

Procesarea Semnalelor

Laboratorul 5

Prelucrare audio

1 Noțiuni introductive

Structura unui sunet

Văzut ca o undă a cărei amplitudine se schimbă în timp, un sunet are 4 componente de bază:

- **Timpul de atac** (*attack*) reprezintă intervalul de timp de la începutul sunetului până la atingerea maximului de amplitudine (volum).
- **Timpul de amortizare** (*decay*) este intervalul de timp dintre maximul de amplitudine și intrarea într-un nivel constant de amplitudine și reprezintă o scădere în intensitate.
- **Timpul de susținere** (*sustain*) reprezintă intervalul în care valoarea amplitudinii se menține constantă.
- **Timpul de descreștere** (*release*) este ultima fază a sunetului, până când acesta încetează să mai fie auzit.

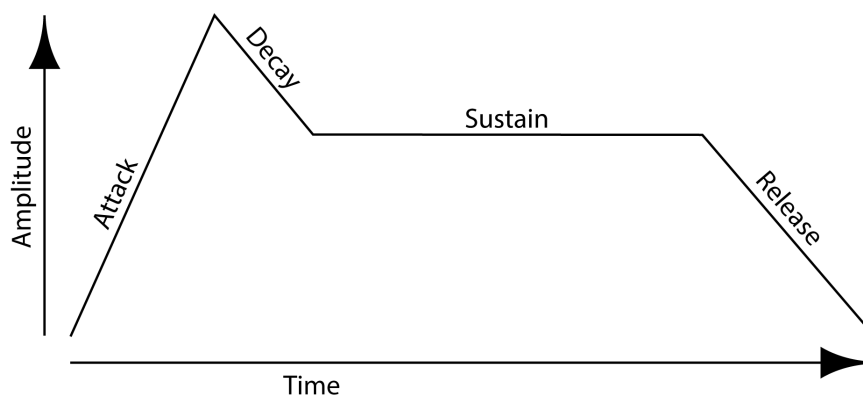


Figura 1: Sound envelope

[Sursa imaginii](#)

Figura 1 prezintă schematic aceste componente, graficul purtând denumirea de *sound envelope* (înfășurătoare). Pe [pagina](#) de unde a fost preluată imaginea găsiți un exemplu de sinteză a unui sunet în Python, pornind de la caracteristicile înfășurătoarei.

Volum și gain

Deseori noțiunea de *gain* este utilizată pentru a desemna volumul unui sunet și se măsoară în dB. Însă diferența fundamentală între cele două mărimi stă în momentul în care acestea se aplică în secvența de prelucrare.

O modificare în volum se referă la schimbarea amplitudinii semnalului audio la sfârșitul prelucrării (i.e. la redare), în timp ce o modificare de *gain* se produce înainte de prelucrări (cum ar fi preamplificări).

Din acest motiv, schimbând *gain*-ul unui sunet acesta va fi distorsionat, va suna mai mult sau puțin „curat”, independent de volum.

Operația de modificare a amplitudinii (volumului) unui sunet, de obicei pentru a-l aduce la nivele similare cu cel al altor instrumente dintr-o piesă, se numește **normalizare**.

Delay și reverb

Delay-ul se mai numește și **ecou** și se folosește de obicei pentru a controla timpul în care sunetele provenind de la instrumente aflate la distanțe diferite ajung la ascultător sau la echipamentele de înregistrare.

Fenomenul de **reverberație** (*reverb*) se produce datorită reflexiei semnalului audio într-un spațiu, ce produce copii ale sunetului inițial. Spre deosebire de ecou, unde copia semnalului este distanțată în timp de original, în cazul *reverb*-ului, aceasta este percepută concomitent cu sunetul inițial. Efectul de reverb este folosit de obicei pentru a „umple” sunetul, a-l face să sune mai „plin”.

Tempo

Tempoul reprezintă viteza cu care o melodie este redată, fiind una din mărimile ce descriu structura temporală a unei melodii. Se măsoară în *beats per minute* (**BPM**).

Estimarea tempoului dintr-o înregistrare se realizează de regulă printr-un algoritm ce identifică momentele în care se produc schimbări semnificative, cum ar fi trecerea de la o notă muzicală la alta urmată de estimarea periodicității cu care aceste evenimente se produc.

Pentru prima etapă se pot utiliza diferite metode, ce analizează secvența de sunete fie în domeniul timpului, fie în frecvență. Spre exemplu, se pot identifica vârfurile de amplitudine (volum) sau modificările spectrului, folosind transformata Fourier. Figura 2 ilustrează un astfel de proces, pornind de la spectrogramă (imagine preluată din [lucrarea](#) a lui M. Alonso, B. David și G. Richard).

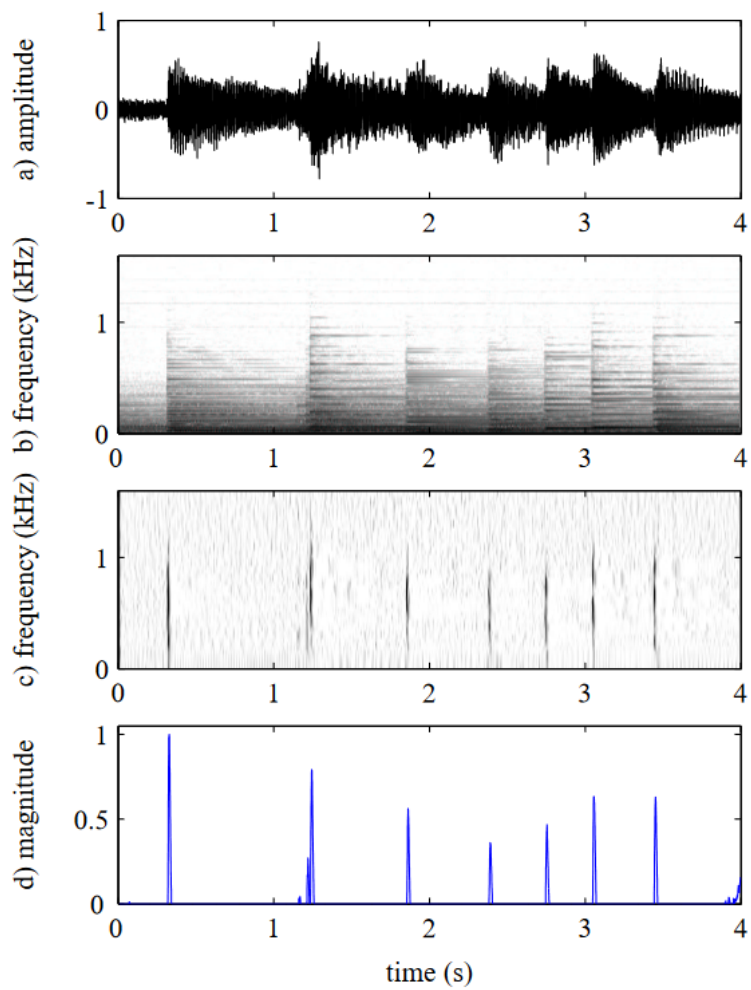


Figura 2: Identificarea timpului. a) reprezintă forma de undă a înregistrării unei secvențe de pian; b) este spectrograma semnalului; c) reprezintă fluxul de energie spectrală, ce măsoară schimbările puterii spectrale, iar d) funcția ce identifică momentele de schimbare.

2 Ghid Audacity

Audacity este un program gratuit și *open source* care oferă funcționalități de înregistrare și prelucrare audio pe calculator.

- Pentru a **importa** un fișier audio într-un proiect Audacity, folosiți meniul *File* → *Import* → *Audio*. În cazul înregistrărilor stereo, veți vedea 2 track-uri distincte, câte unul pentru fiecare canal.
- Puteți **selecta** un anumit interval dintr-un track fie manual, dând click stânga la începutul zonei de interes și derulând până la sfârșit, fie introducând valorile de timp în bara de jos, în zona de *Selection*. Întregul track se poate selecta folosind meniul *Select* din bara de sus.
- Pentru a muta un track în timp selectați-l, faceți **Cut and Paste** la momentul de timp la care vreți să-l mutați.
- Pentru a normaliza / schimba amplitudinea unui track, folosiți funcția *Amplify* din meniul *Effects*, după ce ați selectat porțiunea pe care vreți să o modificați.
- Pentru a estima tempoul, selectați track-ul/urile de interes, apoi din meniul *Analyze* alegeți opțiunea de *Beat Finder*.
- Puteți adăuga efecte de ecou și reverb din menu-ul *Effects*.

3 Exerciții

Pe site, pe lângă acest material veți găsi și fișiere audio cu înregistrări pentru 4 instrumente: tobe, bas, chitară, clape. Melodia are un tempo de 170 BPM.

1. Deschideți Audacity și importați track-urile de **tobe** și **clape**.
2. Adăugați track-ul de **chitară electrică** și poziționați-l să înceapă la **secunda 23**.
3. Adăugați track-ul de **chitară bas**, tot începând cu **secunda 23** și normalizați-l (amplificați-l cu +15dB).