

Programma di ricerca: “Opportunistic Networks: Open Problems And Research Space”

Chiara Boldrini

Relazione scientifica

1 Introduzione

La tematica affrontata durante il periodo di ricerca presso l'ETH di Zurigo (Svizzera) ha avuto come oggetto la disseminazione di contenuti in una rete opportunistica.

Le reti opportunistiche sono una delle più interessanti evoluzioni delle tradizionali reti mobili ad hoc (conosciute come MANET – Mobile Ad Hoc Networks). Nelle MANET, la comunicazione tra due nodi può aver luogo soltanto se questi sono collegati da un percorso multi-hop. Quest'ipotesi è raramente verificata in un ambiente pervasivo, in cui i dispositivi mobili degli utenti sono soltanto sporadicamente collegati nello stesso istante ad una rete comune, o perché vengono spenti dagli utenti o perché sono fuori dal rispettivo raggio di copertura o semplicemente a causa dell'instabilità e variabilità dei link wireless. L'idea alla base delle reti opportunistiche è quella di rendere gli utenti in grado di scambiarsi dati anche in questi casi di connessioni sporadiche. Per fronteggiare le frequenti disconnessioni, le reti opportunistiche sfruttano ogni *opportunità* che un messaggio può avere per arrivare a destinazione. La mobilità dei nodi rappresenta una delle principali vie che ha un messaggio per essere consegnato: ad esempio, un nodo che si muove da una sottorete disconnessa ad un'altra, rende “connessi”, anche se non contemporaneamente, due nodi comunicanti che si trovino nelle due sottoreti. Per sfruttare questa connettività disgiunta nel tempo, il paradigma di forwarding cambia e diventa *store, carry & forward*: i nodi “trasportano” i messaggi da una parte all'altra della rete mentre si muovono.

Parallelamente all'interesse della comunità scientifica per le reti opportunistiche, il podcasting ha riscosso sempre più successo tra gli utenti di Internet. In un sistema di podcasting ogni utente, in base ai suoi interessi personali, sottoscrive un canale tematico e viene avvertito della disponibilità di nuovo materiale su tale argomento. Inoltre, ormai comune in Internet è la fruizione di contenuti generati direttamente dagli utenti (es. blog, YouTube). Unire queste due realtà e collocarle all'interno della cornice delle reti opportunistiche significa pensare ad un mondo in cui gli utenti generano istantaneamente contenuti (es. una foto scattata con il cellulare da un turista) e li disseminano all'interno della rete mobile ad hoc a destinatari potenzialmente sconosciuti (es. altri turisti nella stessa città). Lo scambio di contenuti avviene durante i contatti tra i nodi. Poiché la durata del tempo di contatto è limitata (così come anche, ad esempio, la memoria dei due nodi) selezionare in maniera intelligente quali messaggi scambiare (*politica di disseminazione*) è un punto cruciale per il buon funzionamento della rete.

2 Attività di ricerca presso ETH

L'attività di ricerca presso l'ETH si articola in tre punti principali, che verranno sinteticamente descritti nel seguito.

2.1 Framework per gestione risorse

I nodi di una rete opportunistica sono i dispositivi portatili (smartphone, PDA, ...) degli utenti. Tali dispositivi hanno una memoria limitata (tipicamente molto inferiore alla memoria disponibile su normali pc) e durata della batteria altrettanto limitata (legata principalmente all'intensità dell'attività in rete del nodo, in termini di trasmissioni/ricezioni). Essendo il processo di

disseminazione di contenuti intrinsecamente incline all'utilizzo di grandi quantità di memoria e di un numero elevato di trasmissioni, le due precedenti condizioni vanno considerate durante la progettazione di politiche di disseminazione di dati in questo tipo di reti.

Il problema della gestione delle risorse è stato formulato usando un Problema dello Zaino a m vincoli, uno per ogni risorsa che si vuole gestire. Nella sua formulazione più generale (massimizzare il valore dei messaggi contenuti nel buffer senza violare i vincoli sulle risorse) il Problema dello Zaino è NP-hard, ovvero praticamente impossibile da risolvere. In letteratura esistono però delle metodologie euristiche per trovare efficacemente un'approssimazione della soluzione ottima.

2.2 Politiche ottimali per la disseminazione di dati

Una volta definito il Problema dello Zaino come base per una disseminazione di contenuti che tenga conto della limitatezza delle risorse, il lavoro di ricerca si è concentrato sulla definizione di un insieme di politiche di disseminazione ottimali rispetto a metriche predefinite. In particolare, essendo la disseminazione di contenuti l'analogo di una comunicazione multicast in cui il set di destinatari non è però definito a priori, metriche significative per la valutazione del sistema sono la hit rate (percentuale di destinatari raggiunti dal messaggio) e la latenza. Rispetto a queste metriche sono state derivate analiticamente e valutate simulativamente politiche ottimali per la distribuzione di contenuti.

2.3 Modello matematico del sistema

Con riferimento alle politiche di disseminazione di dati di cui al paragrafo precedente, la parte finale dell'attività di ricerca si è concentrata sulla formulazione di un modello matematico che descriva l'evoluzione del sistema di disseminazione di messaggi. Recentemente la diffusione di messaggi unicast è stata studiata utilizzando modelli di trasmissione di epidemie e catene di Markov. Il lavoro di ricerca rispetto a questo terzo punto si è indirizzato verso l'utilizzo di tali metodologie anche nell'ambito della disseminazione di contenuti in reti opportunistiche. Purtroppo, la semplicità di tali modelli sembra essere insufficiente rispetto alla complessità del sistema in analisi e un ulteriore studio sembra essere necessario.

3 Conclusioni

Il periodo trascorso presso l'ETH è stato molto positivo, sia per la collaborazione con ricercatori molto attivi rispetto alle tematiche affrontate sia per l'ambiente molto stimolante. Il lavoro descritto in questo documento sarà oggetto di almeno una pubblicazione congiunta CNR-ETH e ha gettato le basi per una futura collaborazione tra i due gruppi.

Visto dal Proponente
(Marco Conti)