

HY215 – Εφαρμοσμένα Μαθηματικά για Μηχανικούς

Μια «ανώδυνη» εισαγωγή στο μάθημα (και στο
MATLAB 😊)

Περιγραφή Παρουσίασης

- ▶ Μια πρώτη ιδέα για το μάθημα
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ Περιγραφή του μαθήματος
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ Παραδείγματα από πραγματικές εφαρμογές
 - ... == τι μας χρειάζονται όλα αυτά τα μαθηματικά;
- ▶ Προγραμματιστικό περιβάλλον MATLAB
 - Μικρή εισαγωγή
 - Πολλά μικρά και μεγάλα tutorials στο website
 - <http://www.csd.uoc.gr/~hy215/biblio.html>

Περιγραφή Παρουσίασης

- ▶ **Μια πρώτη ιδέα για το μάθημα**
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! 😊
- ▶ Περιγραφή του μαθήματος
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! 😊
- ▶ Παραδείγματα από πραγματικές εφαρμογές
 - ... == τι μας χρειάζονται όλα αυτά τα μαθηματικά;
- ▶ Προγραμματιστικό περιβάλλον MATLAB
 - Μικρή εισαγωγή
 - Πολλά μικρά και μεγάλα tutorials στο website
 - <http://www.csd.uoc.gr/~hy215/biblio.html>

Μια πρώτη ιδέα...

- ▶ Τίτλος μαθήματος: Εφαρμοσμένα Μαθηματικά για Μηχανικούς
 - Εναλλακτικά: (σε άλλα πανεπιστήμια)
 - Σήματα και Συστήματα, Μετασχηματισμοί και Διαφορικές Εξισώσεις, Επεξεργασία Αναλογικού Σήματος, Σήματα και Στοχαστικές Διαδικασίες, Εισαγωγή στα Σήματα, κλπ.
- ▶ Τι είναι ένα σήμα;
 - Ο όρος **σήμα** ορίζει γενικά κάτι που μεταφέρει πληροφορία.
 - Σήματα, για παράδειγμα, μπορούν να φέρουν πληροφορία για την κατάσταση ή τη συμπεριφορά ενός φυσικού συστήματος.
 - Σήματα χρησιμοποιούνται για την μεταφορά πληροφορίας μεταξύ ανθρώπων ή μεταξύ ανθρώπου και μηχανής.
 - Η φωνή, ο ήχος, το βίντεο, η εικόνα, είναι σήματα.
 - ...όπως και τα σήματα καπνού, οι χειρονομίες, και το άρωμα των λουλουδιών.
 - Το ανθρώπινο σώμα καθοδηγείται από χημικά σήματα.
 - Η μεταβολή της έντασης του φωτός σε μια οπτική ίνα είναι επίσης ένα σήμα.
 - Όλοι μας «επιπλέουμε» σε μια θάλασσα από σήματα! ☺
 - Τα σήματα εκφράζονται με μαθηματική μορφή ως συναρτήσεις μιας ή περισσότερων μεταβλητών.
 - Για παράδειγμα, ένα σήμα φωνής αναπαρίσταται μαθηματικά ως μια συνάρτηση του χρόνου
 - Μια φωτογραφική εικόνα αναπαρίσταται ως μια συνάρτηση φωτεινότητας σε ένα χώρο δυο διαστάσεων – μήκος και πλάτος.
- ▶ Αυτό το μάθημα αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία θα «χτίσετε» για να μάθετε –όσοι επιθυμείτε– περισσότερα σχετικά με την Επεξεργασία Σήματος, τα Δίκτυα, τις Τηλεπικοινωνίες, και πολλά άλλα.

Περιγραφή Παρουσίασης

- ▶ Μια πρώτη ιδέα για το μάθημα
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ **Περιγραφή του μαθήματος**
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ Παραδείγματα από πραγματικές εφαρμογές
 - ... == τι μας χρειάζονται όλα αυτά τα μαθηματικά;
- ▶ Προγραμματιστικό περιβάλλον MATLAB
 - Μικρή εισαγωγή
 - Πολλά μικρά και μεγάλα tutorials στο website
 - <http://www.csd.uoc.gr/~hy215/biblio.html>

Περιγραφή Μαθήματος

- ▶ Εισαγωγή στα σήματα
 - ▶ Σειρές Fourier και Ιδιότητες
 - ▶ Μετασχηματισμός Fourier και Ιδιότητες
 - ▶ Τυχαία σήματα*
 - ▶ Μετασχηματισμός Laplace
 - ▶ Δειγματοληψία
 - ▶ Διακριτός Μετασχηματισμός Fourier και Φίλτρα*
-
- ▶ Αποτελούν βάση για ΠΟΛΛΕΣ εφαρμογές

*Δε διδάσκονται πάντα

Περιγραφή Παρουσίασης

- ▶ Μια πρώτη ιδέα για το μάθημα
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ Περιγραφή του μαθήματος
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ **Παραδείγματα από πραγματικές εφαρμογές**
 - ... == τι μας χρειάζονται όλα αυτά τα μαθηματικά;
- ▶ Προγραμματιστικό περιβάλλον MATLAB
 - Μικρή εισαγωγή
 - Πολλά μικρά και μεγάλα tutorials στο website
 - <http://www.csd.uoc.gr/~hy215/biblio.html>

Πραγματικές Εφαρμογές

- ▶ Οι εφαρμογές αποτελούνται (αλλά δεν είναι μόνο αυτές) από
 - Επεξεργασία Ήχου
 - Κωδικοποίηση, Μοντελοποίηση, Ανάλυση, Κατηγοριοποίηση, Συμπίεση, Τμηματοποίηση, Βελτίωση...
 - HY572-Επεξεργασία Ήχου (project: φτιάξτε το MP3! ☺)
 - Επεξεργασία Φωνής
 - Ανάλυση, Σύνθεση, Μοντελοποίηση, Αναγνώριση (φωνής & ομιλητή), Κωδικοποίηση, Ταυτοποίηση, Βελτίωση, Κατηγοριοποίηση, Μετατροπή, Τροποποίηση...
 - HY578-Επεξεργασία Φωνής (project: μετατρέψτε τη φωνή σας σε ρομποτική, παιδική, ψυθιριστή, κλπ)
 - Επεξεργασία Εικόνας
 - Κωδικοποίηση, Τμηματοποίηση, Ανάλυση, Συμπίεση, Αναγνώριση, Ανακατασκευή, Αποκατάσταση...
 - HY471-Επεξεργασία Εικόνας (project: καθαρίστε μια εικόνα από θόρυβο)
 - Επεξεργασία Βίντεο
 - Βασίζεται σε επεξεργασία διαδοχικών εικόνων
 - Αντίληψη της κίνησης από μία ακολουθία εικόνων, Ανίχνευση μεταβολών και εντοπισμός κινούμενων αντικειμένων, Βελτίωση και Αποκατάσταση...
 - HY576-Επεξεργασία Βίντεο (project: παρακολούθηση αντικειμένου σε βίντεο)
 - Τηλεπικοινωνίες, Κινητή Τηλεφωνία, Ψηφιακές Επικοινωνίες, Προσωπικά Συστήματα Επικοινωνιών, Πολυμέσα, Ανάλυση Βιοϊατρικού Σήματος
 - HY330, HY370, HY430, HY431, HY531, HY532, HY474, HY473, HY472, κλπ.

Πραγματικές Εφαρμογές

- ▶ Τι μπορούμε να κάνουμε;
 - Μερικά παραδείγματα από τους τομείς που συζητήσαμε
 - Επεξεργασία Φωνής
 - Επεξεργασία Ήχου
 - Επεξεργασία Εικόνας

Πραγματικές Εφαρμογές

- ▶ Τι μπορούμε να κάνουμε;
 - Μερικά παραδείγματα από τους τομείς που συζητήσαμε
 - Επεξεργασία Φωνής
 - Επεξεργασία Ήχου
 - Επεξεργασία Εικόνας

Επεξεργασία Φωνής

Τι μπορούμε να κάνουμε;

▶ Φωνή:



▶ Λιοντάρι:



▶ Talking lion:



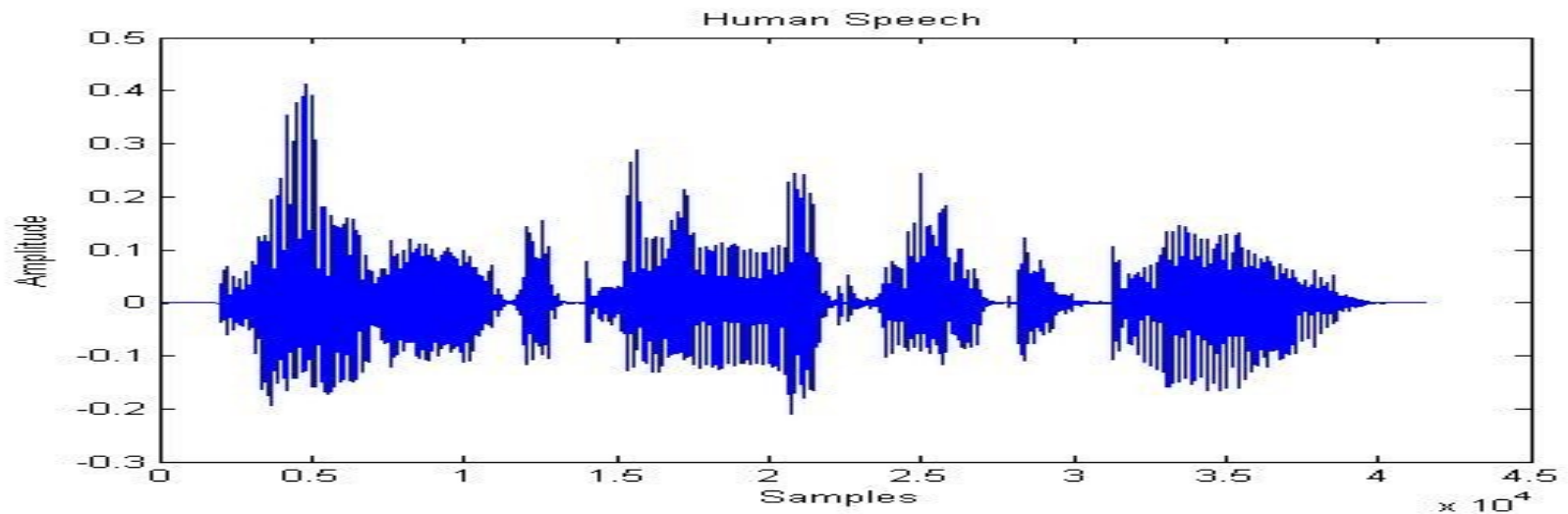
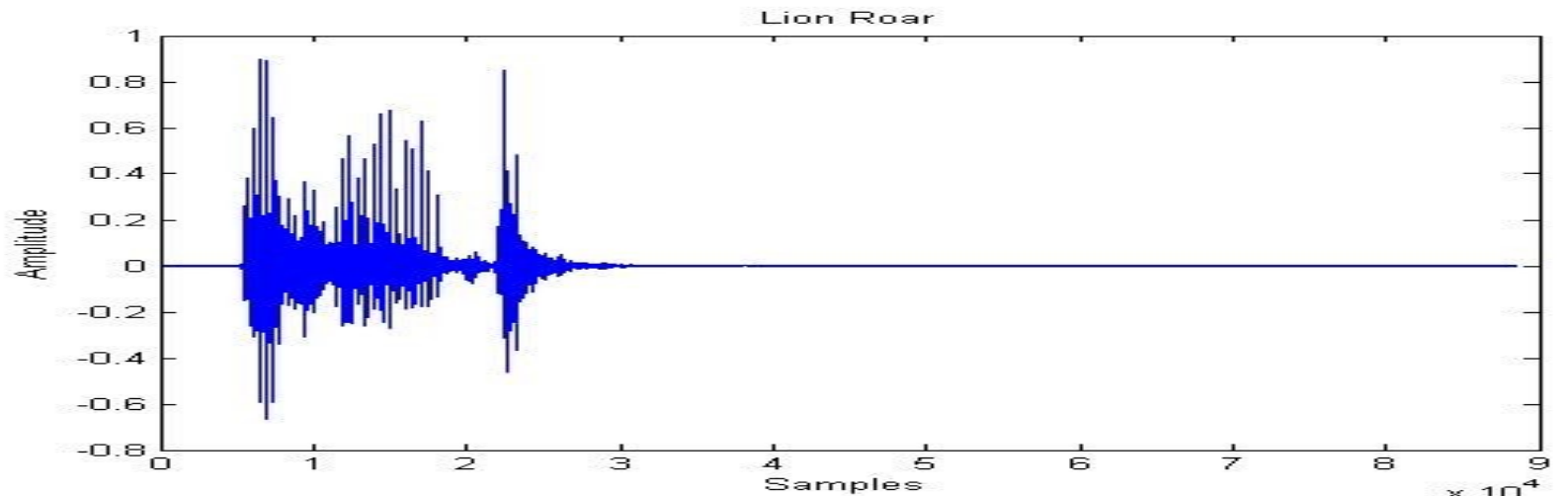
Επεξεργασία Φωνής

Talking Lion: Πώς;

- ▶ Βασικές Αρχές Παραγωγής Φωνής
 - Δυο στάδια (χονδρικά):
 - Πηγή – source (φωνητικές χορδές)
 - Φίλτρο – filter (στοματική κοιλότητα)
 - Γραμμική σχέση εισόδου–εξόδου (source–filter model)
- ▶ Διαχωρίζουμε τα στοιχεία από το σήμα:
 - Άνθρωπος: πηγή, φίλτρο
 - Λιοντάρι: πηγή, φίλτρο
- ▶ Βάζουμε την πηγή του ενός στο φίλτρο του άλλου! 😊 (συγκεκριμένα την πηγή του λιονταριού στο φίλτρο του ανθρώπου)

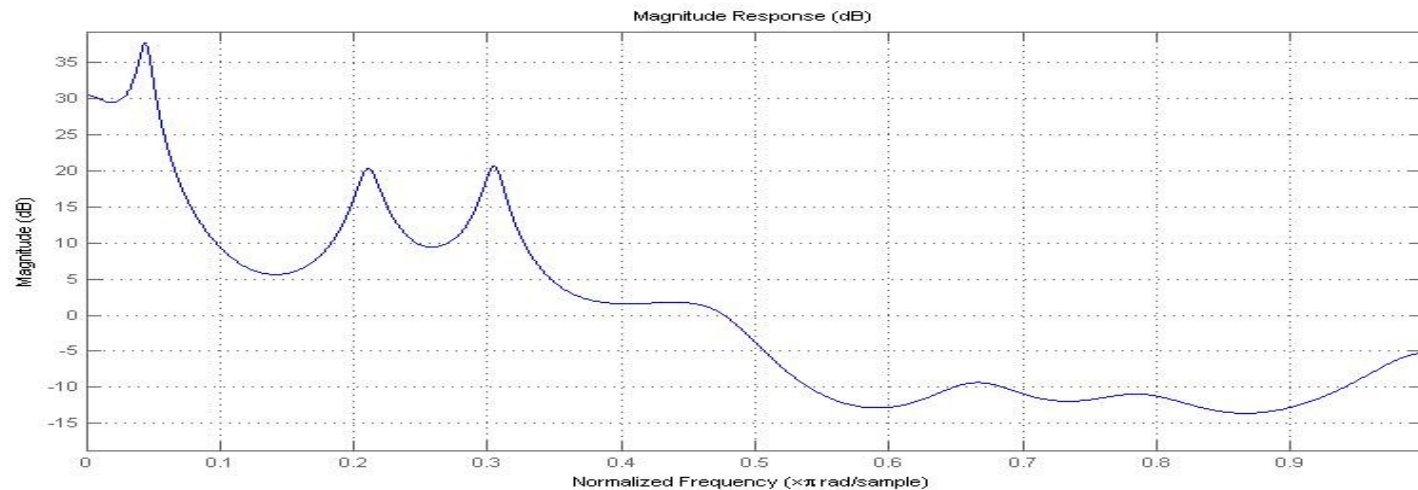
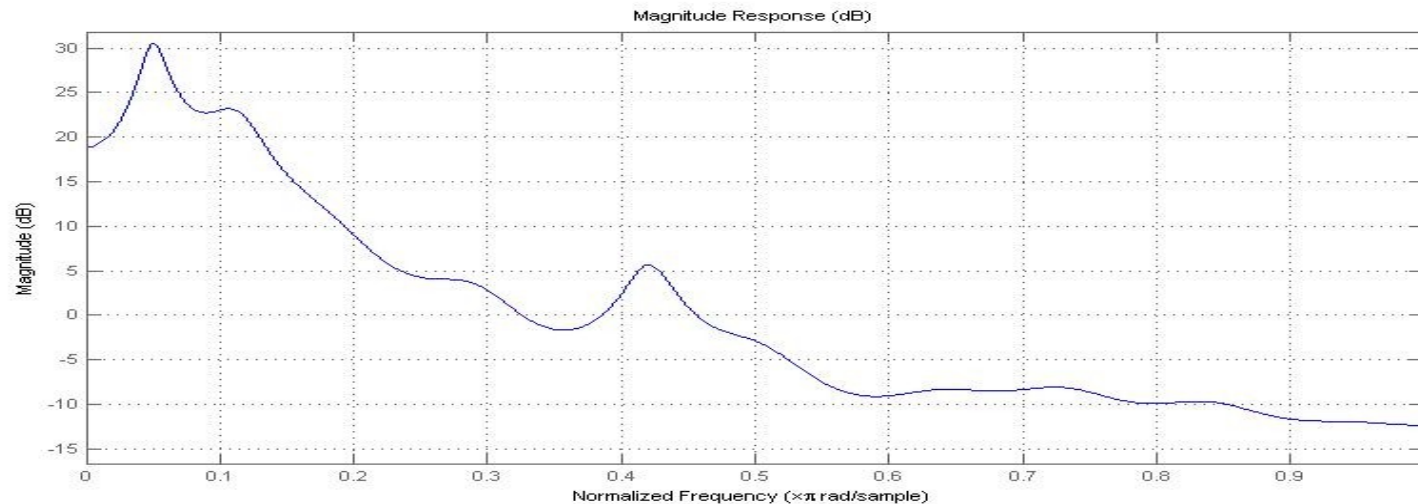
Επεξεργασία Φωνής

Talking Lion: Σήματα



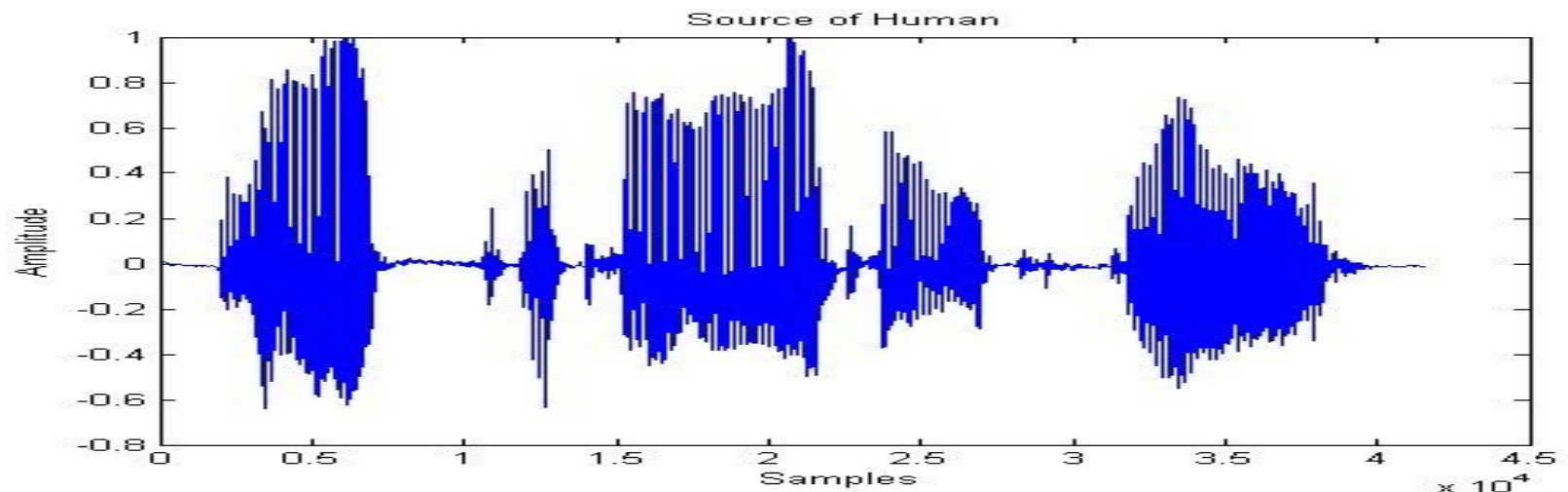
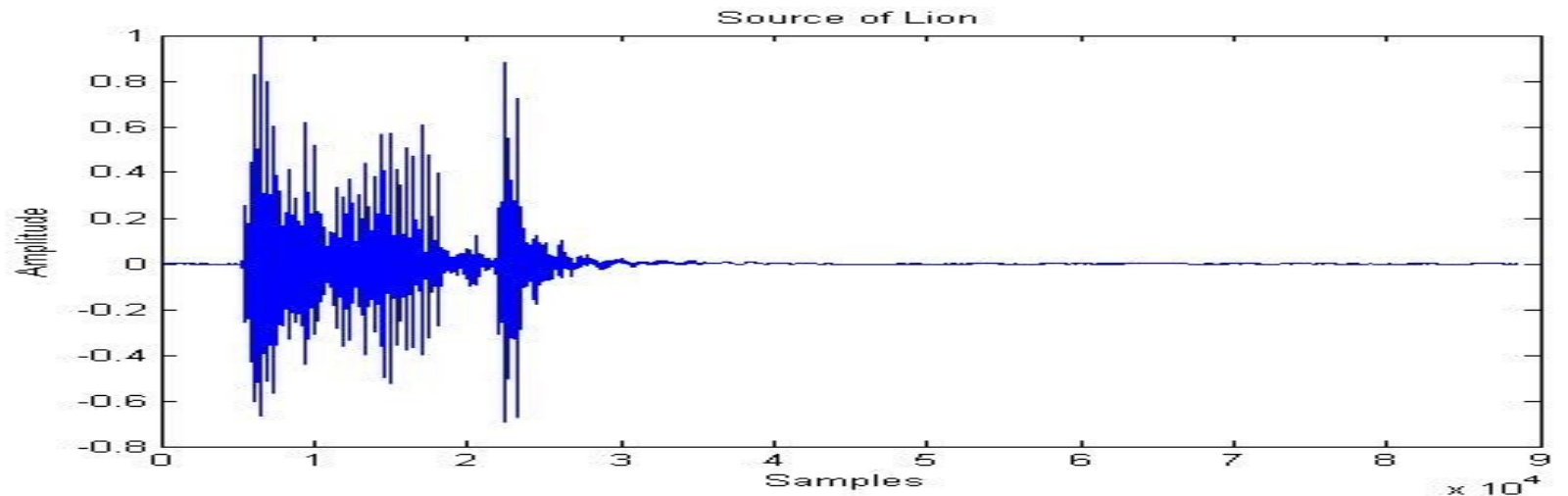
Επεξεργασία Φωνής

Talking Lion: Φωνητικές οδοί



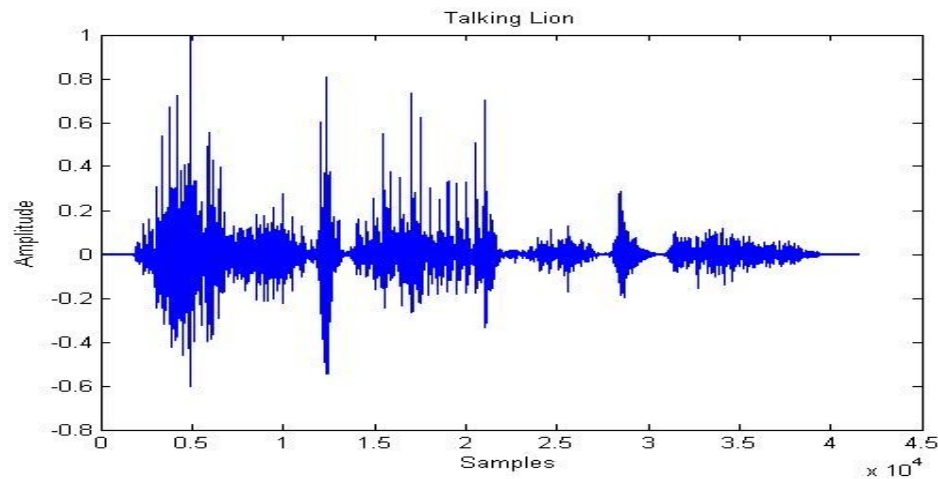
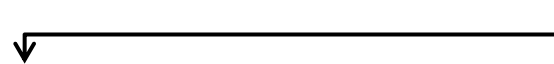
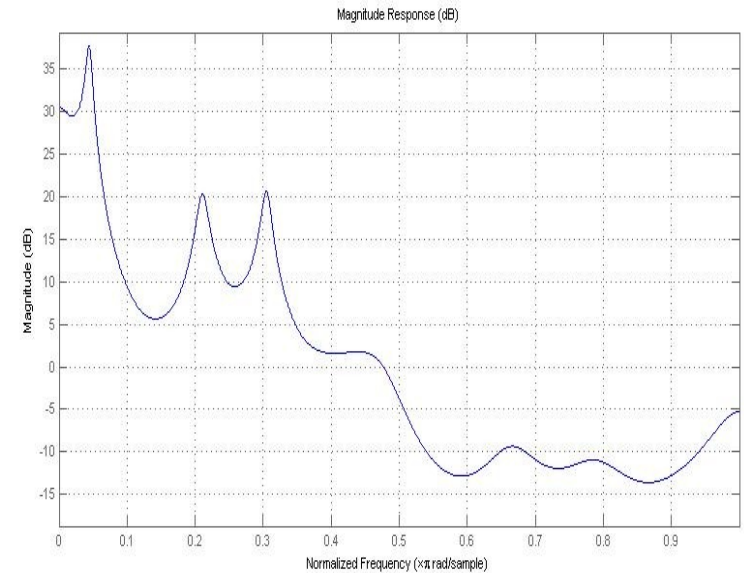
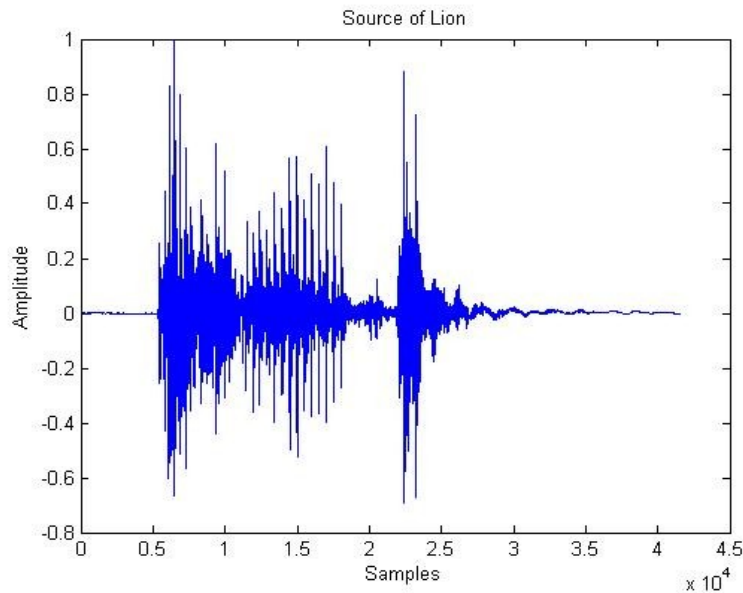
Επεξεργασία Φωνής

Talking Lion: Πηγές



Επεξεργασία Φωνής

Talking Lion: Μετασχηματισμός



Επεξεργασία Φωνής

Τι μπορούμε να κάνουμε;

▶ Σήμα:



▶ Μετασχηματισμός I:



▶ Μετασχηματισμός II:

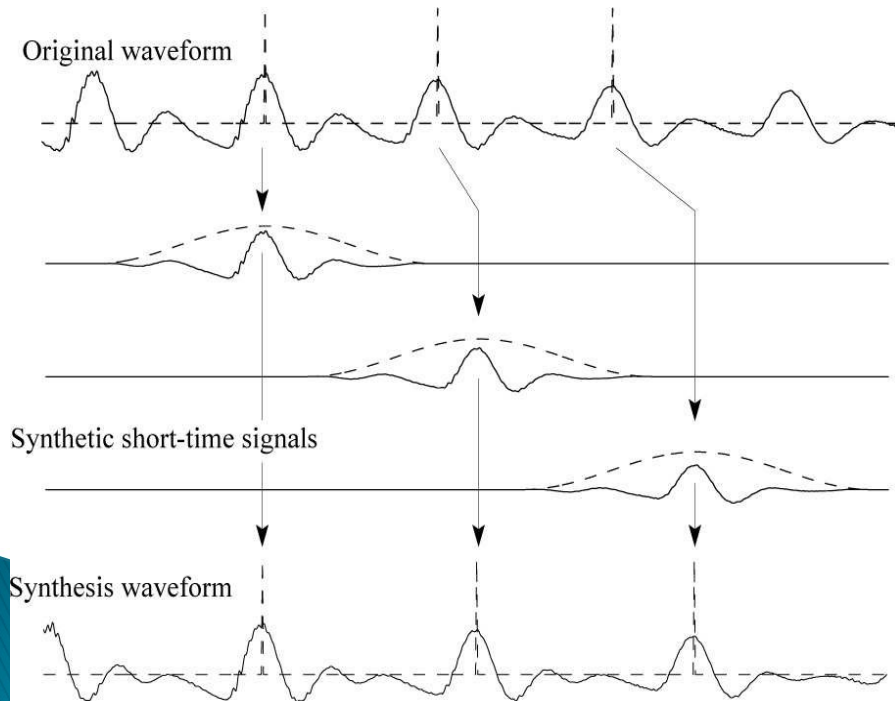


Επεξεργασία Φωνής

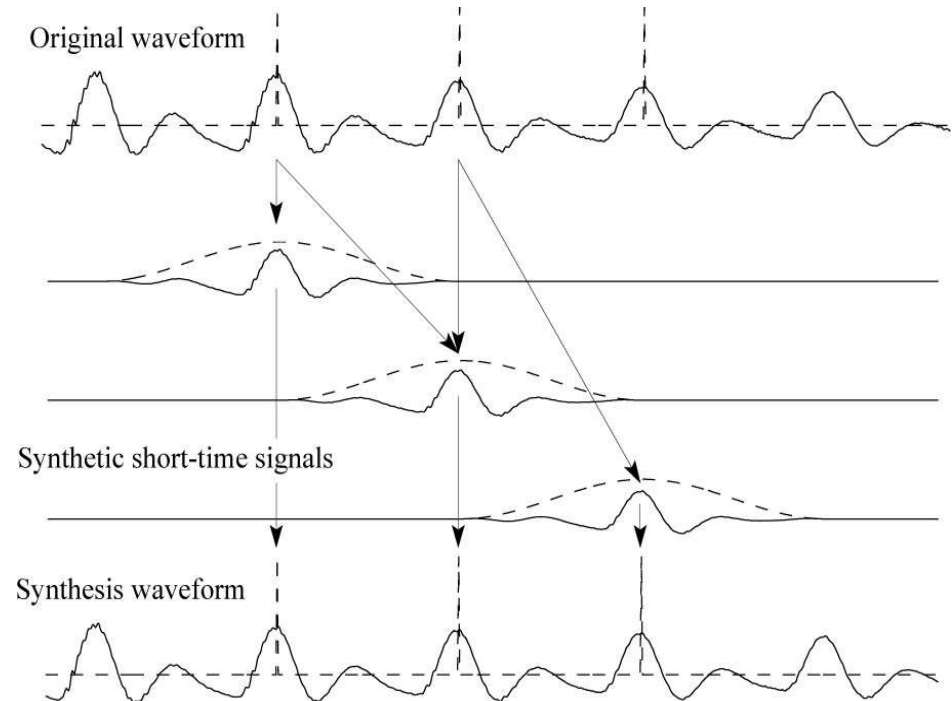
Μετασχηματισμοί Φωνής: Πώς;

- ▶ Πολλοί τρόποι
 - «Παίζοντας» με το σήμα στο χρόνο (“κόψε-ράψε”)

Pitch-scale



Time-scale

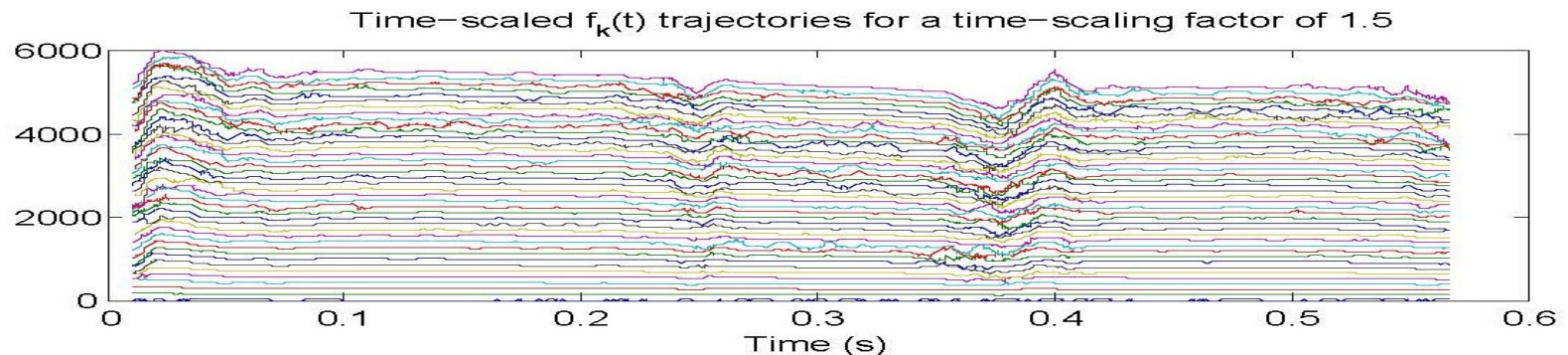
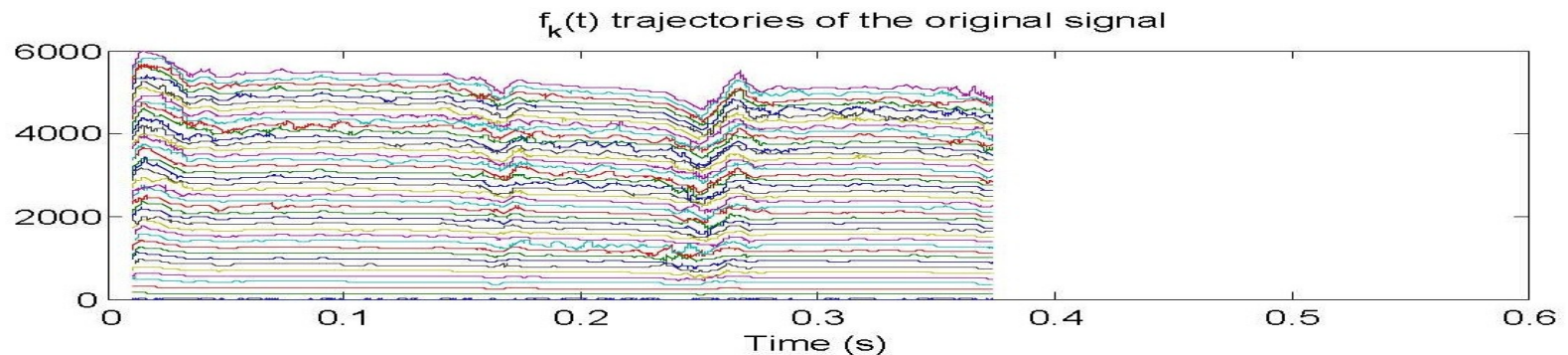


Επεξεργασία Φωνής

Μετασχηματισμοί Φωνής: Πώς;

► Μοντελοποίηση

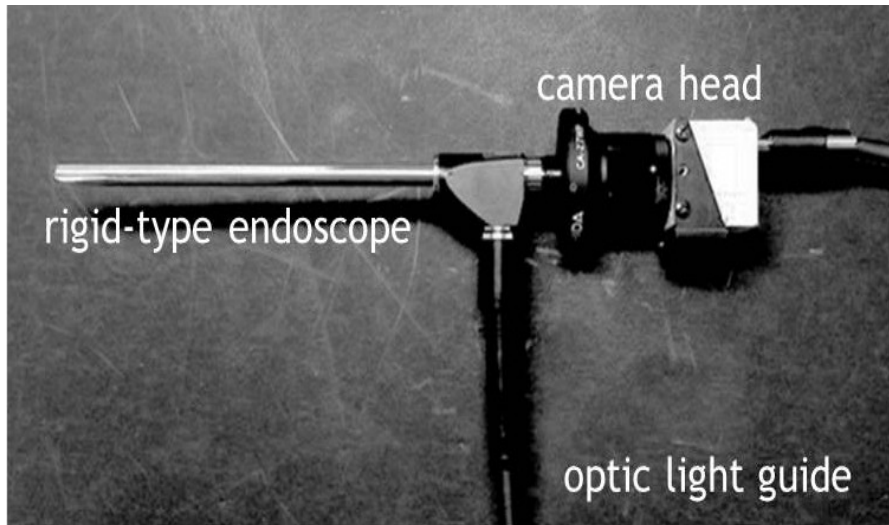
- «Παίζοντας» με παραμέτρους του σήματος
 - Ανάλυση σε Ημίτονα (πλάτη, συχνότητες, φάσεις)
 - «Τέντωμα» ή «συρρικνωμα» στο χρόνο -> Time-scale
 - Μετατόπιση στη συχνότητα -> Pitch-scale



Επεξεργασία Φωνής

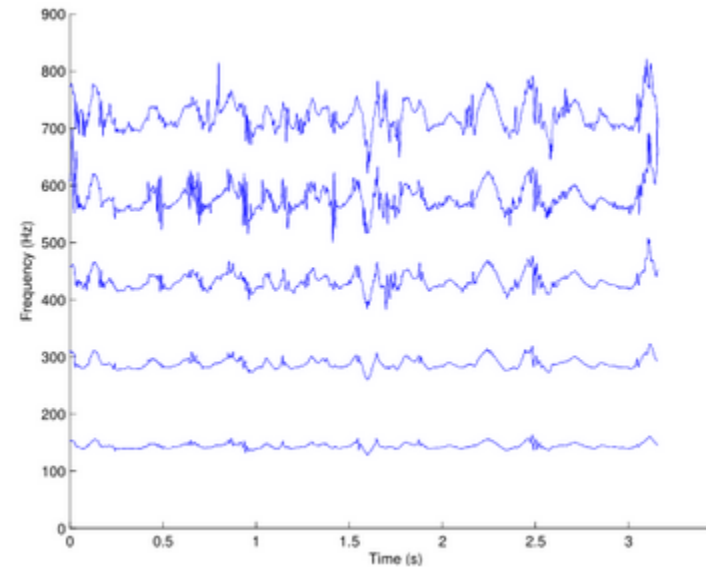
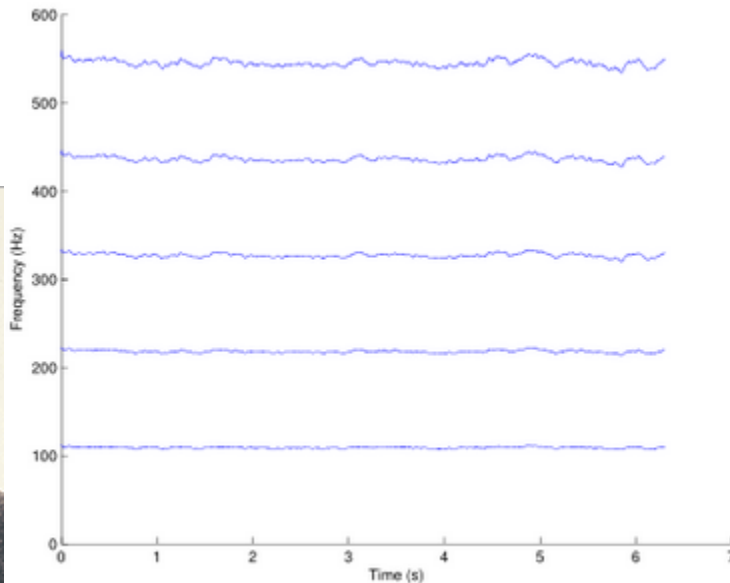
Ιατρικές εφαρμογές

- ▶ Παθήσεις στις φωνητικές χορδές
- ▶ Ιατρική εξέταση για ανίχνευση παθολογίας...



Επεξεργασία Φωνής ...ή εναλλακτικά...

- ▶ Καταγραφή και ανάλυση του σήματος φωνής
- ▶ Εξαγωγή χαρακτηριστικών όπως τρέμουλου και διαφορών άλλων συχνοτήτων διαμόρφωσης με μη φυσιολογικά πλάτη



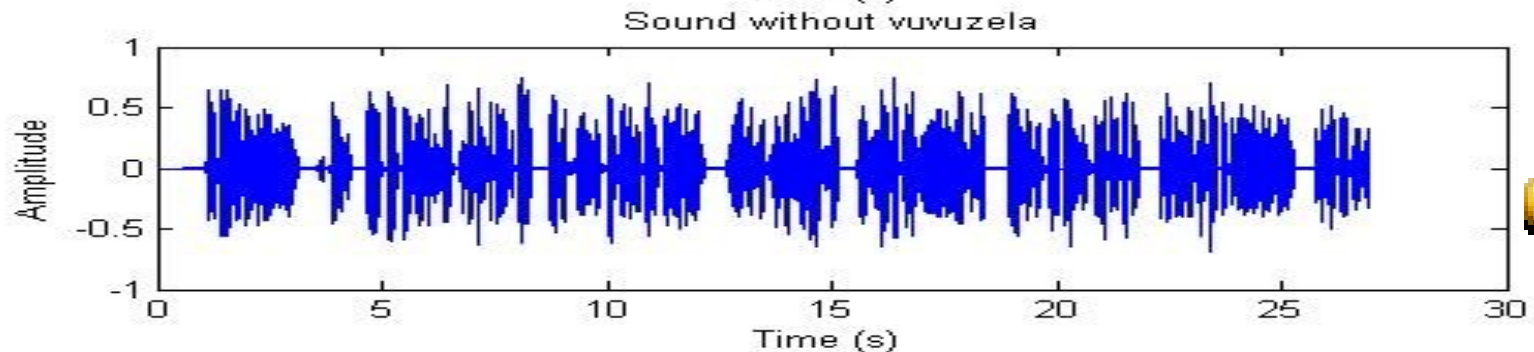
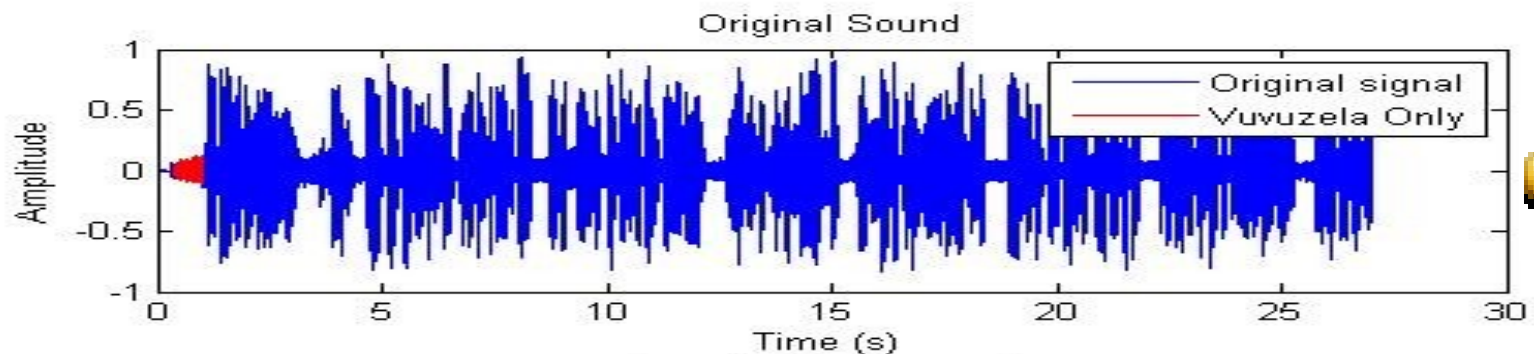
Πραγματικές Εφαρμογές

- ▶ Τι μπορούμε να κάνουμε;
 - Μερικά παραδείγματα από τους τομείς που συζητήσαμε
 - Επεξεργασία Φωνής
 - **Επεξεργασία Ήχου**
 - Επεξεργασία Εικόνας

Επεξεργασία Ήχου

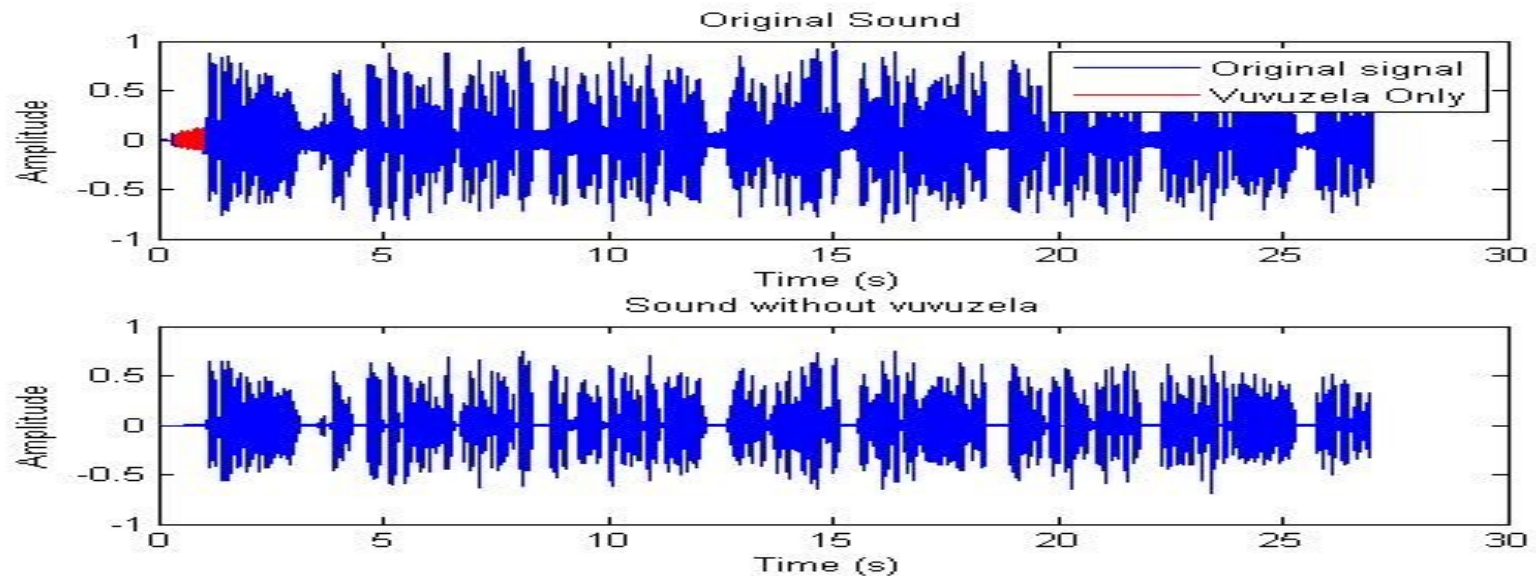
Τι μπορούμε να κάνουμε;;;

- ▶ Βελτίωση σήματος
 - Παγκόσμιο Κύπελλο 2010 – Νότια Αφρική
 - Ενοχλητικός ήχος από βουβουζέλες
 - Μετάδοση αγώνων – αφαίρεση «θορύβου» βουβουζέλων



Επεξεργασία Ήχου

Καθαρισμός σήματος: Πώς;



- ▶ Κόκκινο τμήμα: μόνο θόρυβος
 - Εκτίμηση στατιστικών θορύβου (ισχύς, μέση τιμή, φάσμα)
 - «Μέση» αφαίρεση των ιδιοτήτων του από το σήμα
 - Τεχνικές spectral subtraction

Πραγματικές Εφαρμογές

- ▶ Τι μπορούμε να κάνουμε;
 - Μερικά παραδείγματα από τους τομείς που συζητήσαμε
 - Επεξεργασία Φωνής
 - Επεξεργασία Ήχου
 - Επεξεργασία Εικόνας

Επεξεργασία Εικόνας

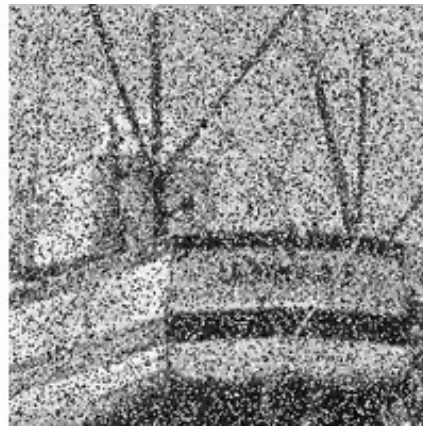
Τι μπορούμε να κάνουμε;;;

- ▶ Αποκατάσταση Εικόνας
 - Αφαίρεση θορύβου «αλάτι-πιπέρι» (salt & pepper noise)

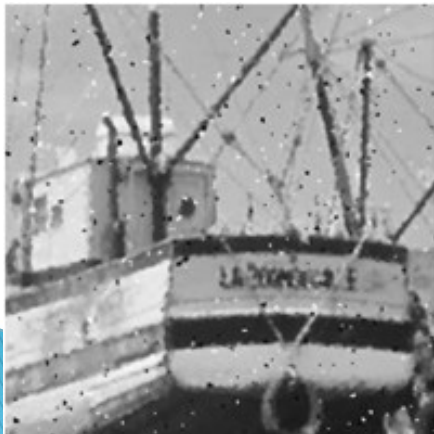
Αυθεντική



Με θόρυβο



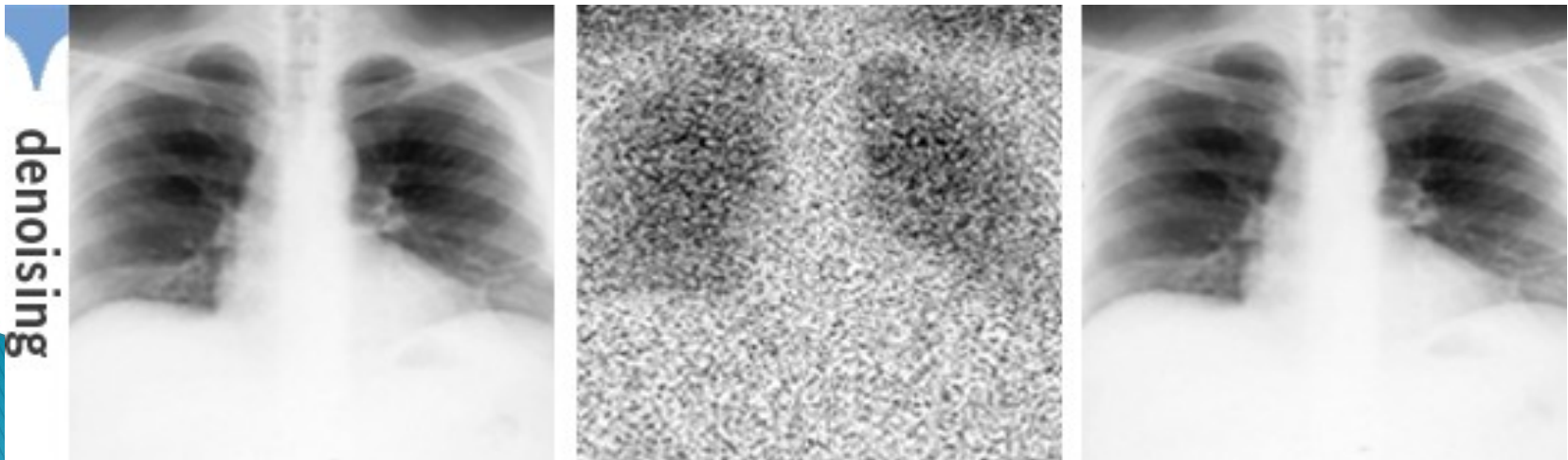
Μετά



Επεξεργασία Εικόνας

Αφαίρεση θορύβου: Πώς;

- ▶ Salt & Pepper noise
 - Κάποια pixels γίνονται μαύρα ή άσπρα
 - Φίλτρο καθαρισμού
 - Median filter 3x3, 5x5, 7x7 pixels
 - Επιλέγει ένα block εικόνας ανάλογου μεγέθους, κάνει sorting τις τιμές των pixels, και επιλέγει τη **μεσαία τιμή**
 - Αποθηκεύει αυτήν την τιμή στο pixel που αντιστοιχεί στο κέντρο του block
 - Καθαρίζει καλά αλλά για ισχυρό θόρυβο χρειάζονται μεγάλα blocks ($> 5 \times 5$), κι αυτό προκαλεί «θόλωμα» (blurring) στην εικόνα



Περιγραφή Παρουσίασης

- ▶ Μια πρώτη ιδέα για το μάθημα
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ Περιγραφή του μαθήματος
 - ...χωρίς καθόλου εξισώσεις!!! ☺
- ▶ Παραδείγματα από πραγματικές εφαρμογές
 - ... == τι μας χρειάζονται όλα αυτά τα μαθηματικά;
- ▶ **Προγραμματιστικό περιβάλλον MATLAB**
 - **Μικρή εισαγωγή**
 - Πολλά μικρά και μεγάλα tutorials στο website
 - <http://www.csd.uoc.gr/~hy215/biblio.html>

Συμμετέχω

ΟΛΙΓΩΝ ΛΕΙΤΤΩΝ