

### Παράδειγμα 1

Σε ένα δυαδικό σύστημα μερικής απόκρισης ισχύει:

$$y_m = a_m - a_{m-1} + v_m$$

Όπου η ακολουθία  $\{a_m\}$  είναι η ακολουθία πλατών ενός PAM που αντιστοιχεί στα δυαδικά δεδομένα  $\{d_m\}$ .

$$a_m = \begin{cases} 1 & \text{για } d_m = 1 \\ -1 & \text{για } d_m = -1 \end{cases}$$

Στη λήψη έχουμε λάβει την ακολουθία δειγμάτων  $[y_1, y_2, y_3] = [2.3, -1.4, 2.0]$ . Ποια είναι η πιο πιθανή ακολουθία δυαδικών δεδομένων  $[d_1, d_2, d_3]$  που έχει στείλει ο δέκτης και ποια είναι η αντίστοιχη ακολουθία θορύβου  $[v_1, v_2, v_3]$ ; Δεχθείτε ότι έχει σταλεί  $d_0=1$ .

### ΛΥΣΗ

Υποτίθεται ότι $d_0=1$ και $A=1$			
Διάνυσμα Λήψης $\mathbf{y}=(2.3, -1.4, 2.0)^T$			
$i$	Data Sequence $\mathbf{d}^{(i)T}$ $i=1,2,\dots,8$	Sample Sequence $\mathbf{b}^{(i)T}$ $i=1,2,\dots,8$	Αποστάσεις $\ \mathbf{y} - \mathbf{b}^{(i)}\ ^2$ $i=1,\dots,8$
1	000	-2 0 0	24.5
2	001	-2 0 2	20.5
3	010	-2 2 -2	46.1
4	011	-2 2 0	34.1
5	100	0 -2 0	9.7
6	101	0 -2 2	5.7
7	110	0 0 -2	23.3
8	111	0 0 0	11.3

Η πλέον πιθανή λύση: Έχει αποσταλεί το  $\mathbf{d}=(101)^T$

## Παράδειγμα 2

Προσπαθήστε να συμπληρώσετε τον πιο κάτω πίνακα ώστε να γίνει αξιολόγηση της τεχνικής “Φώραση Μέσω Αναζήτησης της ML Ακολουθίας” από πλευράς πολυπλοκότητας.

Αριθ. Συμβ. Αστερισμού $M$	Μήκος ISI σε σύμβολα, $L$	Αριθ. Καταστάσεων	Αριθ. Μονοπ. που καταλήγουν σε κάθε κατάσταση	Αριθ. πολλαπλασιασμών σε κάθε πεταλούδα.	Αριθ. Μονοπ. που απομένουν σε κάθε κύκλο
2	1	2			
4	1	4			
2	2	4			
4	2	16			
$M$	$L$	$M^L$			
4	6	4096			

## ΛΥΣΗ

Αριθ. Συμβ. Αστερισμού $M$	Μήκος ISI σε σύμβολα, $L$	Αριθ. Καταστάσεων	Αριθ. Μονοπ. που καταλήγουν σε κάθε κατάσταση	Αριθ. πολλαπλασιασμών σε κάθε πεταλούδα.	Αριθ. Μονοπ. που απομένουν σε κάθε κύκλο
2	1	2	2	4	2
4	1	4	4	16	4
2	2	4	2	8	4
4	2	16	4	64	16
$M$	$L$	$M^L$	$M$	$M^{L+1}$	$M^L$
4	6	4096	4	16384	4096

### Παράδειγμα 3

Σε συνέχεια του Παραδείγματος 8.6.3 του βιβλίου, θεωρείστε ότι τα δείγματα του παλμού λήψης είναι μηδενικά για  $t$  εκτός της περιοχής  $[-3T, 3T]$  και υπολογίστε τους όρους της ακολουθίας  $q(mT) = q(2mT/2)$  για  $m=3,4,5,6$ .

(Χρησιμοποιείστε για τους συντελεστές του εξισωτή τις τιμές:

$$c = [-2.2050 \quad 4.8958 \quad -3.0138 \quad 4.8958 \quad -2.2050 ]$$

### ΛΥΣΗ

Από το παράδειγμα υπολογίστηκε:

$$c_{opt} = (-2.2050 \quad 4.8958 \quad -3.0138 \quad 4.8958 \quad -2.2050)^T$$

και έχει αναφερθεί ότι ισχύει

$$q(mT) = q(2mT/2) = q(2m) = \sum_{n=-2}^2 c_n x(2m-n)$$

Από τον τελευταίο τύπο προκύπτει ότι για να υπολογιστεί η  $q(mT) = q(2m)$  απαιτούνται τιμές του  $x(l)$  για

$$l = 2m+2 : 1 : 2m-2$$

και για  $m=3,4,5,6$  προκύπτει ότι πρέπει να γνωρίζουμε τις τιμές του  $x(l)$  για

$$l = 14 : -1 : 4$$

και επειδή  $x(l) = x(lT/2)$  πρέπει να υπολογίσουμε τις τιμές του  $x(t)$  για

$$t = 7T : -T/2 : 2T$$

Οι τιμές αυτές του  $x(t)$  υπολογίστηκαν και καταγράφονται στον πιο κάτω Πίνακα.

Οπότε εφαρμόζοντας τον τύπο της συνέλιξης που αναφέραμε πιο πάνω, προκύπτει:

$t:$	$2T$	$2.5T$	$3T$	$3.5T$	$4T$	$4.5T$	$5T$	$5.5T$	$6T$	$6.5T$	$7T$
$x(t)$	1/17	1/26	1/37	0	0	0	0	0	0	0	0

$$q(3T) = q(6) = -0.0229 \quad q(4T) = q(8) = -0.0596 \quad q(5T) = q(10) = 0 \quad q(6T) = q(12) = 0$$

$$\text{Προφανώς ισχύει } q(-2T) = q(-1T) = q(1T) = q(2T) = 0 \text{ \& } q(0) = 1$$

## Παράδειγμα 4

Οι συντελεστές του ισοδύναμου φίλτρου καναλιού σε ένα ζωνοπερατό κανάλι έχουν τιμές:  $x(n)=0$   $|n|>1$  ενώ για  $-1 \leq n \leq 1$  δίνονται στον πιο κάτω Πίνακα.

4.1

τις δυνατές

$n$	-1	0	1
$x(n)$	$-0.2+j0.1$	$1+j$	$0.2-j0.1$

Υπολογίστε  
τιμές της ISI

όταν η το αλφάβητο των συμβόλων είναι το  $\{1, -1, j, -j\}$ .

4.2 Για το κανάλι αυτό υπολογίστε τους συντελεστές ενός εξισωτή με 5 απαγωγές (5 συντελεστές & Symbol Spaced) του τύπου επιβολής μηδενισμών. (Αρκεστείτε να κατασκευάσετε τον Πίνακα των συντελεστών του γραμμικού συστήματος.)

ΛΥΣΗ

Ισχύει:

$$ISI(m) = \sum_{\substack{n=-\infty \\ n \neq m}}^{\infty} x(n)a(m-n) = x(-1)a(m+1) + x(1)a(m-1)$$

και επομένως:

$a(m+1)$	$a(m-1)$	ISI(m)
j	j	0
j	-j	2.0000 - 0.4000i
j	1	1.2000 + 0.8000i
j	-1	0.8000 - 1.2000i
-j	j	-2.0000 + 0.4000i
-j	-j	0
-j	1	-0.8000 + 1.2000i
-j	-1	-1.2000 - 0.8000i
1	j	-1.2000 - 0.8000i
1	-j	0.8000 - 1.2000i
1	1	0
1	-1	-0.4000 - 2.0000i
-1	j	-0.8000 + 1.2000i
-1	-j	1.2000 + 0.8000i
-1	1	0.4000 + 2.0000i
-1	-1	0

Άρα οι δυνατές τιμές της ISI ανήκουν στο αλφάβητο:

$$A = \{0, 2 - 0.4i, 1.2 + 0.8i, 0.8 - 1.2i, -2 + 0.4i, -0.8 + 1.2i, -1.2 - 0.8i, -0.4 - 2i, 0.4 + 2i\}$$

## 4.2

Ο πίνακας των συντελεστών του συστήματος είναι:

$$X = \begin{bmatrix} x(0) & x(-1) & x(-2) & x(-3) & x(-4) \\ x(1) & x(0) & x(-1) & x(-2) & x(-3) \\ x(2) & x(1) & x(0) & x(-1) & x(-2) \\ x(3) & x(2) & x(1) & x(0) & x(-1) \\ x(4) & x(3) & x(2) & x(1) & x(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+i & -0.2+i0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.2-i0.1 & 1+i & -0.2+i0.1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2-i0.1 & 1+i & -0.2+i0.1 & 0 \\ 0 & 0 & 0.2-i0.1 & 1+i & -0.2+i0.1 \\ 0 & 0 & 0 & 0.2-i0.1 & 1+i \end{bmatrix}$$