

# Ψηφιακή Επεξεργασία Ήχου

## Μάθημα 7: Χρονική Ανάλυση Σήματος

Π.Μ.Σ. «Τεχνολογίες Ήχου και Μουσικής»

Δρ. Χρυσούλα Αλεξανδράκη

Τμήμα Μουσικής Τεχνολογία και Ακουστικής

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

# Ανίχνευση έναρξης ηχητικών συμβάντων

Audio Onset Detection

# Onset Detection

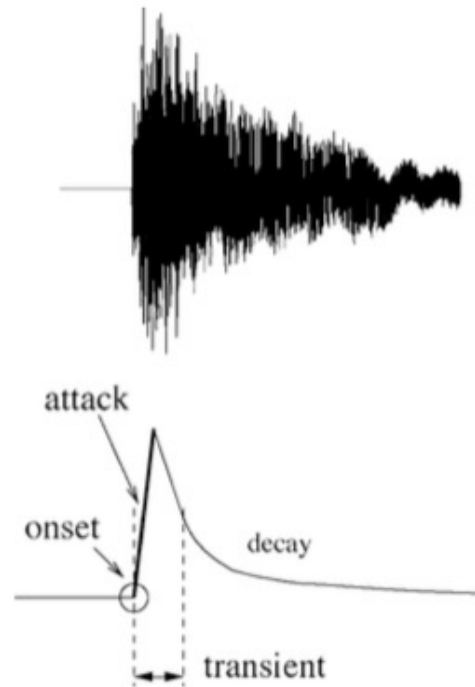


Fig. 1. "Attack," "transient," "decay," and "onset" in the ideal case of a single note.

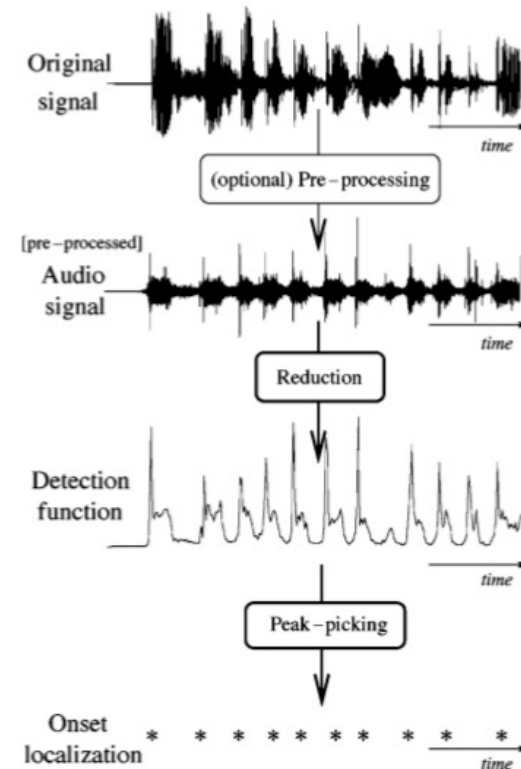


Fig. 2. Flowchart of a standard onset detection algorithm.

Bello, J. P., Daudet, L., Abdallah, S., Duxbury, C., Davies, M. and M. B. Sandler. 2005. "A Tutorial on Onset Detection in Music Signals," *IEEE Transactions On Speech And Audio Processing*, 13(5): 1035-1047.

# Αλγόριθμος Audio Onset Detection

## 1. Προ-επεξεργασία (Pre-Processing)

- ▶ Normalization, DC Removal, Harmonic Percussive Separation

## 2. Αναγωγή (Reduction)

- ▶ Υπολογισμός ενός Onset Detection Function (ODF)
  - ▶ Λέγεται και Spectral Novelty
  - ▶ Συχνά χρησιμοποιείται η φασματική ροή (Spectral Flux) ή συνδυασμός από διάφορα features

## 3. Εντοπισμός Κορυφών (Peak-Picking)

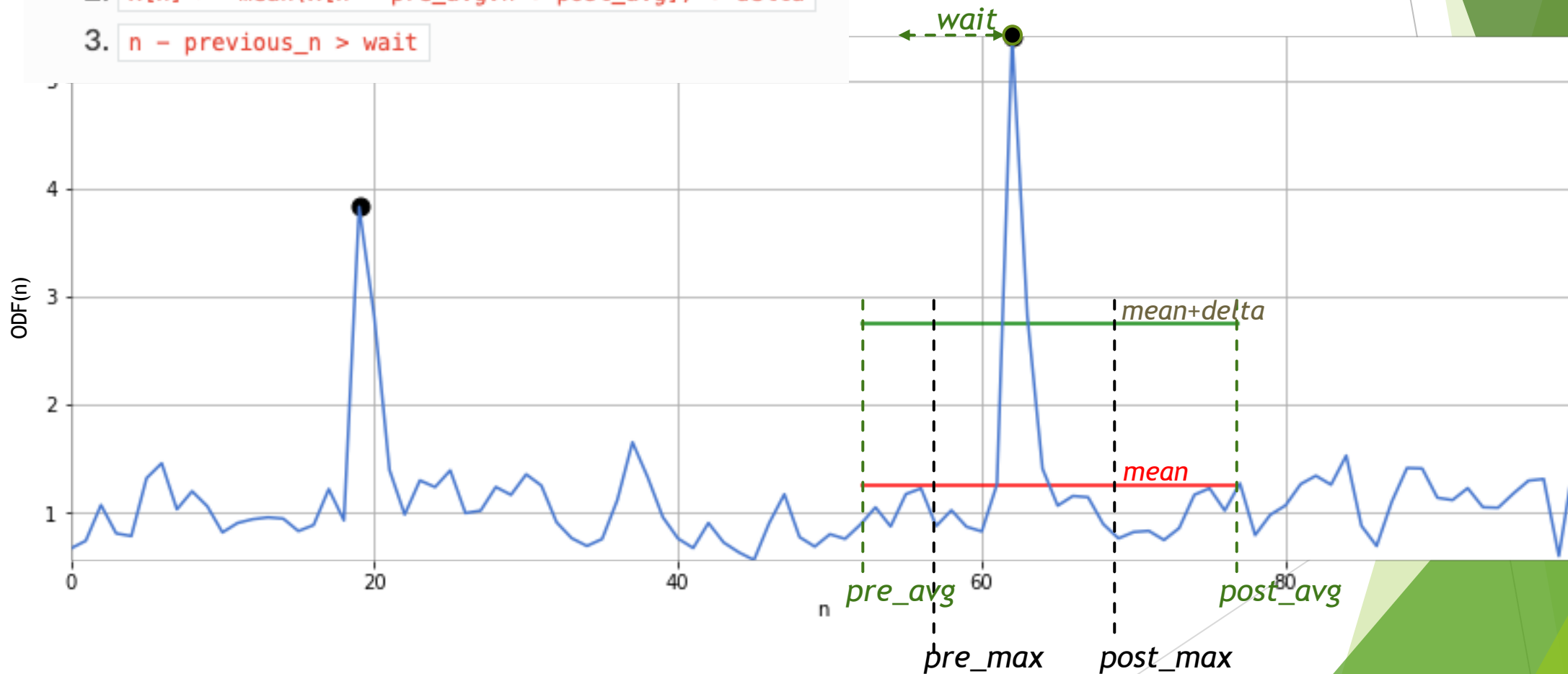
- ▶ Επιλογή κορυφών της ODF ως πιθανά onsets

## 4. Οπισθοδρόμηση (Backtracking)

- ▶ Διόρθωση ώστε τα onsets να προηγούνται των τοπικών μεγίστων
- ▶ μετατοπίζει ένα σημείο έναρξης στο τοπικό ελάχιστο της συνάρτησης καινοτομίας που προηγείται του τοπικού μεγίστου που έχει αναγνωρισθεί ως σημείο έναρξης από το στάδιο του εντοπισμού κορυφών.
- ▶ Εφαρμόζεται μόνο σε offline processing

# Peak-picking (Boeck et al. 2012)

1.  $x[n] == \max(x[n - \text{pre\_max}:n + \text{post\_max}])$
2.  $x[n] \geq \text{mean}(x[n - \text{pre\_avg}:n + \text{post\_avg}]) + \text{delta}$
3.  $n - \text{previous\_n} > \text{wait}$



# librosa

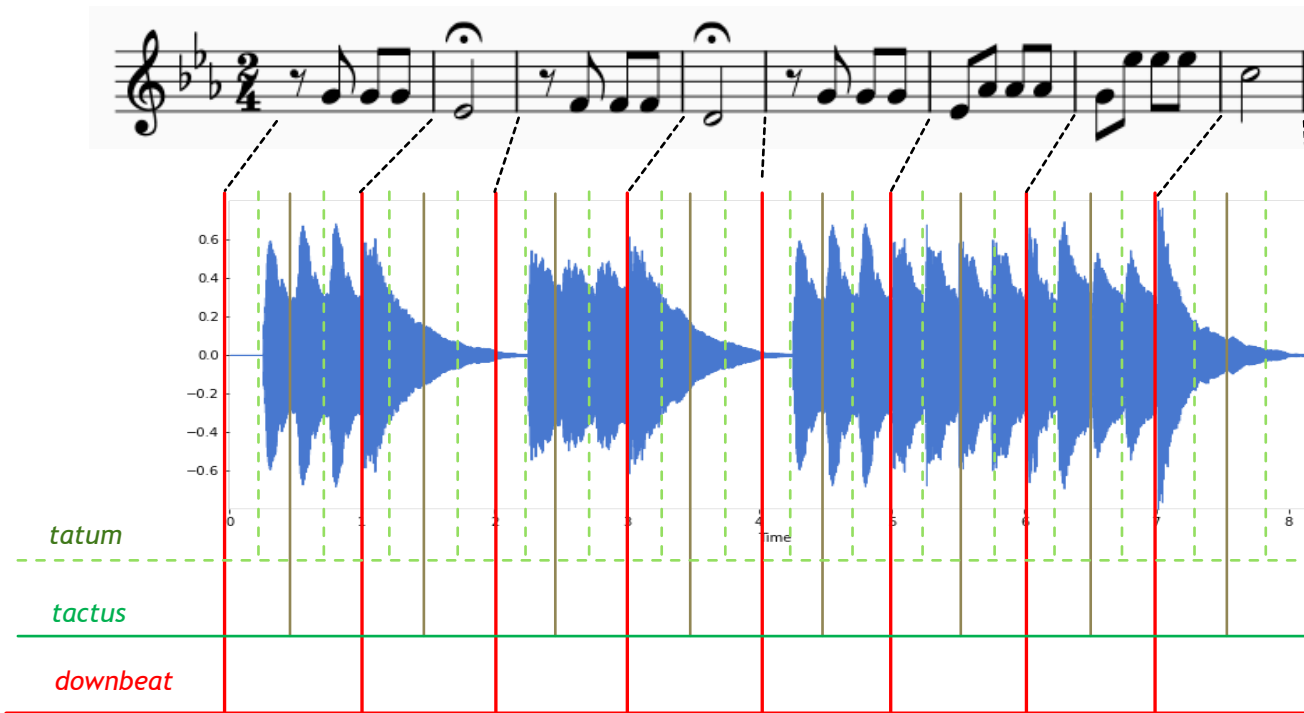
- ▶ <https://librosa.org/doc/latest/tutorial.html>
- ▶ Πακέτο της Python για ανάλυση μουσικού σήματος
- ▶ Έτοιμες συναρτήσεις που υλοποιούν αλγόριθμους για
  1. Audio Feature Extraction
  2. Onset Detection
  3. Beat Tracking
  4. Signal Decomposition
  5. Audio Effects
  6. Audio Synchronization κα.

# Παρακολούθηση ηχητικού ρυθμού

Beat Tracking

# Επίπεδα Ρυθμικών Παλμών

*Beethoven, Symphony No. 5 in C minor, Op.67*





# Αλγόριθμος Παρακολούθησης Ρυθμού

## 1. Υπολογισμός Συνάρτησης Καινοτομίας

- ▶ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η φασματική ροή

## 2. Καταστολή μικρο-διακυμάνσεων

- ▶ Υπολογίζεται ο μέσος όρος της συνάρτησης καινοτομίας
- ▶ Και αφαιρείται οποιαδήποτε τιμή είναι μικρότερη από το μέσο όρο με (ημιανόρθωση)

## 3. Εντοπισμός Κορυφών (Peak-Picking)

- ▶ Επιλογή κορυφών της συνάρτησης καινοτομίας ως beat times

## 4. Υπέρθεση ενός click track πάνω στο αρχικό σήμα

- ▶ για να ακούσω εάν εντοπίστηκαν σωστά τα beats

# Υπολογισμός Τοπικό/Μέσο Tempo

- ▶ Inter -Beat - Interval (IBI)
  - ▶ Εάν το κάθε beataπέχει από το επόμενο IBI (sec), το τέμπο θα είναι
    - ▶  $t = 60/IBI$