

# Generare MIDI folosind algoritmi genetici

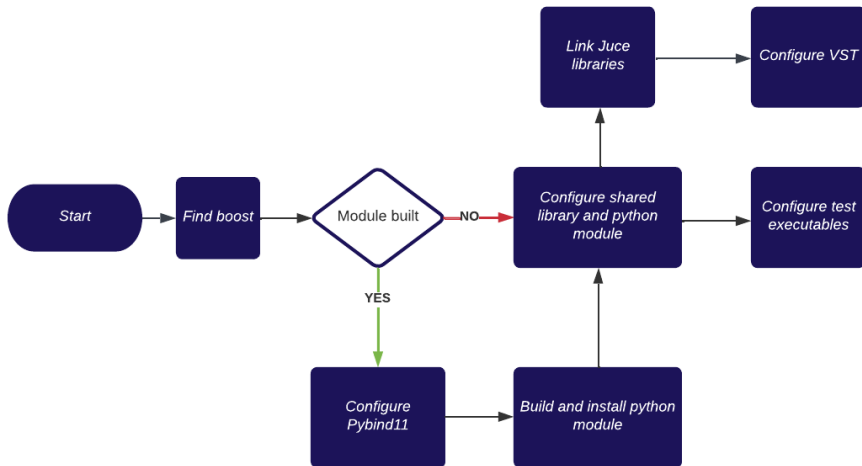
Gheorghe Andrei

Septembrie, 2022

- 1 Arhitectură
- 2 Python module
- 3 Audio plugin
- 4 Posibile dezvoltări ulterioare

# Arhitectură

- Aplicația este compusă dintr-un modul de python, un plugin audio, și o librărie care "leagă" primele două componente.
- Pe lângă acestea, proiectul folosește 4 librării externe: pybind11, JUCE, Boost, și foleys\_gui\_magic.
- Librăria comună folosește pybind11 pentru a permite interoperabilitate între plugin-ul scris în C++ și modulul de python.
- Astfel, aceasta definește 2 clase, sunt utilizate atât în implementarea modulului, cât și un API care abstractizează apelarea funcțiilor prin interpretatorul încorporat de pybind11.
- Componentele aplicației, cât și librăriile externe sunt construite și "împachetate" folosind CMake.



# Python module

- Modulul de python implementează algoritmi genetici folosiți în cadrul aplicației. Acest lucru este realizat folosind framework-ul deap.
- Modulul conține două seturi de operatori genetici, unul pentru funcția "generate", și unul pentru funcțiile "continue" și "combine".
- Primul algoritm este un algoritm genetic multiobiectiv și folosește operatorul de selecție NSGA-II.
- Algoritmul evaluează fitness-ul unui individ în funcție de nivelul de sincopare, densitatea notelor, și rația notelor consonante.
- Nivelul de sincopare poate fi calculat folosind măsura WNBD sau Off-beatness.
- Pentru al doilea algoritm, fitness-ul unui individ este calculat folosind funcția NCD (Normalized Compression Distance).

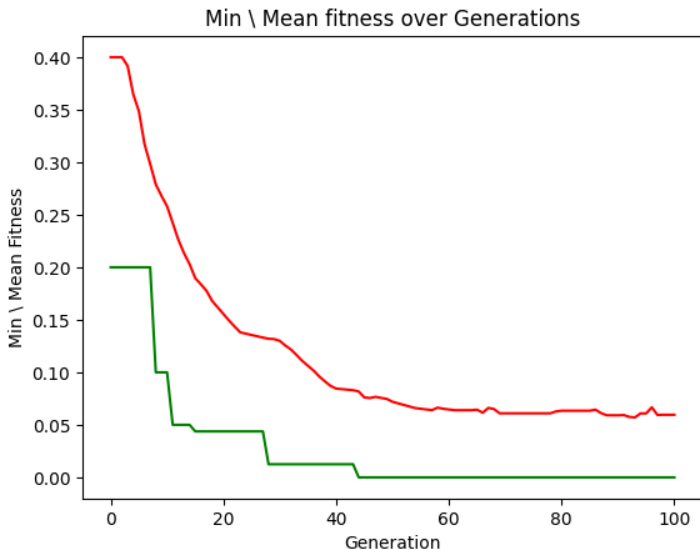
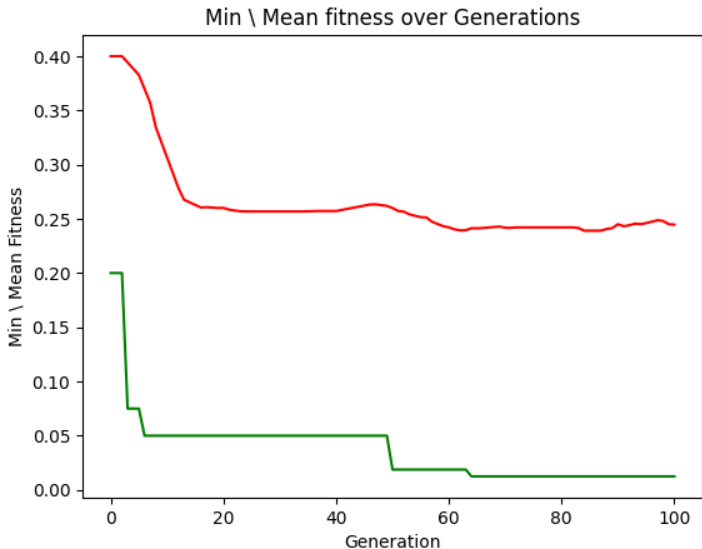


Figure: Evoluția fitness-ului folosind măsura WNBD pentru sincopare





**Figure:** Evoluția fitness-ului folosind măsura Off-beatness pentru sincopare

- Ambii algoritmi folosesc aceeași codificare a genelor și aceiași operatori de mutație și de recombinare.
- Secvențele muzicale sunt codificate sub forma unei liste formate din frecvența, viteza și durata rămasă din nota redată în momentul fiecărui puls.
- Operatorul de recombinare folosit este încrucișarea cu un singur punct.
- Mutația poate să afecteze frecvența, viteza, sau durata unei note.
- Un wrapper este definit peste operatorii de mutație și încrucișare pentru a corecta durata rămasă din notă pentru fiecare puls după aplicarea acestora.

# Audio plugin

- Plugin-ul audio este scris folosind framework-ul JUCE și librăriile `foleys_gui_magic` și `Boost`.
- Acesta este distribuit atât sub forma unei aplicații de sine stătătoare, cât și în format VST și AU, pentru a putea fi deschis într-un DAW.
- Interfața grafică a acestuia conține 3 elemente principale: un piano roll, un filetree, și un panou de configurare.
- Piano roll-ul este folosit pentru a vizualiza și modifica secvențele muzicale. O secvență este formată dintr-o listă de note.
- Notele sunt reprezentate într-o clasă care extinde forma de dreptunghi a framework-ului JUCE și încapsulează o notă definită în librăria comună.

- Filetree-ul poate parcurge directoarele sistemului intern de fișiere, poate salva fișiere în format MIDI, și poate încărca secvențe în piano roll.
- Pentru a salva fișiere este folosită funcția "write\_file" din cadrul modului de python.
- Pentru a încărca fișiere, aplicația folosește funcționalitățile din librăria JUCE pentru a extrage și transforma mesajele de tipul "Note on" și "Note off" din fișier.
- Panoul de configurare conține 4 tab-uri, câte unul pentru fiecare dintre funcționalitățile expuse de aplicație, și un buton de "run", comun tuturor celor 4 ferestre.

## Posibile dezvoltări ulterioare

- În momentul de față funcțiile "generate" și "continue" nu funcționează corespunzător. Această problemă ar putea fi rezolvată prin schimbarea metodei de codificare a indivizilor.
- Comportamentul celor 2 funcții poate fi folosit însă pentru a crea o funcționalitate nouă, anume transformarea unei melodii într-o progresie de acorduri.
- Momentan, plugin-ul nu interacționează deloc cu DAW-ul în care este deschis; secvențele generate trebuie salvate într-un fișier și apoi încărcate în DAW.
- Plugin-ul ar putea trimite mesaje MIDI în loc să creeze fișiere. Acestea ar putea fi apoi recepționate direct în DAW.