



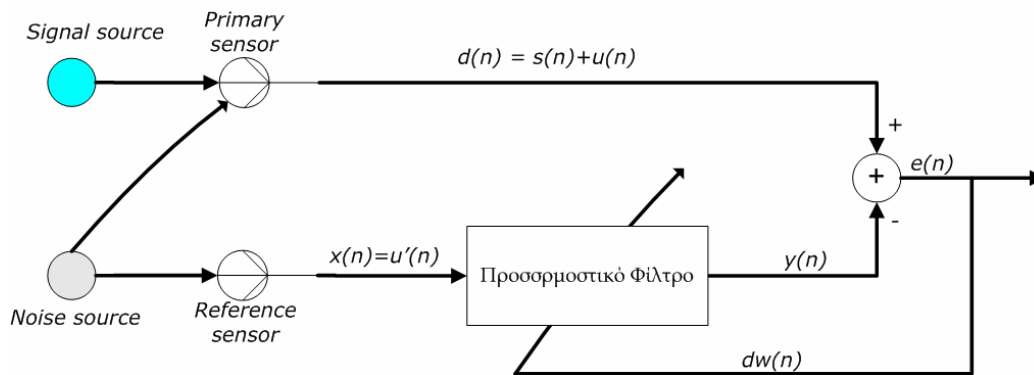
Εργαστηριακή Άσκηση 4:

Ενεργή απομόνωση θορύβου και ημιτονικών παρεμβολών με χρήση προσαρμοστικών φίλτρων και υλοποίηση στον επεξεργαστή TMS320C6713

14 Μαΐου 2007

Περιγραφή

Η βασική διάταξη για ενεργή απομόνωση θορύβου με τη βοήθεια προσαρμοστικών φίλτρων φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Στόχος είναι η μοντελοποίηση του συστήματος δημιουργίας θορύβου και η αφαίρεση του τμήματος αυτού από το σήμα εισόδου. Ο θόρυβος είναι ισχυρός και καλύπτει ένα μεγάλο εύρος συχνοτήτων (σχεδόν λευκός) επικαλύπτοντας και τις συχνότητες του πραγματικού σήματος. Ο πρωτεύοντας αισθητήρας (primary sensor) και ο αισθητήρας αναφοράς (secondary sensor) - π.χ. αμφότεροι μπορεί να είναι μικρόφωνα - τοποθετούνται ο μὲν πρώτος πλησίον της πηγής σήματος αλλά και σε σημείο στο οποίο να φτάνει θόρυβος και ο δεύτερος πλησίον της εστίας θορύβου αλλά σε σημείο που το πραγματικό σήμα να μην μπορεί να καταγραφεί. Το προσαρμοστικό φίλτρο μπορεί να προβλέψει μόνο του τμήμα του σήματος το οποίο οφείλεται σε θόρυβο.



Σχήμα 1: Διάταξη ενεργής απομόνωσης θορύβου με χρήση προσαρμοστικών φίλτρων

Αφού πρώτα ηχογραφήσετε ένα κομμάτι ομιλίας δική σας, διάρκειας 10 δευτερολέπτων με συχνότητα δειγματοληψίας $F_s = 11050$ δείγματα ανά δευτερόλεπτο, 16 bits / δείγμα, μονοφωνικό, χρησιμοποιήστε το Simulink, το DSP Blockset και όποιο άλλο εργαλείο της Matlab σας είναι χρήσιμο για να κατασκευάσετε την πιο κάτω διάταξη ενεργής απομόνωσης θορύβου με τη βοήθεια του αλγορίθμου LMS.

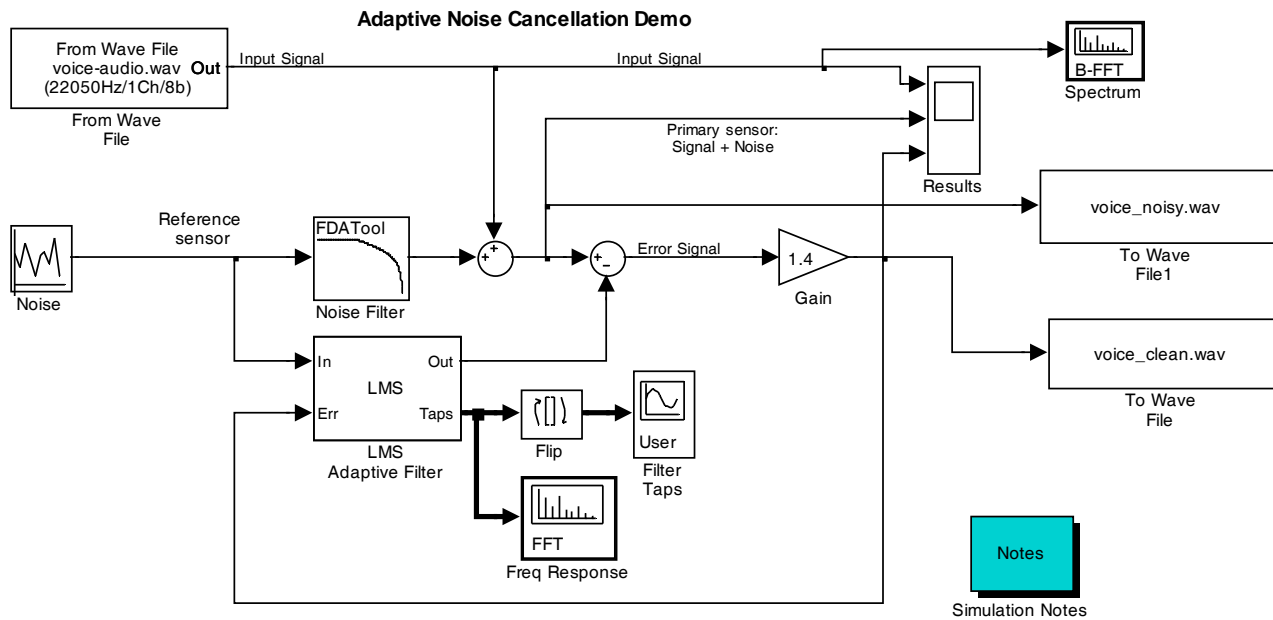
Για σκοπούς επίδειξης θεωρήστε ότι η πηγή θορύβου έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Κατανομή Gaussian
2. Μέση τιμή 0, διασπορά 0.5
3. Sample time 1/ F_s

Το φίλτρο προσομοίωσης του αισθητήρα αναφοράς έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Συχνότητες αποκοπής:
 - a. Passband frequency $\omega_{\text{pass}} = 0.4$ (κανονικοποιημένη συχνότητα)
 - b. Stopband frequency $\omega_{\text{stop}} = 0.6$ (κανονικοποιημένη συχνότητα)
2. Φίλτρο IIR ελάχιστης τάξης
3. Passband ripple λιγότερο από 1db
4. Stopband attenuation μεγαλύτερο από 50db

Στο αλγόριθμο LMS μπορείτε να χρησιμοποιήσετε προσέγγιση με αριθμό συντελεστών $15 < L < 35$ (FIR length) και βήμα προσέγγισης όποιο εσείς θέλετε ώστε να επιτύχετε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα (πιο καθαρό σήμα ομιλίας).



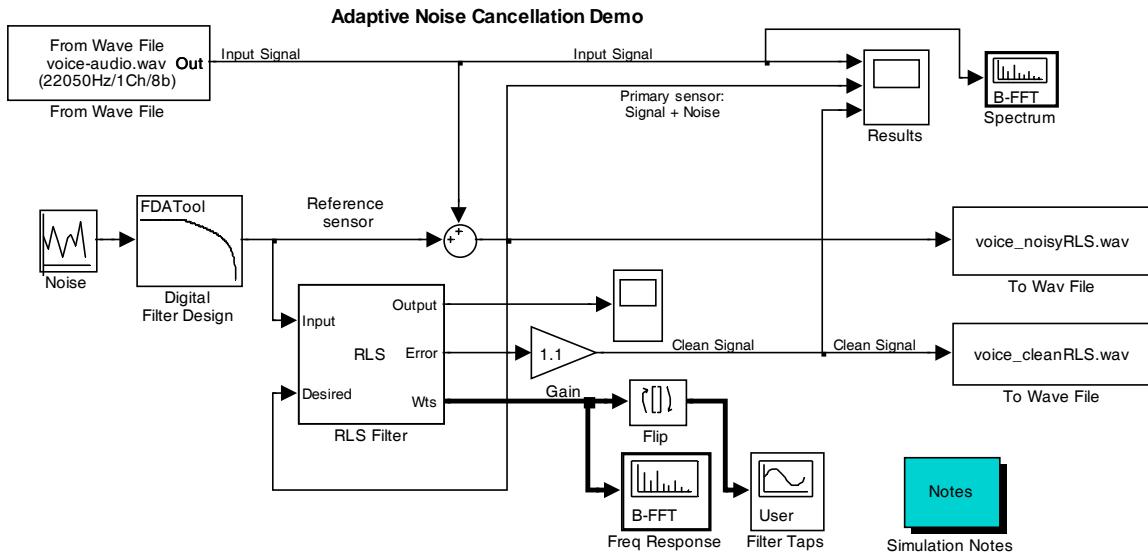
Σχήμα 2: Προσομοίωση ενεργής απομόνωσης θορύβου με τη βοήθεια του αλγορίθμου LMS

Παραδοτέα:

1. Αρχείο SIMULINK (αρχείο mdl)
2. Συντελεστές του προσαρμοστικού φίλτρου (τελικές τιμές για τους συντελεστές FIR του LMS αλγορίθμου)
3. Φάσμα ισχύος του σήματος εισόδου και του σήματος πρόβλεψης
4. Αρχεία *voice-audio.wav*, *voice_noisy.wav* και *voice_clean.wav*

Ενεργή απομόνωση θορύβου με τη βοήθεια του αλγορίθμου RLS

Τροποποιήστε τη διάταξη του *Σχήματος 2* όπως επιδεικνύεται στο επόμενο σχήμα και επαναλάβετε την προηγούμενη άσκηση. Επιλέξτε για τον αλγόριθμο RLS $\lambda = 1$, και $\delta = 0.1$. Συγκρίνετε τα αποτελέσματα όσον αφορά τη ταχύτητα σύγκλισης των αλγορίθμων LMS και RLS



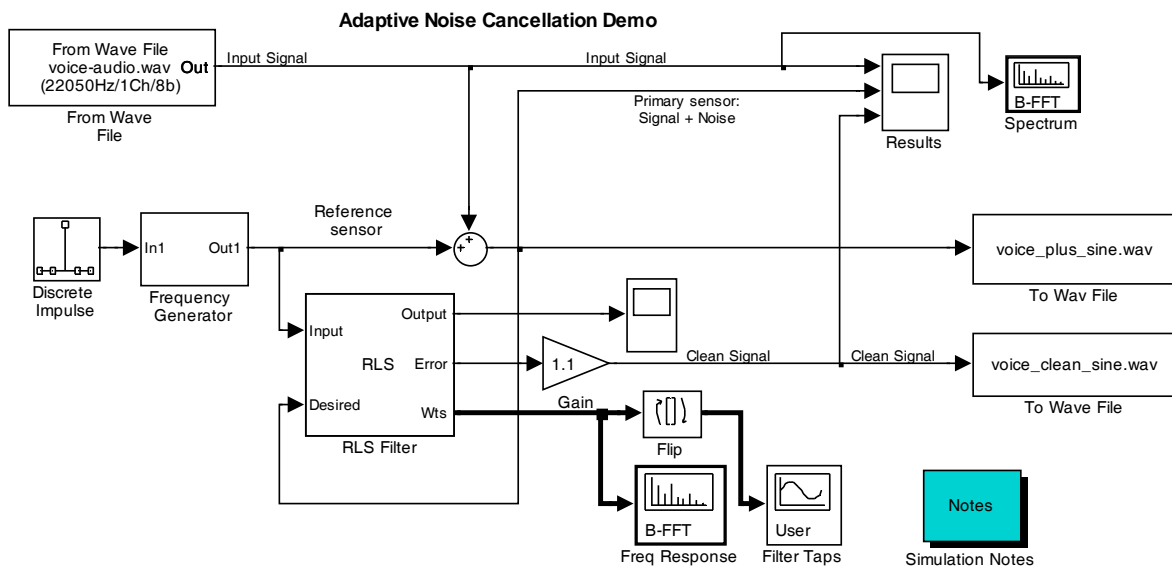
Σχήμα 3: Προσομείωση ενεργής απομόνωσης θορύβου με τη βοήθεια του αλγορίθμου RLS

Παραδοτέα:

1. Αρχείο SIMULINK (αρχείο mdl)
2. Συντελεστές του προσαρμοστικού φίλτρου (τελικές τιμές για τους συντελεστές FIR του RLS αλγορίθμου)
3. Φάσμα ισχύος του σήματος εισόδου και του σήματος πρόβλεψης
4. Το σηματοθρομβικό λόγο του θορυβώδους και φιλτραρισμένου σήματος
5. Αρχεία *voice_noisyRLS.wav* και *voice_cleanRLS.wav*

Απαλοιφή ημιτονοειδούς παρεμβολής

Τροποποιήστε τη διάταξη του Σχήματος 2 όπως επιδεικνύεται στο επόμενο σχήμα και επαναλάβετε την προηγούμενη άσκηση. Επιλέξτε για τον αλγόριθμο RLS $\lambda = 1$, και $\delta = 0.1$. Το μπλοκ Frequency Generator δημιουργεί ένα ημιτονικό σήμα (με την εφαρμογή μιας κρουστικής εισόδου) το οποίο προστίθεται στο σήμα ομιλίας.



Σχήμα 4: Απαλοιφή ημιτονοειδούς παρεμβολής με τη βοήθεια του αλγορίθμου RLS

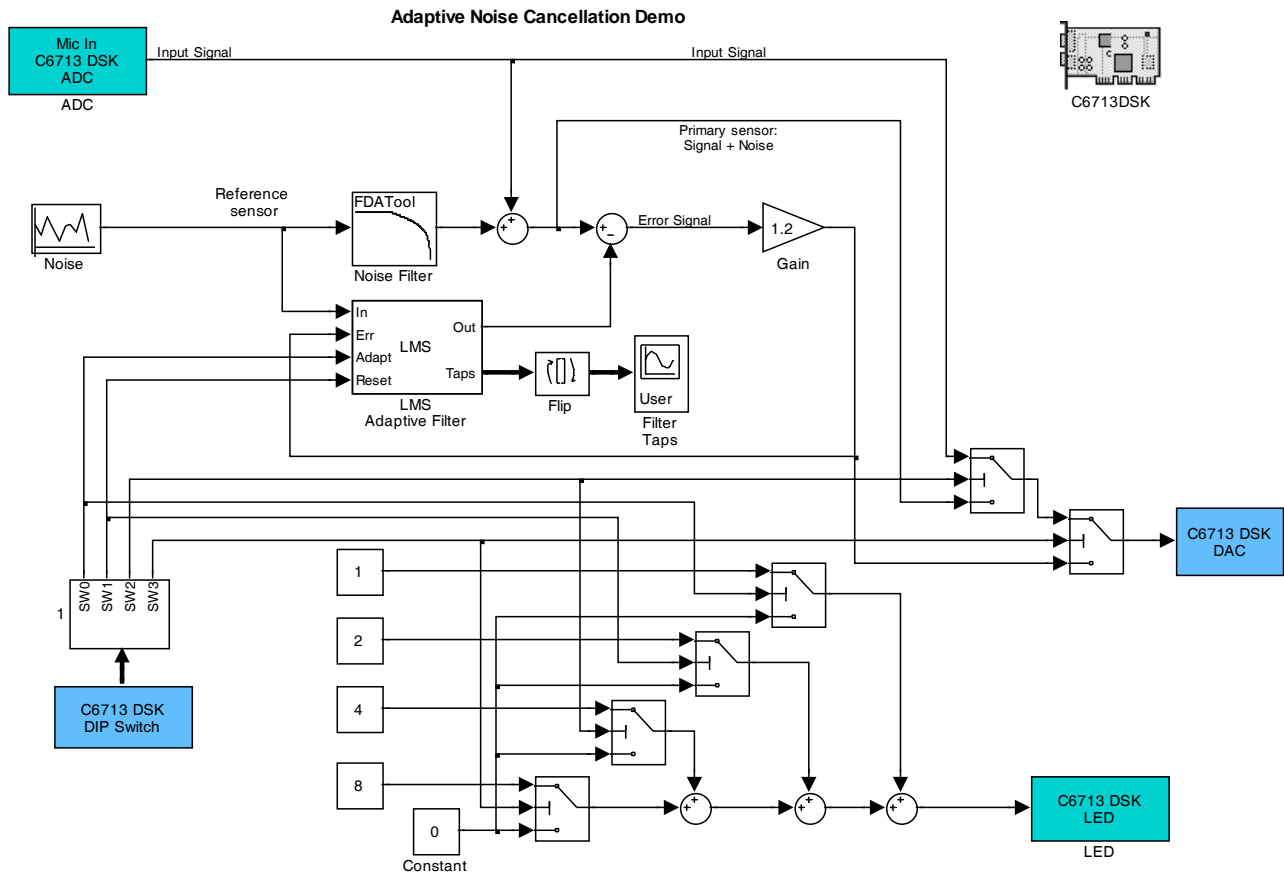
Παραδοτέα:

1. Αρχείο SIMULINK (αρχείο mdl)
2. Συντελεστές του προσαρμοστικού φίλτρου (τελικές τιμές για τους συντελεστές FIR του RLS αλγορίθμου)
3. Φάσμα ισχύος του σήματος εισόδου και του σήματος πρόβλεψης
4. Αρχεία *voice_plus_sine.wav* και *voice_clean_sine.wav*

Ενεργή απομόνωση θορύβου στον επεξεργαστή TMS320C6713

Τροποποιήστε τη διάταξη του Σχήματος 2 όπως επιδεικνύεται στο επόμενο σχήμα και προγραμματίστε το TMS320C6713 DSK board ώστε να εκτελείται ενεργό φιλτράρισμα σε πραγματικό χρόνο. Επειδή δεν υπάρχει δυνατότητα αισθητήρα αναφοράς χρησιμοποιήστε τα DIP switches για να θέσετε δυο φάσεις λειτουργίας:

- Φάση μοντελοποίησης στην οποία έχουμε 'εκπαίδευση' του προσαρμοστικού φίλτρου, και
- Φάση λειτουργίας στην οποία έχουμε κανονική λειτουργία χωρίς εκπαίδευση του προσαρμοστικού φίλτρου



Σχήμα 6: Ενεργή απομόνωση θορύβου σε πραγματικό χρόνο με τη βοήθεια του TMS320C6713 DSK board

Παραδοτέα:

1. Αρχείο SIMULINK (αρχείο mdl)
2. Code Composer Studio project
3. Σύντομη επεξήγηση του διαγράμματος (ρόλος των dip switches, τι εμφανίζεται στα LED) κλπ.