

Associazione multipla simultanea di un *client* 802.11

Andrea Rappini, Alessio Romagnoli,
Marco Solieri, Andrea Simeone

4 maggio 2007

Sommario

La diffusione di reti wireless è in forte crescita a causa della sua comodità e della diffusa disponibilità di connessioni ad Internet con ampie larghezze di banda. Sfruttare contemporaneamente la connessione alla molteplicità di reti spesso presente permetterebbe un utilizzo migliore di tali risorse, migliorando il *throughput* e incrementandone l'affidabilità.

Lo studio intende quindi analizzare le effettive possibilità di realizzazione di un'estensione delle comuni implementazioni dello standard IEEE 802.11 che permetta al singolo *client* in ambiente GNU/Linux l'associazione simultanea a differenti reti wireless.

1 Introduzione

1.1 Oggetto

Lo studio di fattibilità si interroga sulle possibilità realizzative di connessione di un singolo *client* 802.11 a diverse reti, partecipando a più BSS (cioè l'insieme di nodi costituenti una rete wireless).

Nel presente documento si intende dapprima introdurre il lettore allo scenario nel quale è stato condotto lo studio, evidenziandone gli aspetti salienti che riguardano lo standard IEEE 802.11 e le sue interpretazioni. In un secondo momento si presenteranno non solo proposte risolutive, ma anche spunti accessori.

1.2 Scopi

L'intento più evidente è quello di aumentare la connettività del *client*, permettendogli connessioni simultanee a reti altrimenti isolate ed eventualmente consentendo al *client* di agire in qualità di ponte. Qualora i punti di accesso resi contemporaneamente utilizzabili riferiscano (più o meno direttamente) alla medesima rete, allora la molteplicità si traduce in ridondanza e, conseguentemente, in affidabilità. I più coraggiosi potranno sfruttare multi-connettività in oggetto come punto di partenza per la realizzazione di politiche di gestione al fine di massimizzare il *throughput* aggregato.

1.3 Obiettivi supplementari

I criteri con i quali si sono prese le svariate decisioni che hanno caratterizzato lo studio e che si concretizzano nelle soluzioni proposte hanno risentito dei seguenti obiettivi supplementari:

overhead minimo abbattere i costi introdotti dalla gestione simultanea delle connessioni multiple;

perdite minime ridurre o eliminare ogni possibile perdita di dati in ricezione causata dalla temporanea assenza su un BSS (cfr. sezione 2.1);

portabilità essere quanto più indipendente dalle specifiche piattaforme *hardware/firmware*, pur rimanendo legata all'ambiente GNU/Linux;

facilità implementativa ridurre gli sforzi per l'effettiva messa in opera;

trasparenza virtualizzare le interfacce di rete associate ad ogni connessione per minimizzare l'impatto.

2 Scenario

2.1 Caratteristiche del mezzo trasmissivo

Il mezzo trasmissivo utilizzato nelle comunicazioni di reti senza fili è, per sua natura, disponibile e condiviso da ogni utilizzatore, pertanto lo standard IEEE 802.11 ne sancisce il partizionamento in diversi spettri di frequenza denominati canali. In tal modo si permette la coesistenza di reti wireless distinte in aree limitrofe o addirittura sovrapposte grazie all'uso di canali differenti.

Lo studio ha pertanto tenuto presente la necessità da parte del *client* di effettuare salti periodici di canale per poter raggiungere ogni BSS a cui desideri partecipare.

2.2 Standard IEEE 802.11

2.2.1 Accesso alla rete

Affinché una stazione mobile possa partecipare ad una rete wireless, le è fatto obbligo di annunciare la sua presenza attraverso una procedura detta di **associazione**. Questo legame unisce una stazione ad uno ed un solo BSS e garantisce che la stazione possa effettuare trasmissioni dirette ad ognuno dei nodi appartenente all'intera rete e viceversa.

Lo studio intende proprio scardinare l'univocità del rapporto fra stazione e BSS che lo standard impone esplicitamente.

A causa della natura condivisa del mezzo trasmissivo, l'accesso alla rete sarebbe aperto a qualunque stazione richieda di associarsi. IEEE ha quindi elaborato una strategia di regolazione dell'accesso richiedendo la mutua identificazione di entrambi gli estremi di ogni comunicazione. Tale procedura, definita **autenticazione**, risulta pertanto essere un prerequisito della stessa associazione. Il processo può diventare oneroso in termini di tempo a causa dei *frame* da scambiare e dell'elaborazione necessaria (si pensi ai calcoli crittografici coinvolti), quindi ne viene permessa l'invocazione anche in maniera indipendente dal

servizio di associazione. Così facendo lo standard permette di mantenere questo carico lontano dai momenti in cui il tempo è un fattore critico¹, sfruttando la **preautenticazione**. Da quanto detto risulta quindi evidente che, a differenza dell'associazione, una stazione può essere autenticata presso molteplici altre stazioni.

2.2.2 Risparmio energetico

Lo standard prevede la possibilità di utilizzare l'*hardware* in maniera efficiente rispetto ai consumi energetici, dal momento che i dispositivi portatili alimentati a batteria sono tutt'altro che rari. Le stazioni che supportano tale funzionalità hanno la facoltà di “addormentarsi” durante i periodi di inattività. In questi momenti, gli eventuali dati ad esse destinati vengono conservati dal BSS² per un invio successivo, essendo esso stato precedentemente avvisato dello stato delle stazioni in questione. I BSS, quindi, annunciano periodicamente la presenza delle trasmissioni in attesa, indicandone i destinatari con un messaggio chiamato TIM che è presente all'interno di alcuni dei *beacon*. Conseguentemente le stazioni in risparmio energetico sono tenute a risvegliarsi in corrispondenza di questi intervalli regolari, per poi richiedere l'invio tramite un apposito tipo di *frame* (il PS-Poll).

2.2.3 Vincoli temporali

Come già anticipato precedentemente (nella sezione 2.1), il *client* avrà l'illusione di essere contemporaneamente associato ai BSS di interesse tramite continui salti fra di essi; per questo motivo risulta importante chiarire quali siano i vincoli temporali che lo standard gli impone. La padronanza di queste informazioni è di grande rilevanza, sia perché dovranno essere rispettate dal *client* anche in seguito alle modifiche che verranno proposte nel presente studio, sia perché potranno essere tenute presenti per raffinamenti volti a migliorare l'efficienza delle soluzioni.

L'accesso al mezzo trasmissivo, a causa della sua stessa natura condivisa, è regolato da convenzioni stabilite dallo standard che consentono una ripartizione equa di questa risorsa.

Tali regolamentazioni di natura temporale si fondano sulla reciproca sincronizzazione delle stazioni che condividono il mezzo fisico, raggiunta tramite il mantenimento di un **orologio** comune al BSS³ di appartenenza. Il valore su cui accordarsi viene distribuito all'interno di un *frame* di gestione, il *beacon*, inviato ad intervalli regolari e prefissati. Se già ora si intuisce che l'eventuale perdita di questi messaggi periodici durante i salti va minimizzata, ancor di più se ne comprende l'importanza a fronte della presenza di ulteriori informazioni di grande interesse per i fini preposti.

Trattasi non solo dei **TIM** (cfr. 2.2.2), ma anche degli annunci di inizio dei periodi liberi da contesa presenti nelle reti infrastrutturate, lassi di tempo durante i quali l'accesso al mezzo è coordinato da un gestore centrale. E esso

¹Infatti, se la STA è in movimento fra due BSS e se l'autenticazione cade prima che la stessa STA possa riassociarsi con il successivo AP, la procedura potrebbe richiedere tempi considerevoli che andrebbero a degradare pesantemente le prestazioni.

²In realtà sarebbe doveroso fare una distinzione fra le reti infrastrutturate e quelle indipendenti (o *ad hoc*), nelle quali la conservazione dei dati è appannaggio, rispettivamente, dell'*access point* e del nodo trasmittente.

risiede tipicamente nell'*access-point* e provvede a coordinare le comunicazioni in maniera spesso più efficiente rispetto a quando il coordinamento è distribuito.

In aggiunta a quanto detto, il client non potrà trascurare le **scadenze** temporali oltre le quali i rapporti di autenticazione e associazione con i BSS vengono a cadere.

2.3 *Wireless Extensions*

La portabilità in ambienti GNU/Linux è stata ricercata usando come punto di riferimento le Linux Wireless Extensions (per brevità **wext**). Il progetto intende mettere ordine in uno scenario spesso dominato dall'eterogeneità, proponendo delle interfacce unificate per i driver di sistema delle varie soluzioni *hardware* disponibili. Nel momento in cui si scrive sono ancora pochi i driver che si sono completamente uniformati a questo insieme di interfacce, ma questa scelta è stata dettata dalla speranza che esse diventino presto lo standard *de facto*.

Accanto alle API di programmazione sono stati sviluppati anche gli *Wireless Tools*, comodi strumenti per l'utente che intendono offrire le medesime possibilità attraverso un'interfaccia a riga di comando.

2.4 Implementazioni

2.4.1 Architettura

Lo standard IEEE 802.11 definisce due strati di rete che sono riconducibili, facendo riferimento al modello ISO/OSI, al livello fisico e a quello MAC (*Medium Access Control*), implementati dai produttori tramite l'accoppiata *hardware/firmware*. MAC viene solitamente realizzato così a basso livello per rispondere alle esigenze di velocità e precisione temporale di cui si accennava in 2.2.3. È importante sottolineare, quindi, che qualunque idea risolutiva dello studio in questione non potrà prescindere dalle modalità di interazione (interfacce e impostazioni) consentite dalla specifica implementazione di MAC. Questo discorso diventa tanto più importante quanto la soluzione perseguita si discosta dalla rigidità dello standard.

La revisione 802.11i, che estende lo standard migliorando la sicurezza da esso offerta, definisce nuove funzionalità per il livello MAC che possono invece essere tranquillamente implementate all'esterno del *firmware*.

2.4.2 Limitazioni

Le più diffuse implementazioni di 802.11 sono però quantomai lontane dalle libertà di azione sperabili poiché il *firmware* risulta essere scarsamente programmabile, consentendo poco più delle interazioni necessarie al normale funzionamento. Esempi di soluzioni *chipset* che siano controcorrente, e pertanto interessanti, vengono riportati da Riferimenti bibliografici guidati definitivamente: Atheros⁴ e Broadcom.

A complicare ulteriormente la situazione intervengono le limitazioni imposte dalle autorità delle comunicazioni di molti Paesi (si pensi all'FCC statunitense),

³Ancora una volta è necessaria una distinzione fra le reti infrastrutturate e le reti *ad hoc*: il valore comune su cui accordarsi è dettato rispettivamente dall'*access point* e dall'intero BSS in maniera distribuita.

⁴L'unico (dei due) provato dagli autori, con driver **MADWiFi**.

che richiedono la distribuzione dei trasmettitori radio con *firmware* in forma necessariamente binaria per scongiurare violazioni dei limiti di utilizzo delle frequenze.

2.4.3 Interpretazione dello standard

2.5 Caso reale

3 Soluzioni

4 Ottimizzazioni ulteriori per le scelte di swinging

5 Bibliografia

6 Ringraziamenti