

CONVOLUTIONAL CODE

TT13J3 SISTEM
KOMUNIKASI II



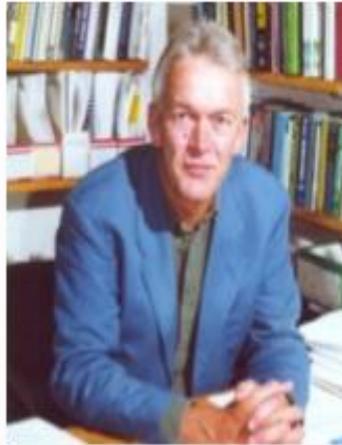
TUJUAN PEMBELAJARAN

- Mahasiswa mampu memahami Convolutional Code dengan menggambarkan rangkaian encoder, diagram state dan diagram trellis serta dapat menentukan codeword, free distance dan hasil decoding dengan Algoritma Viterbi hard decision

- Mengenal kode Konvolusi
- Proses Encoding
- Diagram State
- Diagram trellis
- Optimum Decoding
- Algoritma Viterbi

KODE KONVOLUSI

- Berbeda dengan Block coding, pada convolutional code: urutan data dapat langsung dikodekan tanpa memerlukan penyesuaian ukuran data
- Kode konvolusi dinyatakan dengan 3 parameter yaitu (n, k, K) , dimana:
- $R_c = k/n$ merupakan coding rate (laju pengkodean), menyatakan jumlah bit data per coded bit.
- K menyatakan constraint length dari encoder dimana encoder mempunyai $K-1$ elemen memori (shift register)



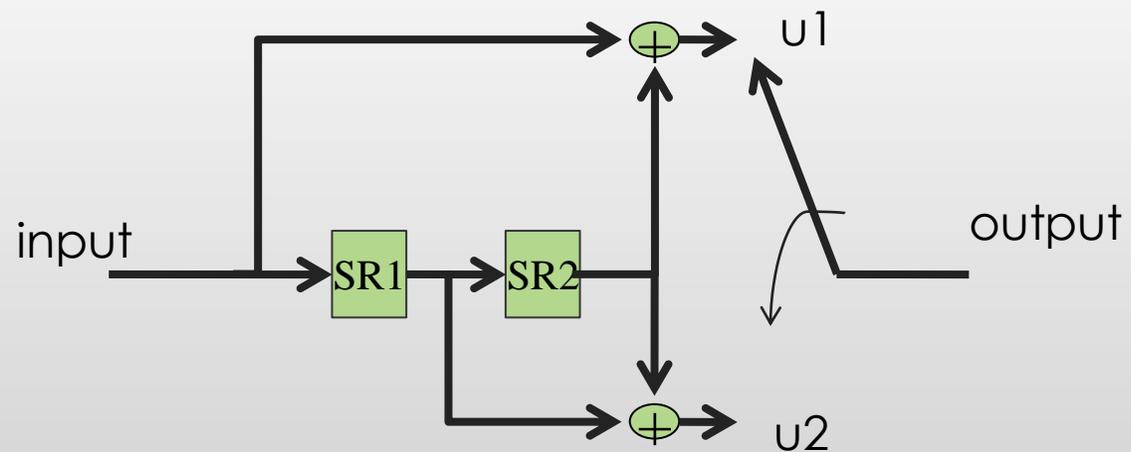
Peter Elias (November 23, 1923 – December 7, 2001)
Memperkenalkan Convolutional coding sebagai alternatif dari block coding



Andrew James Viterbi (terlahir dengan nama Andrea Giacomo Viterbi; March 9, 1935)
Tahun 1967 Viterbi memperkenalkan maximum likelihood decoding untuk proses decoding convolutional code

RANGKAIAN ENCODER

- Rangkaian encoder pada convolutional code dipengaruhi oleh coding rate, jumlah shift register dan generator.
- Convolutional code ($n=2$, $k=1$, $K=3$) dengan $g_1 = [101]$ dan $g_2 = [011]$:
 - $n = 2$, maka rangkaian memiliki 2 output
 - $k = 1$, maka rangkaian memiliki 1 input
 - $K = 3$, maka rangkaian akan memiliki 2 shift register
 - $g_1 = [101]$, maka output 1 dipengaruhi input dan isi shift register 2
 - $g_2 = [011]$, maka output 2 dipengaruhi oleh isi shift register 1 dan 2

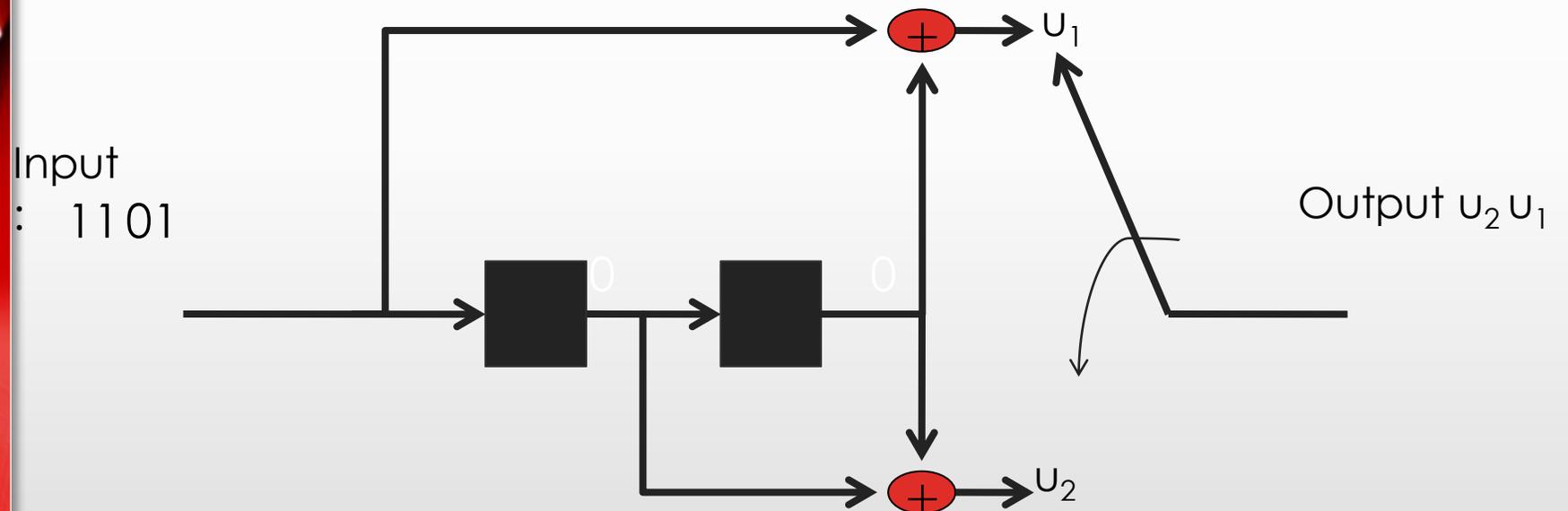


KODE KONVOLUSI

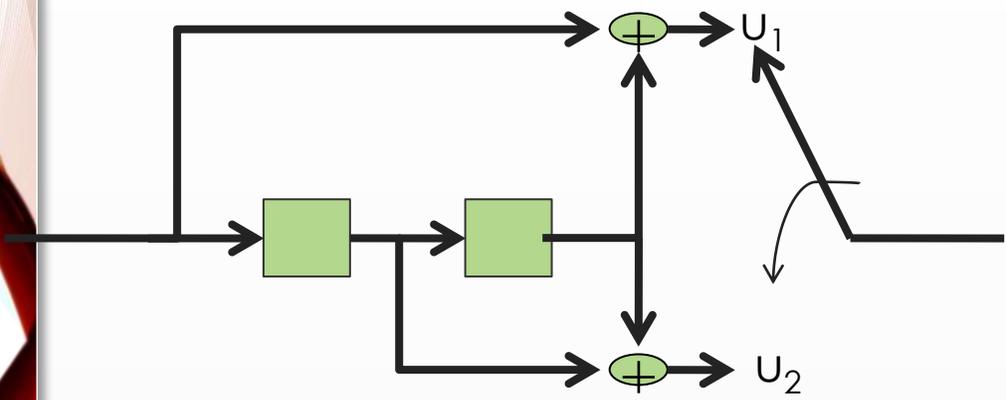
Kode Konvolusi (2,1,3) dengan $g_1 = [101]$ dan $g_2 = [011]$

Bila data input: $\overrightarrow{1011}$

maka codeword yang dihasilkan: $\overrightarrow{10010111}$



KODE KONVOLUSI (2,1,3)



Dikarenakan rangkaian encoder di atas memiliki 2 buah shift register maka jumlah state yang mungkin adalah 2^{K-1} atau $2^2 = 4$

State : 00;01;10;11

State Diagram :

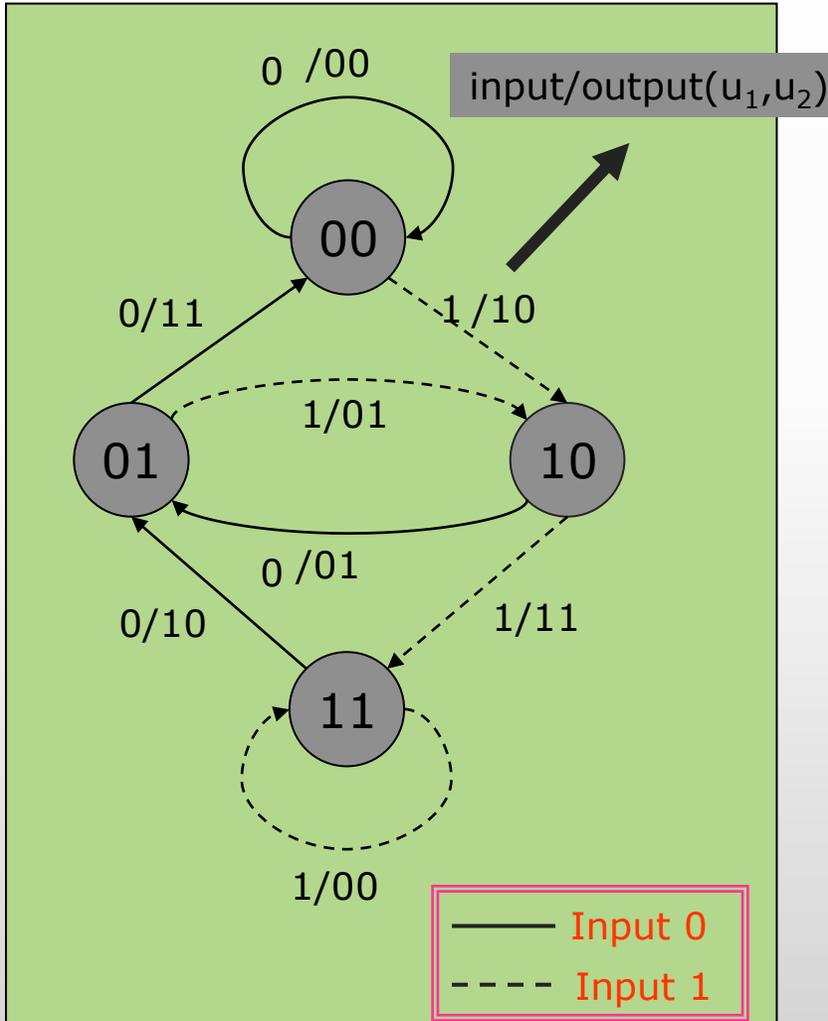


DIAGRAM TRELLIS

Menyatakan perubahan state, output akibat pengaruh input disertai informasi waktu

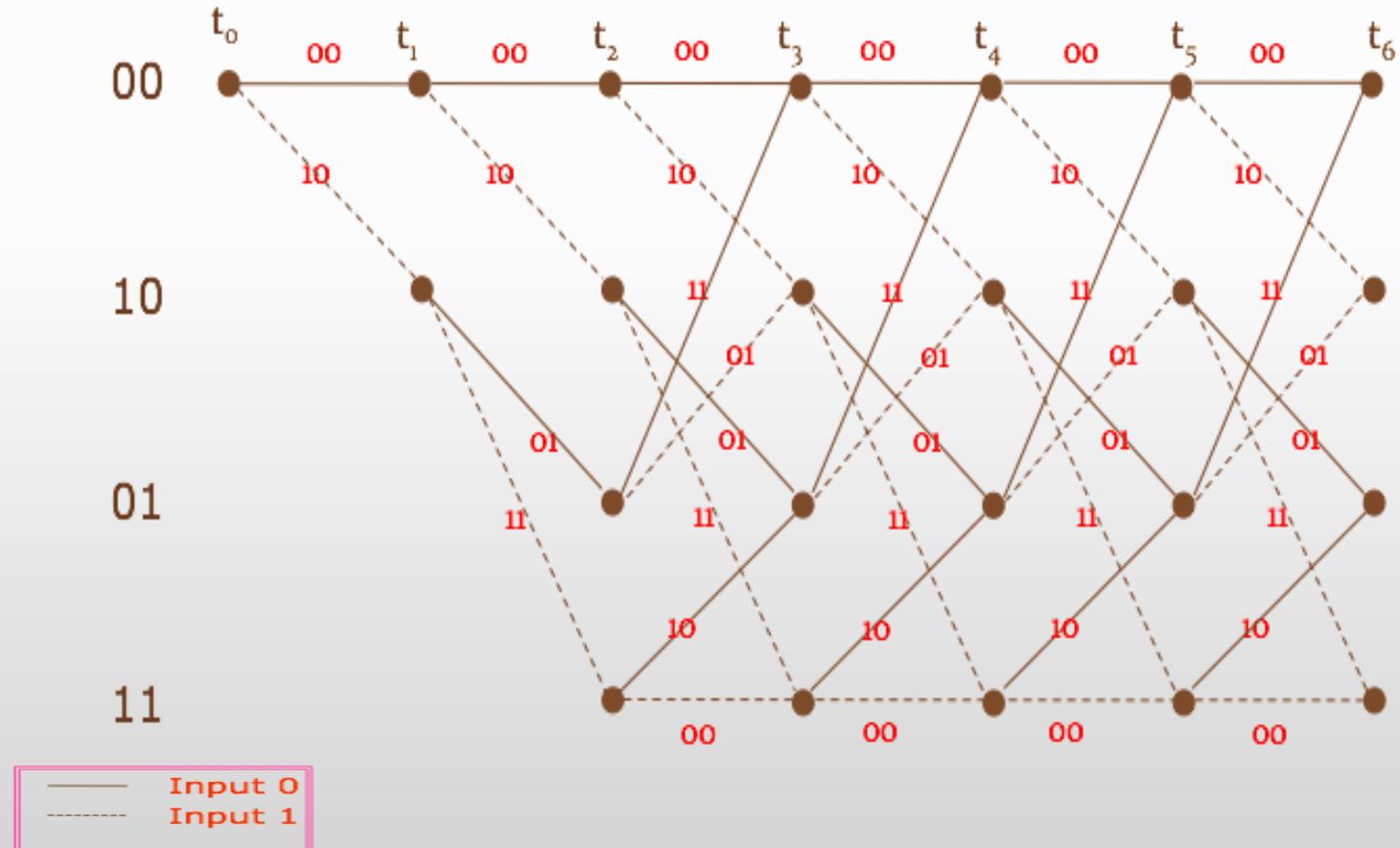
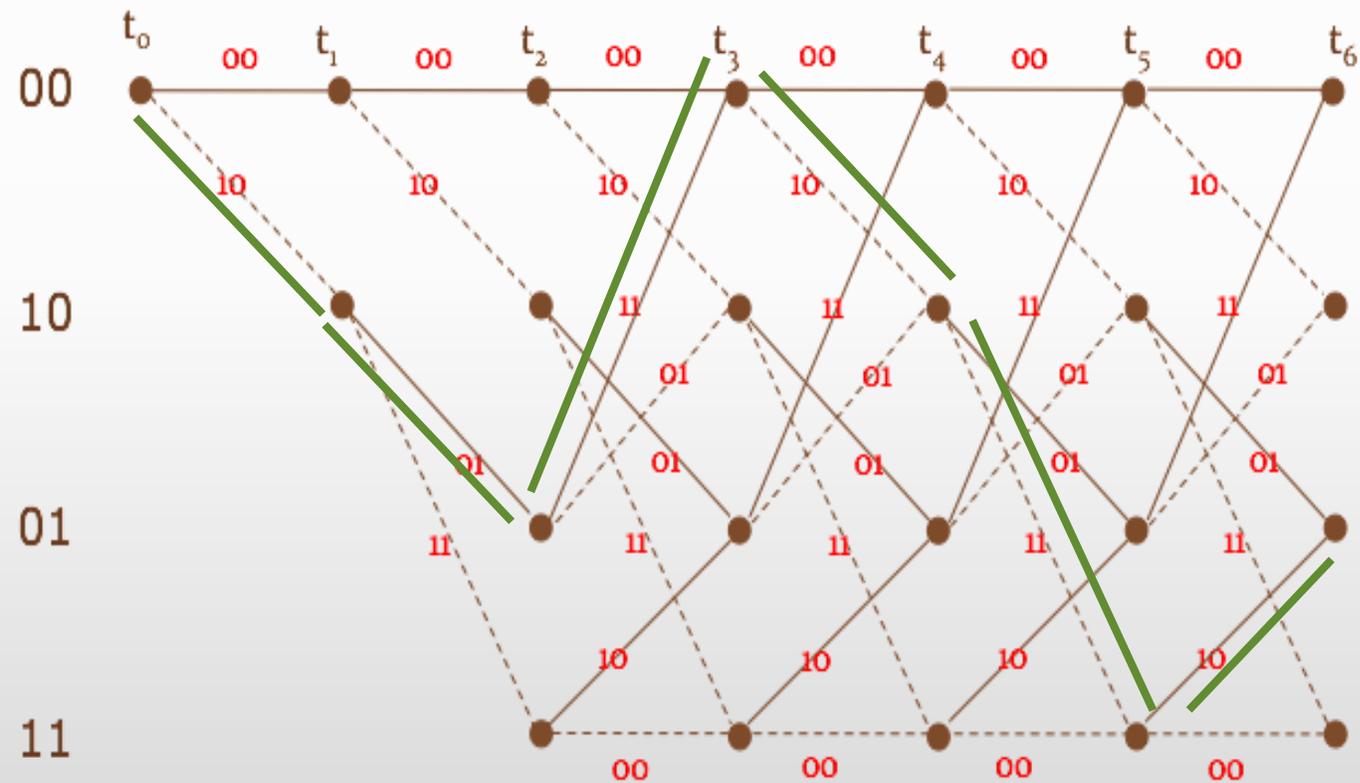


DIAGRAM TRELLIS

- Perhatikan Diagram Trellis berikut ini: Bila data informasinya adalah 100110



Maka code yang dihasilkan adalah: 10 01 11 10 11 10

OPTIMUM DECODING

Decoder bertujuan untuk mendapatkan message dari kode yang dikirimkan

Maximum Likelihood (ML) decoder merupakan optimum decoder yang mampu memberikan probabilitas error yang minimum

Z merupakan salah satu codeword yang mungkin

➤ Aturan ML :

Pilih $U^{(m')}$ if $p(\mathbf{Z} | U^{(m')}) = \max_{\text{dari semua } U^{(m)}} p(\mathbf{Z} | U^{(m)})$

ALGORITMA VITERBI

- Algoritma Viterbi menggunakan Maximum Likelihood decoder
- Algoritma Viterbi menggunakan diagram Trellis untuk mendapatkan path metrics terbaik (path dengan nilai korelasi terbesar atau memiliki minimum distance)

PROSES DECODING MENGGUNAKAN ALGORITMA VITERBI

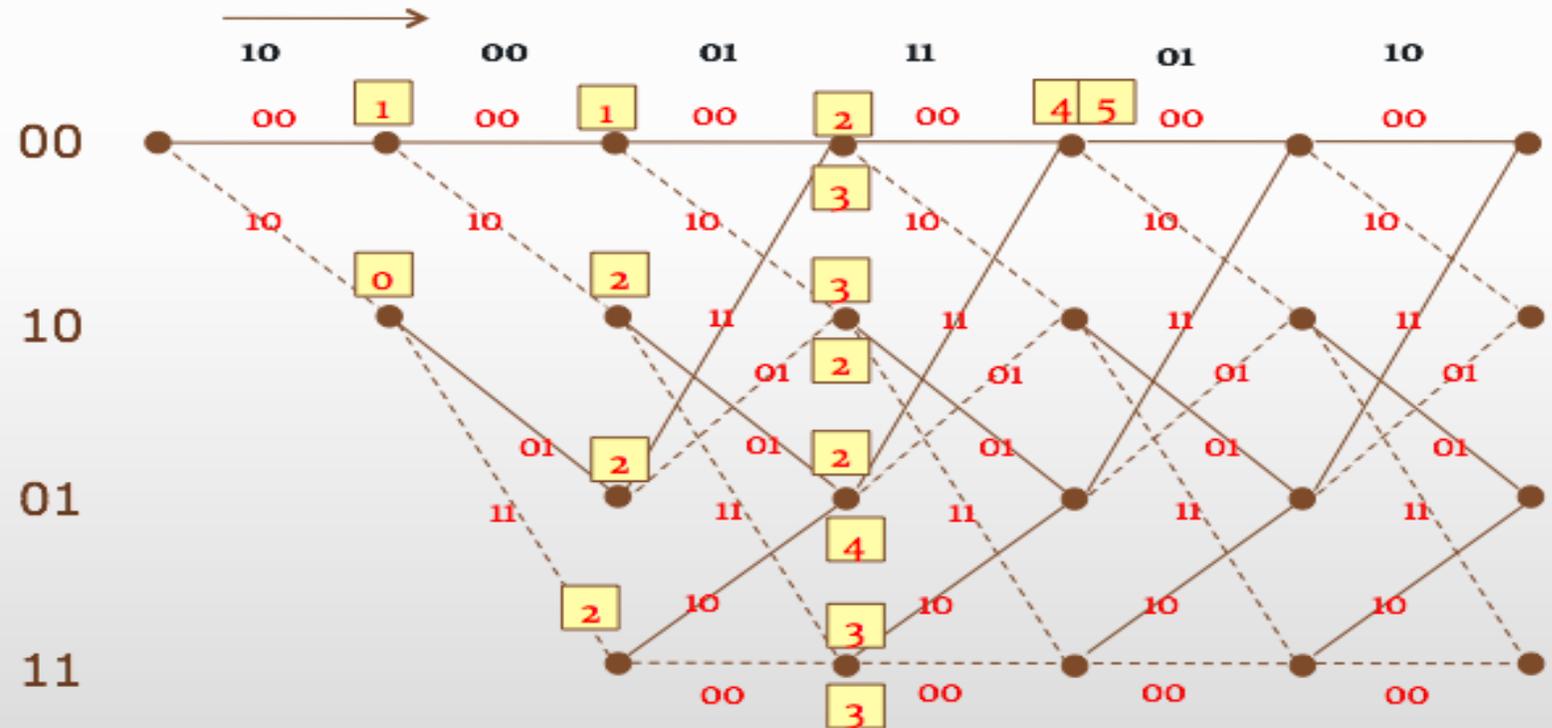
$S_{k,t}$ menyatakan state pada diagram trellis yang merepresentasikan state S_k pada saat t . Setiap state pada diagram trellis ditandai dengan nilai $V(S_{k,t})$.

- Inisialisasi waktu, $t=0$; Inisialisasi $V(S_{0,0})=0$
- Waktu $t+1$; Hitung partial path metric untuk semua path menuju state S_k pada saat t ;
- Set nilai $V(S_{k,t})$ sebagai partial path metric terbaik menuju state S_k pada saat t
- Simpan path terbaik yang merepresentasikan survival path
- Jika $t < L+m-1$, proses berulang dari langkah ke 2.
- Hasil dari Algoritma viterbi ini merupakan jalur /path yang unik yang merepresentasikan ML codeword

Note: L menyatakan panjang data informasi; m menyatakan jumlah shift register

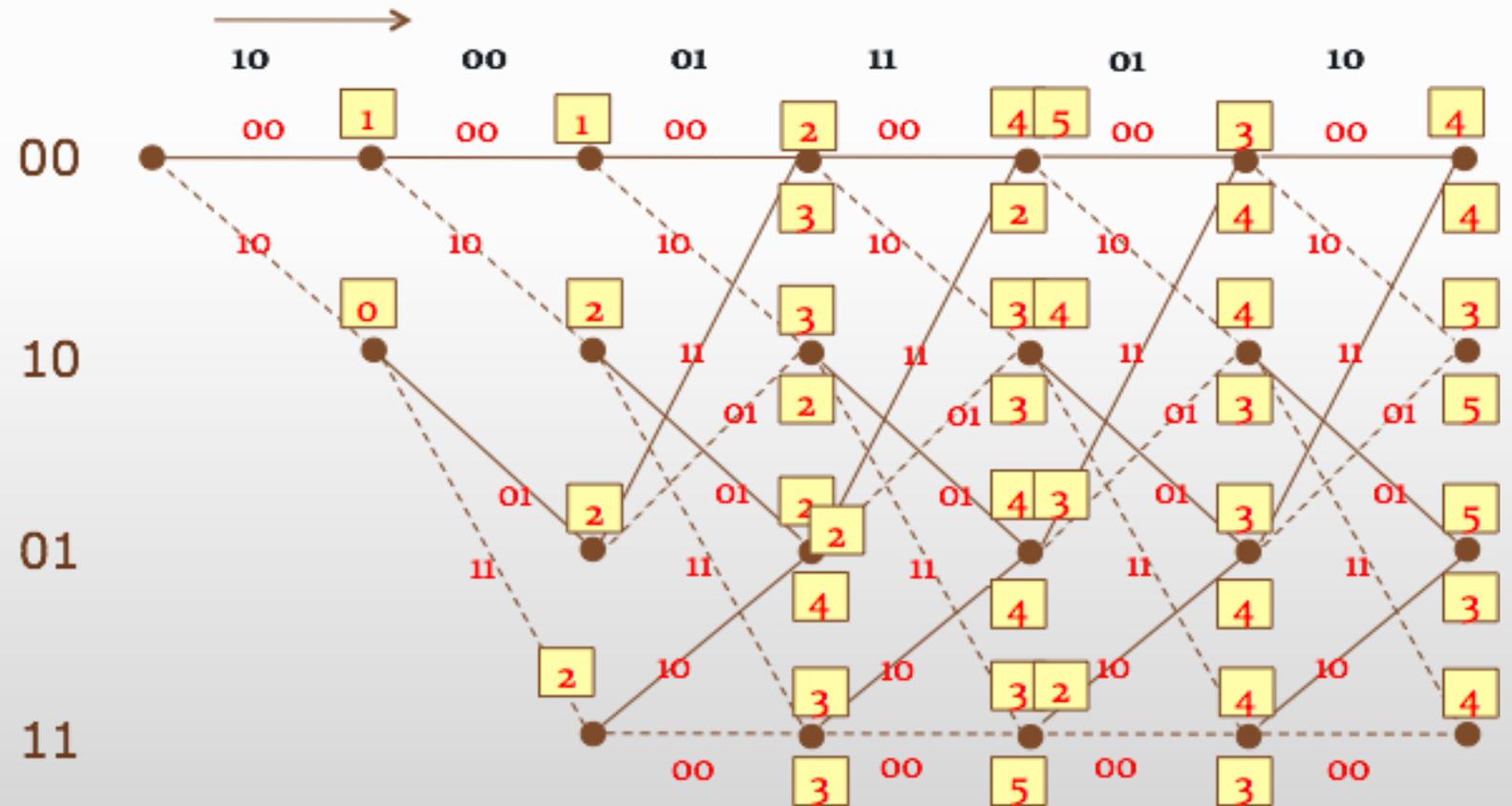
HARD DECISION ALGORITMA VITERBI

Bila code word yang diterima adalah : 10 00 01
11 01 10



TITLE LOREM IPSUM DOLOR

Bila code word yang diterima adalah : 10 00 01 11 01 10

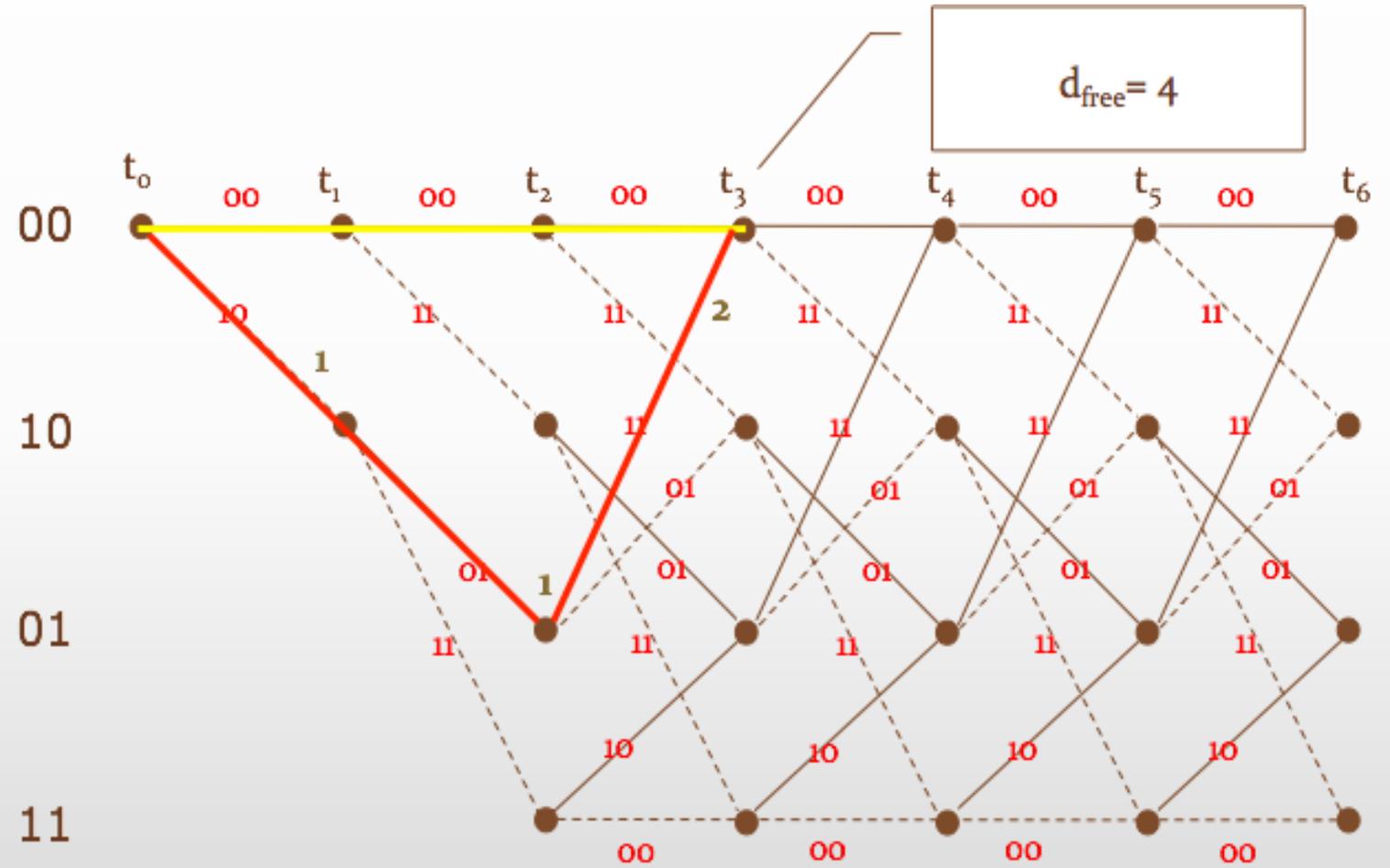


HASIL DECODING?

FREE DISTANCE

- Minimum distance pada convolutional coding menyatakan minimum distance antara all zero code dengan semua kode.
- Pada Diagram Trellis minimum distance ditunjukkan dengan percabangan jalur dan penyatuan jalur ke all zero code.
- Minimum distance ini disebut sebagai free distance (d_{free}).

FREE DISTANCE



LATIHAN SOAL

- Diketahui convolutional code ($n=3, k=1, K=3$) yang dibentuk oleh 3 buah generator: $\mathbf{g}_1=[1\ 1\ 0] = [3_{\text{oktal}}]$, $\mathbf{g}_2=[0\ 1\ 1] = [5_{\text{oktal}}]$ dan $\mathbf{g}_3=[1\ 1\ 1] = [6_{\text{oktal}}]$.
- Pertanyaan :
 - a. Gambarkan **rangkaian convolutional encoder!** Bila rangkaian encoder tersebut diberikan masukan **1 1 1 0 1....** (t_1 dari sebelah kiri), Tentukan codeword yang dihasilkan oleh rangkaian encoder convolutional code (dengan menggunakan tail bit)!
 - b. Gambarkan **diagram state** dan **lengkapi nilai input output diagram Trellis di bawah ini** dari t_1 sampai t_5 dengan asumsi kondisi awal dari memori adalah 00 !
 - c. Bila codeword yang diterima oleh receiver adalah **100 110 011 111 001** (t_1 dari kanan), tentukan **message yang dikirimkan** (wajib menggunakan **Diagram Trellis**) !

- Diketahui convolutional encoder mempunyai generator vector sebagai berikut :
 - Jika diberi masukan 1 0 1 1 0 (t1 dari kiri, tanpa tail bit). Tentukan keluarannya !
 - Buatlah diagram state dan diagram trellis nya !
 - Jika diterima 100 010 110 101 101 (t1 dari kanan), Tentukan **message yang dikirimkan !**

