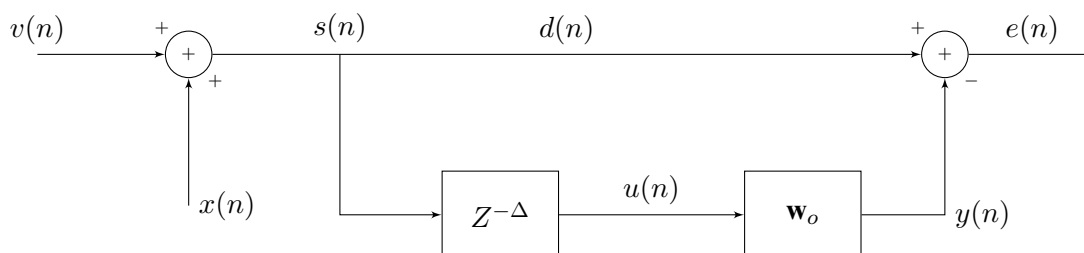


**Εξουδετέρωση Περιοδικών Παρεμβολών Χωρίς Σήμα Αναφοράς
&
Εξουδετέρωση Ηχούς
Εργασία 3
20 Μαΐου 2016**

A' Μέρος

Η παρακάτω διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να απομακρύνει περιοδικές παρεμβολές που αλλοιώνουν ένα ευρυζωνικό σήμα (*broadband signal*), χωρίς να απαιτεί τη χρήση σήματος αναφοράς.



$$x(n) = A \left(\sin(2\pi f_o n + \phi) + \cos(4\pi f_o n + \phi) + \cos\left(7\pi n + \frac{\phi}{3}\right) \right), \quad f_o = \frac{1}{4}, \phi = \frac{\pi}{2}, A = 2.3$$

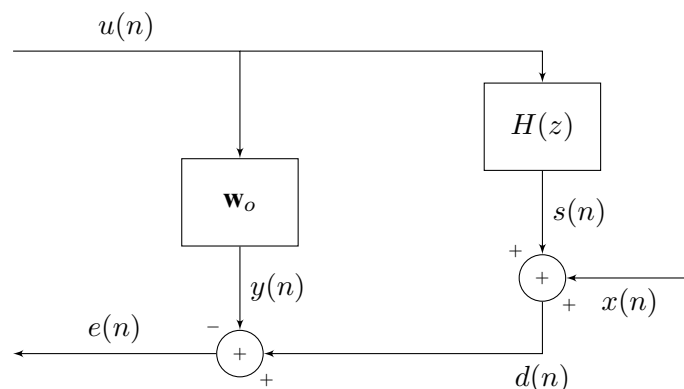
$$s(n) = x(n) + v(n), \quad u(n) = s(n - \Delta), \quad d(n) = s(n), \quad e(n) = d(n) - y(n)$$

Υποθέτοντας ότι το $v(n)$ είναι λευκός θόρυβος με μηδενική μέση τιμή και διακύμανση $\sigma_v^2 = 0.34$ και $\Delta = 10$:

- α) Εξηγήστε θεωρητικά τη λειτουργία της συγκεκριμένης διάταξης. Σε ποιο από τα σήματα εξόδου ($e(n)$, $y(n)$) εμφανίζεται η περιοδική παρεμβολή και σε ποιο το καθαρό σήμα;
- β) Υπολογίστε τον πίνακα αυτοσυσχέτισης της εισόδου \mathbf{R} , το διάνυσμα ετεροσυσχέτισης της εισόδου και του επιθυμητού σήματος \mathbf{p} και τους συντελεστές του φίλτρου *Wiener* \mathbf{w}_o , για ένα φίλτρο 100 συντελεστών.
- γ) Αντικαταστήστε το φίλτρο *Wiener* με ένα *joint process estimator* και υπολογίστε τους συντελεστές πρόβλεψης α_m , τις παραμέτρους ανάκλασης Γ_m και τους συντελεστές γ , χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο *Levinson-Durbin*. Επιβεβαιώστε τους υπολογισμούς σας μέσω των έτοιμων συναρτήσεων του MATLAB και της σχέσης που συνδέει τους συντελεστές γ και \mathbf{w}_o .
- δ) Το αρχείο `music.mat` περιέχει ένα μουσικό κομμάτι το οποίο έχει αλλοιωθεί από μια περιοδική παρεμβολή. Σχεδιάστε εκ νέου ένα *joint process estimator*, που να απομακρύνει τις παρεμβολές από το μουσικό κομμάτι. Χρησιμοποιήστε τουλάχιστον 100 συντελεστές και $\Delta = 100$.

B' Μέρος

Εμφάνιση ηχούς (*echo*) σε μια επικοινωνία υπάρχει όταν το σήμα που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή $u(n)$ μεταβάλλεται γραμμικά (λόγω καθυστερήσεων και ανακλάσεων στο χώρο) στο $s(n)$ και στη συνέχεια αναμιγνύεται με το σήμα που προέρχεται από το δεύτερο συνομιλητή $x(n)$. Έχοντας διαθέσιμο το σήμα που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή, είναι δυνατό να παρεμβληθεί προσαρμοσμένο φίλτρο, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση του σήματος του πρώτου συνομιλητή σε αυτό που τελικά θα μεταδοθεί $e(n)$, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



$$\begin{aligned}
 s(n) &= -0.23 u(n) + 0.67 u(n-1) - 0.18 u(n-2) + 0.39 u(n-3) \\
 u(n) &= -0.87 u(n-1) - 0.12 u(n-2) - 0.032 u(n-3) + v_1(n) \\
 x(n) &= -0.57 x(n-1) - 0.16 x(n-2) - 0.08 x(n-3) + v_2(n) \\
 d(n) &= s(n) + x(n)
 \end{aligned}$$

Αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής *echo cancellation* υπάρχει στη διάλεξη 10.

Υποθέτοντας ότι τα $v_1(n)$ και $v_2(n)$ είναι λευκός θόρυβος με μηδενική μέση τιμή και διακύμανση $\sigma_{v_1}^2 = 0.73$ και $\sigma_{v_2}^2 = 0.39$:

- α) Υπολογίστε τον πίνακα αυτοσυσχέτισης της εισόδου \mathbf{R} , το διάνυσμα ετεροσυσχέτισης της εισόδου και του επιθυμητού σήματος \mathbf{p} και τους βέλτιστους συντελεστές *Wiener* \mathbf{w}_o .
- β) Προσεγγίστε τους βέλτιστους συντελεστές *Wiener*, χρησιμοποιώντας τους αλγόριθμους προσαρμογής *LMS*, *normalized LMS* και *RLS*.
- γ) Το αρχείο `speakerA.mat` περιέχει το σήμα που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή που συμμετέχει σε μια διμερή επικοινωνία. Το αρχείο `speakerB.mat` περιέχει το σήμα που προέρχεται από το δεύτερο συνομιλητή αλλοιωμένο από την ηχώ της φωνής του πρώτου. Χρησιμοποιήστε την παραπάνω διάταξη για να απομακρύνετε τις παρεμβολές από το σήμα του δεύτερου συνομιλητή, αν γνωρίζετε ότι η μέγιστη χρονική καθυστέρηση του σήματος που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή και προκαλεί την ηχώ, μπορεί να είναι 6600 χρονικές στιγμές.
- δ) Αν η επιλογή του αλγόριθμου προσαρμογής στηρίζεται αποκλειστικά και μόνο στην ποιότητα του ήχου που παράγεται από το καθαρό σήμα, ποιον αλγόριθμο θα επιλέγατε;

Παραδώστε: Τον κώδικά σας σε MATLAB και σύντομη αναφορά (όχι πάνω από πέντε (5) σελίδες), που να αναφέρονται:

A' Μέρος: Τα σφάλματα των διανυσμάτων συντελεστών και η διαφορά των *forward* και *backward prediction power errors* από αυτά που υπολογίζονται με τις συναρτήσεις του MATLAB καθώς και διάγραμμα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος της εξόδου του φίλτρου και του επιθυμητού σήματος, για τους βέλτιστους συντελεστές \mathbf{w}_o και τον *estimator*.

B' Μέρος: Διαγράμματα και σχόλια για την απόδοση των αλγορίθμων και διαγράμματα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος της εξόδου του φίλτρου και του σήματος που ακολουθεί η έξοδος του φίλτρου, για τους αλγόριθμους που υλοποιείτε.

Ημερομηνία Παράδοσης: Τετάρτη 15 Ιουνίου 2016.