

## UN SISTEMA NEURO-WAVELET INNOVATIVO PER LA COMPRESSIONE DI DATI SAR

*G. Capizzi\* , S.Coco\* , C.Giuffrida\* , A.Laudani\* , G. Pappalardo° .*

Università degli Studi di Catania,  
\*Dipartimento Elettrico Elettronico e Sistemistico,  
°Dipartimento di Matematica,  
Viale A. Doria 6, 95100 Catania.

Gli algoritmi di compressione permettono di ottimizzare l'uso delle risorse di un sistema di elaborazione e/o trasmissione dati ed il loro impiego si rende indispensabile quando oggettivi limiti fisici, quali quelli riscontrabili in un veicolo spaziale, pongono delle stringenti condizioni sulle risorse di calcolo disponibili e sulle modalità di trasmissione. In questa memoria viene presentato un sistema di compressione di dati SAR per monitoraggio da satellite, studiato appositamente per superare i suddetti limiti senza perdere il contenuto informativo. Poiché le prestazioni di un compressore dipendono fortemente dal contesto in cui è inserito, il problema fondamentale è quello di trovare l'algoritmo di compressione migliore per una determinata applicazione. Quanto detto si traduce in un processo di modellizzazione della sorgente la cui accuratezza inciderà sensibilmente sulla qualità della sistema. Nel caso specifico la sorgente è rappresentata da un sensore SAR, presente a bordo del veicolo spaziale, che acquisisce dati con un data-rate dell'ordine di diverse centinaia di Mbyte restituendo non direttamente un'immagine, bensì un segnale grezzo (raw signal). Dal momento che i campioni del segnale SAR grezzo (non focalizzato) appaiono fortemente decorrelati tra di loro e caratterizzati statisticamente da una densità di probabilità gaussiana a media nulla, la loro compressione non può essere vantaggiosamente realizzata direttamente tramite gli algoritmi convenzionali come ad esempio quelli utilizzati per le immagini.

Il sistema di compressione dati SAR oggetto della presente attività ha consentito di raggiungere migliori rapporti di compressione rispetto a quelli ottenibili con gli algoritmi tradizionalmente impiegati in questa applicazione (BAQ, FBAQ, BAQ scalare, BMPQ, BHEQ a 2 bit).

Il suddetto sistema di compressione si basa sull'uso della trasformata wavelet discreta (DWT) per esplicitare le caratteristiche di autosimilarità tipiche dei segnali SAR. Per sfruttare la correlazione tra i coefficienti a differente risoluzione che si riferiscono alla stessa regione dell'immagine viene utilizzata una rete neurale MLP.

La procedura realizzata procede attraverso i seguenti steps:

- Il segnale acquisito a bordo del satellite viene suddiviso in blocchi, tipicamente di dimensioni di 512\*512 pixel (in realtà le dimensioni di ogni blocco possono essere scelte in relazione alle risorse elaborative disponibili).
- Ogni blocco viene rappresentato in termini di modulo e fase, in quanto le prove effettuate hanno mostrato che, per le successive elaborazioni, una simile rappresentazione risulta più conveniente rispetto a quella cartesiana.
- Per ogni singolo blocco viene eseguita una DWT su tre scale.
- Il residuo della trasformata wavelet e i coefficienti wavelet a più bassa risoluzione vengono quantizzati e inviati alla stazione di terra, mentre gli altri coefficienti wavelet

vengono predetti a partire da quelli a risoluzione più bassa mediante 6 reti neurali MLP (nn1,...,nn6), come mostrato in figura 1.

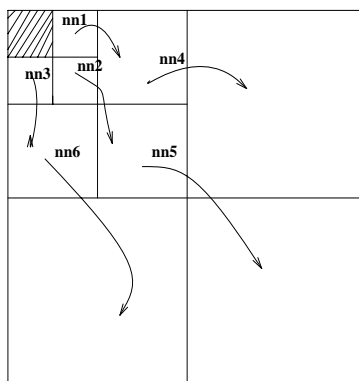


Figura 1 : Schema di predizione neurale

Per le 6 reti neurali previste sono state adoperate diverse architetture comprendenti un numero variabile da 2 a 6 neuroni. I migliori risultati sono stati ottenuti impiegando il minimo numero di neuroni (2) che si sono comunque dimostrati sufficienti per la predizione interbanda.

Le prove dell'algoritmo neurale sono state effettuate su porzioni di dati dotati di caratteristiche statistiche significative escludendo quindi quelle parti di segnale che potrebbero condurre a risultati inattendibili del compressore in virtù di favorevoli correlazioni.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si evince che il sistema di compressione presenta delle prestazioni migliori, in termini di rapporto di compressione ottenuto al variare del PSNR, rispetto ai "tradizionali" algoritmi di compressione esaminati in una fase preliminare di studio.

## Bibliografia

- [1] G.Capizzi, S.Coco, P. Lanza, S.Mottese, "*N<sup>th</sup> Order Entropy Computation Algorithms for Lossless Data Compression*", In Proceedings of DSP98 (1998).
- [2] G.Capizzi, S.Coco, V.Darrigo, G.Pappalardo, G.Ruggeri, "*A New Adaptive Technique for Lossy/Lossless Image Compression Based on Discrete Wavelet Transform*", In Proc. of International Symposium on Intelligent Vision Systems (ACIVS' 99) Baden-Baden, Germany, August 1999.
- [3] F. Caltagirone, P. Spera, R. Manoni, - *Sky Med/COSMO Mission Overview*. - IEEE Trans. On Geoscience and Remote Sensing, 1998, pp.683-685.
- [4] Curlander J. C., McDocough R. N., - *Synthetic Aperture Radar system and signal processing*. - Wiley Series in Remote Sensing, John Wiley & Sons, Inc., 1991.