

IMPIEGO DI UNA PIATTAFORMA GRID PER LA MISURAZIONE DI POTENZA NEI SISTEMI DI COMUNICAZIONE DIGITALE WIRELESS

Leopoldo Angrisani ⁽¹⁾, Luigi Battaglia ⁽²⁾, Francesco Delfino ⁽³⁾

⁽¹⁾ Dip. di Informatica e Sistemistica, Università di Napoli Federico II, via Claudio 21, 80125 Napoli;
e-mail: angrisani@unina.it

⁽²⁾ Consorzio SESM, via Gianturco 31, 80125 Napoli; e-mail: lbattaglia@sesm.it

⁽³⁾ Consorzio CINI, via Diocleziano 328, 80125 Napoli; e-mail: francesco.delfino@napoli.consorzio-cini.it

1. INTRODUZIONE

Le misurazioni di potenza rivestono un ruolo di primaria importanza nei moderni sistemi di comunicazione digitale *wireless*. Gli strumenti di misura attualmente disponibili sul mercato, quali analizzatori di spettro tradizionali, dotati di opportune *personality*, e analizzatori dedicati, VSA (*Vector Signal Analyzer*) e PSA (*Performance Spectrum Analyzer*), soffrono di scarsa ripetibilità e, spesso, di limitata accuratezza. Per superare tali problemi, ancor più acuiti in presenza di segnali a spettro diffuso per la loro natura rumorosa ed il loro elevato fattore di cresta, uno degli autori ha proposto, di recente, un nuovo metodo per la misura di potenza nei sistemi di comunicazione digitale *wireless* [1].

Dopo aver acquisito il segnale di ingresso, preliminarmente convertito dalle frequenze radio (RF) a quelle intermedie (IF), il metodo ne stima dapprima lo spettro di potenza, mediante l'uso combinato ed ottimizzato di stimatori multitaper e tecniche di *wavelet thresholding*, e, successivamente, valuta le quantità di interesse applicando alla PSD ottenuta semplici procedure di misura. Il metodo, in particolare, riesce a misurare, contemporaneamente ed automaticamente, differenti tipologie di potenza, quali la potenza nel canale, la banda occupata e l'ACPR (*Adjacent Channel Power Ratio*), a superare alcuni dei limiti degli analizzatori di spettro tradizionali e degli analizzatori dedicati, fornendo risultati di misura caratterizzati da maggiore ripetibilità, e a fornire misure di potenza media caratterizzate da precisione confrontabile con quella garantita dalla più recente generazione di *power meter*.

Il carico computazionale associato al metodo proposto è, tuttavia, troppo elevato. Per ridurre i tempi di misura e rendere il metodo adatto ad applicazioni in tempo reale, sono necessarie potenti risorse hardware e software. All'uopo, la memoria vuole investigare se un approccio basato sul GRID computing possa rappresentare una soluzione idonea. Il GRID computing, infatti, rappresenta oggi una delle più interessanti tematiche su cui molti ricercatori e scienziati stanno focalizzando la propria attività [2]. Le piattaforme GRID sono costituite da un insieme di calcolatori eterogenei, chiamati nodi, interconnessi attraverso reti geografiche (WAN) e locali (LAN) ad elevata capacità di trasmissione, e sono di solito progettate per elaborare elevate quantità di dati eterogenei, o eseguire applicazioni il cui carico computazionale è molto elevato.

La memoria descrive le strategie software adottate per implementare su una piattaforma GRID l'algoritmo di elaborazione numerica che caratterizza il metodo di misura sopra descritto, al fine di migliorarne le prestazioni in termini di tempo di esecuzione e, di conseguenza, di operatività in tempo reale.

2. IMPLEMENTAZIONE DEL METODO SU GRID

Il metodo per la misura di potenza nei sistemi di comunicazione digitale *wireless*, presentato in [1], è stato implementato su una piattaforma GRID costituita da 28 nodi, ognuno dei quali dotato di due processori Hyper Treading Intel Xeon a 2.8GHz, interconnessi mediante una rete locale Gigabit Ethernet. Su ogni nodo è installata la distribuzione UNIX *open source* Cluster Knoppix, al cui *kernel* è stata aggiunta la *patch* OpenMosix (OM) [3]. Ogni processo, associato ad un'applicazione in esecuzione su Knoppix/OM, ha la possibilità di migrare dal nodo locale a quelli remoti seguendo la specifica politica adottata dall'utente, ogni qualvolta l'applicazione stessa ecceda le risorse disponibili localmente, in termini di memoria e cicli del processore. È possibile, in questo modo, ottimizzare l'uso delle risorse garantite dalla piattaforma GRID nel suo complesso. La tecnologia

Hyper Treading [4], inoltre, consente all'applicazione di accedere a quattro processori virtuali, derivanti dai due realmente disponibili su ciascun nodo.

Per ulteriormente ottimizzare le risorse offerte dalla piattaforma GRID adottata, e sfruttare al meglio il parallelismo intrinseco dell'algoritmo di misura, è stata adottata una strategia di implementazione software basata sulle tecniche *multithread* e multiprocesso [5]. L'algoritmo messo a punto per la misurazione di potenza può essere, infatti, suddiviso in due parti, le cui caratteristiche sono completamente differenti. Nella prima parte, per calcolare il singolo autospettro, l'intero segnale acquisito è dapprima moltiplicato per una funzione *taper* e poi sottoposto ad una trasformata di Fourier veloce (FFT); tale procedura è ripetuta per ciascuna delle H funzioni *taper* utilizzate, e non vi è alcuna relazione tra le singole istanze della stessa. È stato, quindi, progettato e realizzato un modulo software, secondo un approccio *multithread*, che gestisce un preciso numero di *task* paralleli, ad ognuno dei quali è stato associato un *thread*, deputato al calcolo di un singolo autospettro. Questo modulo gestisce anche la sincronizzazione tra i *task* paralleli, in modo tale da stimare la PSD come media degli autospettri così ottenuti ed eseguire la seconda parte dell'algoritmo, costituita da una serie di passi sequenziali che includono la trasformata DWT (*Discrete Wavelet Transform*) della somma del logaritmo della PSD e di una costante nota, il *thresholding* dei coefficienti DWT, e la DWT inversa (IDWT).

3. RISULTATI SPERIMENTALI

Prima di implementare l'algoritmo di misura secondo un approccio *multithread*, ne è stata realizzata una versione sequenziale da sperimentare sulla piattaforma GRID adottata. Le prestazioni dell'algoritmo così realizzato sono state valutate acquisendo, alla frequenza di campionamento di 100 MS/s, circa 500.000 campioni di un segnale WCDMA (Wideband Code Domain Multiple Access), generato alla frequenza centrale di 1.9 GHz mediante il generatore di segnale digitale RF *Agilent E4432B*, e portato alla frequenza intermedia di 21.4 MHz. Il carico computazionale misurato su un singolo nodo raggiunge il 10% di utilizzo delle risorse di CPU disponibili. Il tempo necessario a stimare la PSD è, tuttavia, di alcuni secondi.

Adottando invece un approccio *multithread*, l'algoritmo di misura, strutturato in modo da generare all'interno dello stesso processo 10 *threads*, incaricati di calcolare parallelamente 10 eigenspectra, permette di raggiungere picchi di utilizzo delle risorse di CPU dell'ordine del 75%. Nessuna migrazione è necessaria su altri nodi, ma solo una interna al GRID locale costituito dai quattro nodi mono-processore virtuali consentiti dalla tecnologia Hyper Treading.

Sono stati, infine, eseguiti quattro processi di misura basati su un approccio *multithread* su differenti nodi del GRID. Su ogni nodo è stata riscontrata un'elevata percentuale di utilizzo delle risorse di CPU disponibili, a fronte di tempi di misura estremamente ridotti.

Le diverse implementazioni dell'algoritmo hanno sempre fornito misure di potenza nel canale, banda occupata ed ACPR confrontabili con quelle presentate in [1], in termini sia di ripetibilità sia di scostamento rispetto ai valori forniti da strumenti ad elevate prestazioni attualmente presenti sul mercato. Nell'approccio *multithread* i tempi di misura complessivi si sono, di contro, assestati su pochi millesimi di secondo, consentendo una riduzione di alcuni ordini di grandezza rispetto ai tempi riscontrati nell'esecuzione dello stesso metodo su di un singolo personal computer.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] L.Angrisani, M.D'Apuzzo, M. D'Arco, "A new method for power measurement in digital wireless communication systems," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol.52, No.4, August 2003, pp.1097-1106.
- [2] F.Douglis, I.Foster, "The grid grows up," IEEE Internet Computing, Volume 7, Issue 4, July-Aug. 2003 pp. 24 - 26.
- [3] J.D.Sloan, High Performance Linux Clusters with OSCAR, Rocks, OpenMosix, and MPI, O'Reilly, 1st edition, November 2004.
- [4] URL:<http://www.intel.com/technology/hyperthread>
- [5] D.R.Butenhof, Programming with POSIX(R) Threads, Addison-Wesley Professional, 1st edition, May 1997.