>
<b>TOTALE</b>	<b>100%</b>	<b>8.101</b>	<b>100%</b>	

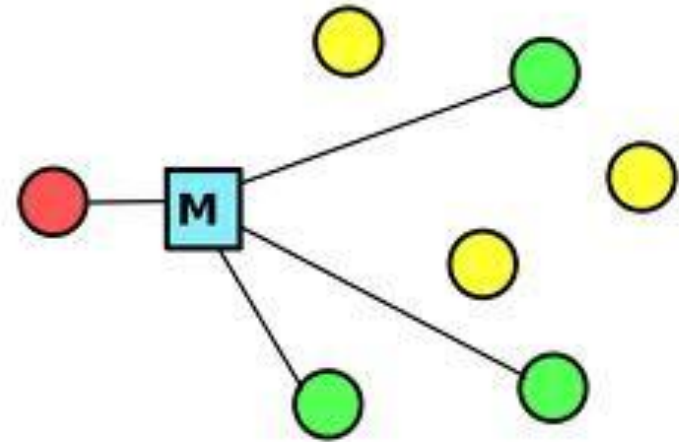
<sup>\*</sup> Situazione prevalente

<sup>\*\*</sup> Copertura broadband oltre il 95%

# Reti mesh multicast

Architettura di rete:

Reti Mesh, in grado di garantire una copertura 'a macchia di leopardo' nelle zone interessate



Topologia multi-salto in cui nodi di rete si comportano come nodi di INTERNET → necessità di trasferire traffico multicast

# Problematiche

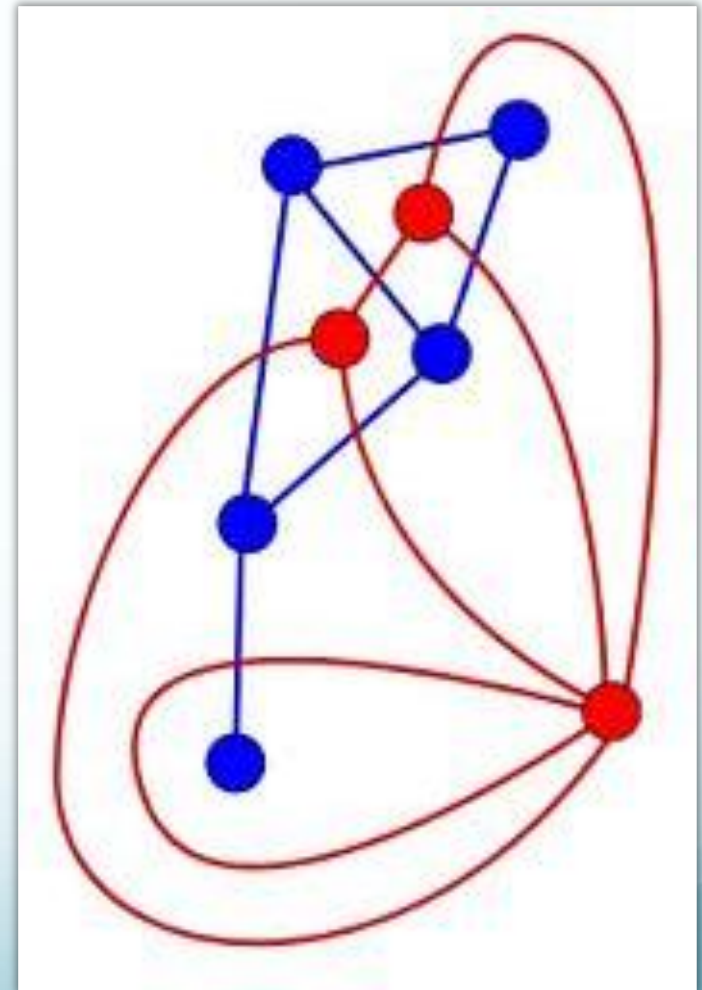
- **VARIABILITA' DEL CANALE:** incertezza che impedisce una caratterizzazione deterministica della funzione di trasferimento (*Ref. Masini, Mazzini, Riva – Routing metric estimation in wireless networks with fading channel. SoftCOM 2010*) → MODELLI STATISTICI
- **PROPRIETA' BROADCAST:** il mezzo radio è broadcast per definizione → problematiche di interferenza strettamente legate al modello di canale scelto → POCO REALISTICO UN MODELLO ON-OFF
- **MOBILITA' DELLO SPETTRO** → anche se i nodi sono fissi o al più nomadici si parla di **mobilità dello spettro** → il modello di traffico degli utenti primari, insieme con il modello di canale portano ad un cambiamento nel medio e lungo termine delle risorse a disposizione

# Come modellare il problema?

## TEORIA DEI GRAFI E PLI:

La rappresentazione del problema attraverso la programmazione lineare intera risulta molto difficoltosa e difficilmente approcciabile, se non passando attraverso semplificazioni molto restrittive e poco realistiche.

- *Multi-grafi con archi e costi variabili nel tempo e nello spazio* seguendo comportamenti differenti
- *Modello statistico dell'interferenza poco rappresentabile con un modello* matematico derivato dalla ricerca operativa



# Come modellare il problema?

## SIMULAZIONE C++

E' la strada più efficiente per modellare il problema in modo completo:

- 1) *Modello statistico del canale* (introduzione di fading e shadowing)
- 2) Possibilità *di definire l'accesso al canale* in unione alle politiche di gestione dello spettro
- 3) *Costruzione dell'albero multicast e gestione del routing*, il quale dipende fortemente dalle risorse a disposizione
- 4) *Possibilità di modellare il traffico utente*, sia per il sistema primario che per il secondario



# Test su campo: sistema 'White-Fi'

Prima sperimentazione europea di servizi a banda larga su frequenze televisive realizzata dal gruppo di ricerca sui sistemi wireless del CSP di Torino

Caratteristiche tecniche:

- Banda 5MHz@763 MHz
- Modulazione OFDM con sottoportanti modulate a 64 QAM
- Potenza in trasmissione al connettore d'antenna: 18 dBm
- Antenna a pannello a polarizzazione verticale



# Installazione

L'antenna è stata installata in località Pian Benot, sulle alpi torinesi, in piena Val di Viù.



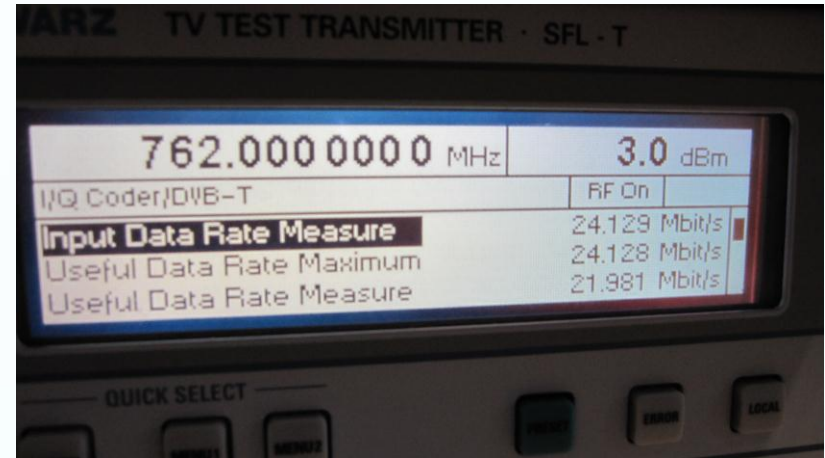
# Prima sessione di test

***NB: La prima fase di test si è conclusa da poco e i dati raccolti sono in corso di analisi***



- Test 1: *valutazione delle prestazioni di un sistema 'Wifi-like' al variare della larghezza di banda (5-10-20 MHz) in banda televisiva → jitter, velocità di tx, PLR.*
- Test 2: *valutazione in laboratorio dell'interferenza cocanale e da canale adiacente di un sistema White-fi e di uno DVB-T*
- Test 3: *misure su campo della effettiva velocità di trasmissione, della qualità del segnale e valutazione della copertura della valle.*

# INTERFERENZA MUTUA



# Fase 3: real test bed

- Sono stati raccolti dati in differenti punti della valle illuminata dall'installazione a Pian Benot
- Il sistema sembra rispondere bene sia in termini di copertura che di banda effettivamente disponibile



Attualmente il sistema è installato, è funzionante e fornisce servizio ad una stazione sciistica della zona (primo utente sperimentatore)

E' da poco entrata in servizio la web-cam

([http://www.pianbenot.it/index\\_cam.html](http://www.pianbenot.it/index_cam.html)), che utilizza il sistema White-fi per accedere al web.

# Conclusioni

- Importanza di attuare politiche di gestione dello spettro più efficienti → COESISTENZA DI DIVERSE TECNOLOGIE in-band.
- Il passaggio al digitale terrestre e l'introduzione dei 'white space' costituirebbero una via per l'accesso alla banda larga nelle zone a digital divide
- Fondamentale diventa lo studio e la simulazione delle architetture, dei sistemi e dei servizi che possono essere realizzati → reti mesh con modello Internet per garantire la fruibilità di tutti i contenuti della rete

# NEXT STEPS....

- Attualmente in fase di sviluppo un simulatore di rete per lo studio delle reti mesh di tipo cognitivo
- Sono in corso valutazioni del comportamento della rete in termini di CONNETTIVITA' al variare delle dimensioni dell'area da coprire, della dimensione della rete, delle caratteristiche del canale, del numero di canali.
- Sono previsti nei primi mesi del nuovo anno nuovi test sperimentali presso CSP-TO

THANK

YOU