

Αυτοσυσχετισμός

Εισαγωγή

Ως τόνος ορίζεται εκείνη η ιδιότητα της ακουστικής αίσθησης σύμφωνα με την οποία οι ήχοι μπορούν να διευθετηθούν πάνω σε μια μουσική κλίμακα. (American Standards Association).

Υπάρχει ένας αριθμός θεωριών αντίληψης του τόνου και αυτές έχουν αποτελέσει την αρχή για μοντέλα στα οποία τις εφαρμόζουν.

Αυτά τα μοντέλα έχουν τρία στάδια :

1. Περιφερειακή επεξεργασία
2. Ανάλυση χαρακτηριστικών
3. Προσδιορισμός τόνου

Για τα μοντέλα αντίληψης του τόνου που χρησιμοποιούν χρονικές πληροφορίες , απαιτείται κάποιος μηχανισμός αναγνώρισης περιοδικοτήτων εντός του σήματος , για να χρησιμοποιηθεί στο στάδιο της ανάλυσης χαρακτηριστικών.

Η παρούσα επίδειξη κάνει αυτό ακριβώς.

Η συνήθης μέθοδος για να αποφασισθεί αν ένα σήμα είναι περιοδικό και μετά να εκτιμηθεί η περίοδος του, είναι η συνάρτηση αυτοσυσχετισμού.

$$acg(\tau) = \sum_{t=1}^N x(t)x(t-\tau)$$

Ουσιαστικά αυτό που συμβαίνει είναι ότι το σήμα $x(t)$ κωδικοποιείται με μια εκδοχή χρονικής υστέρησης του εαυτού του. Για να επιτευχθεί μια χρήσιμη σειρά αποτελεσμάτων , η συνάρτηση αυτοσυσχετισμού υπολογίζεται επί μιας σειράς από τιμές καθυστέρησης. Είναι μια σημαντική ιδιότητα της συνάρτησης αυτοσυσχετισμού το ότι είναι και η ίδια περιοδική. Για περιοδικά σήματα η συνάρτηση επιτυγχάνει ένα μέγιστο σε δειγματοληπτικές καθυστερήσεις $0, +p, +2p, \dots$ όπου το p είναι η περίοδος του σήματος.

Ένας κύριος περιορισμός της συνάρτησης αυτοσυσχετισμού είναι ότι μπορεί να διατηρήσει υπερβολικά πολλές πληροφορίες παρούσες στο σήμα.

Στην ομιλία , πολυάριθμες κορυφές εμφανίζονται στην συνάρτηση αυτοσυσχετισμού , που οφείλονται σε ταλαντώσεις μειωμένης έντασης της απόκρισης του φωνητικού συστήματος.

Εάν αυτές οι κορυφώσεις συμβεί να είναι μεγαλύτερες από τις κορυφώσεις που οφείλονται στην περιοδικότητα , η απλή διαδικασία επιλογής της μεγαλύτερης κορυφής που θα αποτελέσει την περίοδο θα αποτύχει.

Επομένως το σήμα χρειάζεται να προ-επεξεργασθεί κατά κάποιον τρόπο για να κάνει την περιοδικότητα πιο ευδιάκριτη ενώ θα καταστείλει άλλα χαρακτηριστικά τα οποία μπορεί να προκαλούν διαταραγμένες κορυφώσεις.

Τέτοιες τεχνικές προ-επεξεργασίας μερικές φορές αποκαλούνται εξομαλυντές φάσματος. Πολλές τεχνικές έχουν προταθεί , αλλά η τεχνική centre clipping φαίνεται η καλύτερη για αυτήν την περίπτωση.

Η τεχνική centre clipping λειτουργεί περικόπτοντας ένα συγκεκριμένο ποσοστό της μορφής του κύματος.

Έστω A_{max} το μέγιστο εύρος του σήματος και CL το επίπεδο ψαλιδισμού .

Το CL είναι ένα σταθερό ποσοστό του Amax (ας πούμε 30%).

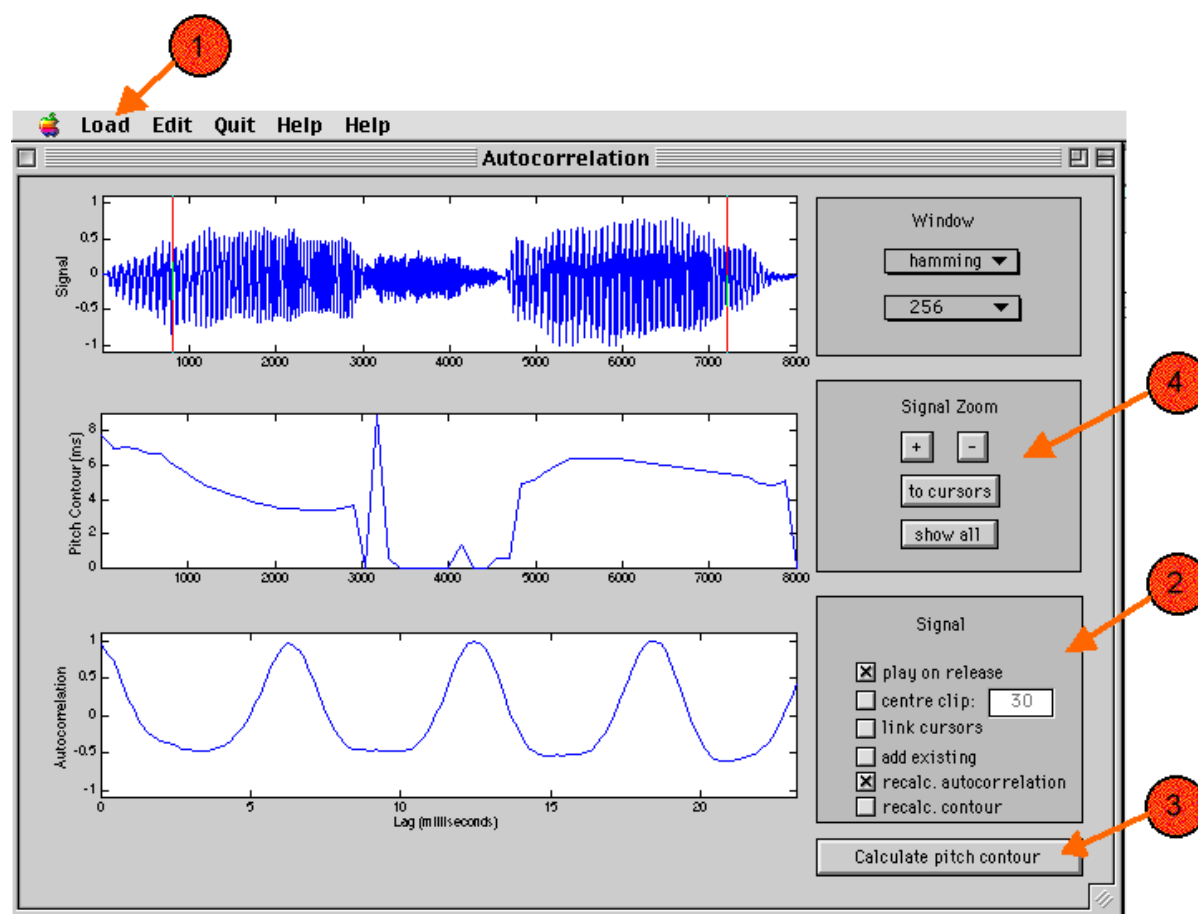
Ως εκ τούτου, το αποτέλεσμα από την κεντρική περικοπή έχει ως εξής:

$$y(n) = x(n) - CL [x(n) > CL]$$

$$y(n) = 0 [x(n) \leq CL]$$

δηλαδή, για δείγματα κάτω από το επίπεδο ψαλιδισμού, το αποτέλεσμα είναι μηδέν και για δείγματα πάνω από το επίπεδο ψαλιδισμού, το αποτέλεσμα είναι ίσο προς την είσοδο των προς επεξεργασία δεδομένων μείον το επίπεδο ψαλιδισμού.

Η Παρουσίαση



Πατήστε Auto για να αρχίσετε την παρουσίαση. Όταν εμφανιστεί το παράθυρο, χρησιμοποιείτε το load menu (1) για να φορτώσετε είτε έναν τόνο ή έναν θόρυβο ή ένα αρχείο ήχου. Το σήμα μπορεί να παιχθεί πατώντας με το ποντίκι οπουδήποτε εντός των αξόνων του σήματος.

Άπαξ και το σήμα έχει φορτωθεί και έχει εμφανιστεί, παρουσιάζεται μια σειρά από cursors. Αυτοί μπορεί να μετατοπιστούν για να επιλέξουν διάφορα μέρη του σήματος. Μπορεί να ενωθούν μαζί αν είναι αναγκαίο (2).

Στην προεπιλεγμένη ρύθμιση το τμήμα του σήματος που περιέχεται ανάμεσα στους cursors παίζεται μετά από κίνηση των cursors. Αυτό μπορεί να σβηστεί αν είναι

επιθυμητό(2). Η χρήση της τεχνικής centre clipping (δείτε ανωτέρω) και το επίπεδο ψαλιδισμού μπορούν επίσης να εμφανιστούν και να αναπτυχθούν βαθμιαίως (2).

Όταν κινείται ο cursor του αριστερού χεριού , το σχεδιάγραμμα του αυτοσυσχετισμού θα επανέλθει δείχνοντας το αποτέλεσμα της τρέχουσας συνάρτησης αυτοσυσχετισμού. Μια συνολική εκτίμηση της κορύφωσης του σήματος – το περίγραμμα τόνου του , μπορεί να παρουσιαστεί πατώντας το κουμπί στο δεξί κάτω μέρος του demo (3). Αυτό μπορεί αυτόματα να ενημερωθεί όταν το είδος του παράθυρου ή το μέγεθος του αλλαχθεί (2).

Το zoom panel (4) επιτρέπει στο σήμα (και στο περίγραμμα τόνου αν υπάρχει) να εμφανιστούν κοντύτερα.

Πράγματα προς διερεύνηση

1. Όταν τοποθετείτε τους cursors πάνω από ένα φωνήεν , τι σχήμα έχει το αποτέλεσμα της συνάρτησης αυτοσυσχετισμού ; Τώρα τοποθετείστε τους cursors πάνω από ένα σύμφωνο , για παράδειγμα έναν ήχο /s/. Τι σχήμα έχει τώρα το αποτέλεσμα ; Πώς μπορούν να εξηγηθούν οι παρατηρήσεις σας ;
2. Εμφανίστε το περίγραμμα τόνου. Ενώ ακολουθείτε αργά τα ίχνη του σήματος με τον αριστερό cursor , μελετείστε πως οι αυξήσεις και οι μειώσεις στον τόνο που δείχνετε πάνω στο περίγραμμα τόνου , σχετίζονται με τις αλλαγές στο αποτέλεσμα της συνάρτησης αυτοσυσχετισμού. Υπάρχουν τίποτα διακόπτες (πλαστές κορυφές) στο περίγραμμα τόνου ; Τι τις προκαλεί ;
3. Τι επίδραση έχει η ενεργοποίηση του centre clipping ;
4. Μήπως η αλλαγή στον τύπο παραθύρου αλλάζει τα σχεδιαγράμματα ; Αν ναι , γιατί ;

Αναφορές

[1] Rabiner, L.R. and Schafer, R.W., “Digital Processing of Speech Signals”. Prentice-Hall, 1978.

[2] Sondhi, M.M., “New Methods of Pitch Extraction” . IEEE Trans . Audio and Electroacoustics , Vol. AU-16, No.2, pp.262-266, June 1968.