

**POLITECNICO DI TORINO**  
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**  
**I SESSIONE 2005**  
**Ramo telecomunicazioni**  
**TEMA 1**

**Premessa**

Negli anni recenti si è assistito a un continuo crescere di applicazioni di dati scientifici telerilevati, nei vari settori della sorveglianza ambientale, prevenzione delle catastrofi, sorveglianza della superficie terrestre, ecc. Tali dati vengono generalmente rilevati da una piattaforma aerea o satellitare e trasmessi a una o più stazioni di terra per la successiva distribuzione e elaborazione.

**Dati del problema**

Si consideri un sistema equipaggiato con un sensore iperspettrale, che raccoglie dati relativi alla superficie terrestre in bande spettrali adiacenti di lunghezza d'onda compresa tra 400 e 2500 nm a intervalli di 10 nm. I dati si possono visualizzare sotto forma di un cubo di dimensioni  $N \times M \times K$ , dove  $N, M$  sono le dimensioni spaziali in numero di pixel, mentre  $K$  è il numero di bande. Ogni pixel è rappresentato in origine con 12 bit di risoluzione. Per gli scopi del presente elaborato, sia  $N = M = 1024$ . Sia  $x_{ijk}$   $i = 0, \dots, N-1, j = 0, \dots, M-1, k = 0, \dots, K-1$  il generico pixel del cubo iperspettrale. Il valore atteso di ciascun pixel è nullo, e la sua varianza, considerata stazionaria, vale 1. I pixel sono correlati, oltre che spazialmente, anche nella dimensione spettrale, e il coefficiente di correlazione tra coppie di pixel adiacenti  $x_{ijk}$  e  $x_{ijk+1}$   $k = 0, \dots, K-2$ , è costante e vale 0.8. Il sensore iperspettrale genera un cubo di dati da trasmettere ogni  $T$  secondi. I dati vengono sottoposti a compressione con perdite prima della trasmissione alla stazione di terra.

**Progetto**

1. Il candidato discuta in dettaglio vantaggi e svantaggi dei seguenti possibili schemi di compressione:
  - I. codifica a trasformata bidimensionale nelle dimensioni spaziali, e codifica predittiva nella dimensione spettrale,
  - II. codifica a trasformata tridimensionale,
  - III. codifica a trasformata separabile: bidimensionale nella direzione spaziale e unidimensionale in quella spettrale.
2. Il candidato proponga una selezione di possibili trasformate e dell'eventuale predittore da applicare nei precedenti casi I, II e III e un possibile stadio di codifica entropica per i dati in questione. Le scelte devono essere circostanziate e motivate dal punto di vista tecnico e della teoria dell'informazione.
3. Si selezioni uno schema a trasformata wavelet spaziale (bidimensionale) e a predizione lineare di ordine 1 nella direzione spettrale. Ipotizzando che dopo lo stadio di predizione / trasformata i dati si possano assimilare a una sorgente discreta senza memoria con distribuzione di probabilità di primo ordine  $P_i = \alpha \exp(-\lambda|i|)$ ,  $i = -L, \dots, L$ .
  - I. Si discuta qualitativamente la relazione tra il parametro  $L$  e il numero di bit di quantizzazione dei bit originali;
  - II. Assumendo  $L = 4096$ , si calcoli l'entropia dei dati in funzione del parametro  $\lambda$  e se ne discuta il comportamento in funzione di questo parametro, eventualmente aiutandosi con un grafico qualitativo;
  - III. si determini il predittore spettrale ottimo dal punto di vista della decorrelazione spettrale dei dati;
  - IV. supponendo che il codificatore entropico sia ideale, si calcoli l'occupazione di memoria del cubo di dati, in funzione di  $\lambda$ ;
  - V. si dimensionino il periodo di accesso alla stazione di terra e la banda necessaria per trasmettere tali dati, supponendo  $T = 1$  s.