

**web 08 Convolutional Channel Coding**

Un sistema di telecomunicazione reale è soggetto a errori di trasmissione dovuti alla presenza di rumore sul canale. Soprattutto nel caso in cui la trasmissione è di tipo unidirezionale, è necessario proteggere la trasmissione con codici in grado di individuare e correggere le parti di messaggio interpretati in modo errato. Bisogna quindi sviluppare tecniche definite di **codifica di canale**.

Nelle telecomunicazioni, nella teoria dell'informazione e nella comunicazione digitale, una classe importante di codici di canale, spesso detti anche **forward error correction (FEC)** è costituita dai codici a convoluzione (**convolutional channel coding**).

Nella trasmissione dati, per contenere il **bit error rate (BER)** al ricevitore, viene applicata alla trama da trasmettere, una codifica convoluzionale con un *code-rate* di 1/2 o 1/3, cioè per ogni bit da trasmettere vengono inviati 2 o 3 bit il cui valore dipende dal bit da trasmettere e dal valore di  $m-1$  bit trasmessi precedentemente ( $m$  è detto la **memoria** del codice).

Questa tecnica FEC di codifica di canale richiede al ricevitore la decodifica secondo **l'algoritmo di Viterbi<sup>1</sup>** per determinare quale sequenza di dati trasmessi sia la più probabile causa del flusso osservabile in uscita.

L'algoritmo di Viterbi in realtà costituisce la soluzione di diversi altri problemi, ma la decodifica dei codici convoluzionali è l'applicazione per cui è stato ideato.

Con la codifica FEC e tecniche di modulazione appropriate si può ridurre la potenza di trasmissione di almeno 5 dB (più di un fattore 3), permettendo di ridurre i costi della trasmissione, oppure di aumentare il data rate.

Nell'esempio di codifica che segue, al fine di migliorare il BER in ricezione, si applica alla trama una **codifica di canale** costituita da un codice convoluzionale con code-rate di **1/3**.

La decodifica secondo **l'algoritmo di Viterbi** è

1. **Andrew James Viterbi** (nato **Andrea Giacomo Viterbi**, Bergamo, 9 marzo 1935) è un ingegnere e imprenditore italiano naturalizzato statunitense co-fondatore della Qualcomm Inc. e ideatore dell'algoritmo di Viterbi, che è alla base della trasmissione dati del GSM, del CDMA e dello standard di trasmissione dell'UMTS. Nato a Bergamo da famiglia ebrea, il padre era cugino della moglie di Primo Levi, emigrò con la famiglia negli USA quando vennero promulgate le leggi razziali fasciste nel 1939. Quando aveva sei anni, i genitori cambiarono il nome del figlio in Andrew, in quanto negli Stati Uniti il nome Andrea era femminile. Qui Andrew compì il suo percorso scolastico fino al conseguimento del Master. In particolare, frequentò la famosa Boston Latin School, la scuola più antica del suo genere negli Stati Uniti, ed il Massachusetts Institute of Technology, il prestigioso MIT.

notevolmente complicata e non viene qui trattata.

La **codifica di canale**, costituita da un codice convoluzionale con code-rate di **1/3**, è implementata da un encoder a 4 stati descritto dalle seguenti equazioni:

$$G_0(n) = x(n) \oplus x(n-1) \oplus x(n-2)$$

$$G_1(n) = x(n) \oplus x(n-1)$$

$$G_2(n) = x(n) \oplus x(n-2)$$

$x(n)$ : bit di ingresso

$G_0(n)$ ,  $G_1(n)$  e  $G_2(n)$ : tribit in uscita

 **ESERCIZIO**

Disegnare lo schema a blocchi del codificatore, completare la tabella degli stati e delle uscite e tracciare il diagramma di Trellis.

Studiare criticamente la risposta del codificatore alla seguente sequenza di ingresso:

1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1

Tabella degli stati			
STATO presente $X_{n-1}$ $X_{n-2}$		STATO prossimo	
		$X_n = 0$	$X_n = 1$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Tabella delle uscite			
STATO presente $X_{n-1}$ $X_{n-2}$		Uscite $G_0$ $G_1$ $G_2$	
		$X_n = 0$	$X_n = 1$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Input	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1
00	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
01	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
10	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
11	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Output																