



Automatyczne komponowanie muzyki metodami Inteligencji Obliczeniowej

Marcin Goss, Aleksandra Woźniczko

Plan prezentacji

- Wstęp
- Założenia
- Komputerowa interpretacja zasady muzyki
- Algorytm
- Generowanie Utworu
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna
- Funkcja oceny
- Sieć Neuronowa

Plan prezentacji

- Wstęp
- Założenia
- Komputerowa interpretacja zasady muzyki
- Algorytm
- Generowanie Utworu
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna
- Funkcja oceny
- Sieć Neuronowa



Po co generować muzykę?

- Muzyka – jedna z dziedzin sztuk pięknych
- Odbicie wnętrza człowieka, emocji
- „komponować – tworzyć dzieło sztuki (zwłaszcza muzycznej); rozmieszczać odpowiednio elementy (dzieła), układać z nich harmonijną całość”



Po co generować muzykę?

- Człowiek posiada inwencję (twórczą)
 - Przebłysk geniuszu (przyptyw inspiracji)
 - Budowanie dzieła krok po kroku (ciężka praca)
- Próba przekroczenia pewnych granic
- Stworzenie czegoś zupełnie nowego
- Poszukiwanie nowych dróg

Przykłady generowanej muzyki

- iMUSE (LucasArts) (1990) – synchronizacja muzyki z akcją gry
- Ballblazer (1984) – niekończąca i niepowtarzająca się improwizacja, melodia zakłócana fraktalami
- Brian Eno: „You mean you used to listen to exactly the same thing over and over again?”
- Emily Howell by David Cope (Emmy, Emily)
- Harmonia

Plan prezentacji

- Wstęp
- **Założenia**
- Komputerowa interpretacja zasady muzyki
- Algorytm
- Generowanie Utworu
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna
- Funkcja oceny
- Sieć Neuronowa



Założenia

- Fortepianowe utwory z epoki romantycznej
 - Klasyczna forma oraz harmonia
 - Nokturn, mazurek, polonez
- Generowanie zapisu nutowego
- Wykorzystanie algorytmu hybrydowego



Cel oraz ocena efektu

- Muzyka do jakiej przyzwyczajone jest ucho ludzkie – porządek w rytmice i harmonii
- Akceptowalna gdy podoba się słuchaczowi
- Rozważania jak mocno trzymać się zasad
- Co jest dziełem kompletnym i skończonym?
- Formy:
nokturn, mazurek, polonez



Sposób zapisu efektu końcowego

- Wykorzystanie popularnego formatu MusicXML
- Wykorzystanie dodatkowych narzędzi do wyświetlenia oraz odtworzenia skomponowanego utworu
(aplikacja MuseScore)

Plan prezentacji

- Wstęp
- Założenia
- **Komputerowa interpretacja zasady muzyki**
- Algorytm
- Generowanie Utworu
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna
- Funkcja oceny
- Sieć Neuronowa

Utwór komputerowo

- Struktura utworu – „pozioma”
 - Homofonia – rodzaj faktury, w której melodii, znajdującej się zazwyczaj w najwyższym głosie, towarzyszy akompaniament
 - Melodia + akompaniament

Frédéric Chopin: Nocturne, Op. 62 No. 2

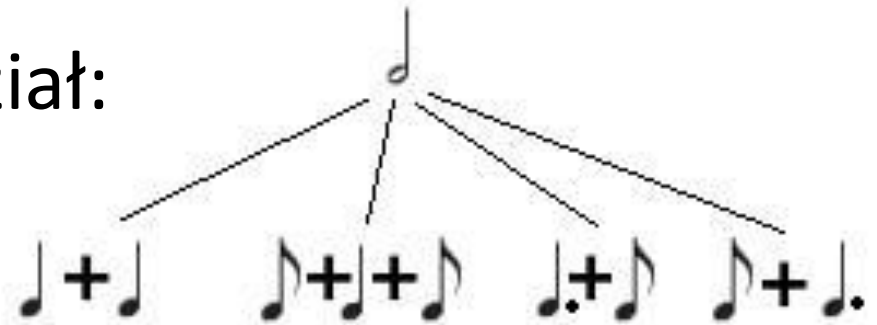
Lento

sostenuto

Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. *

Rytm i jego reprezentacja

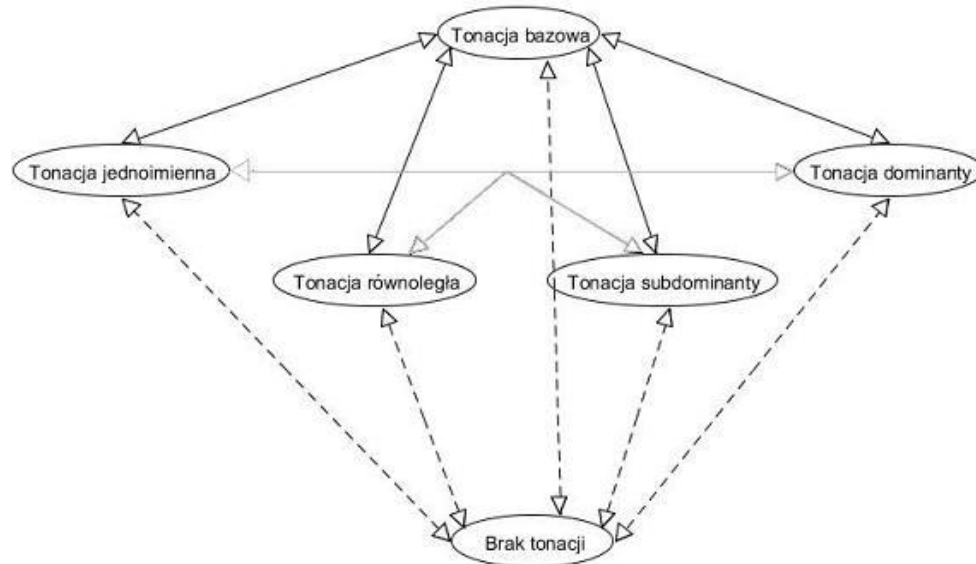
- Możliwy podział:



- Zachowanie dominujących wartości

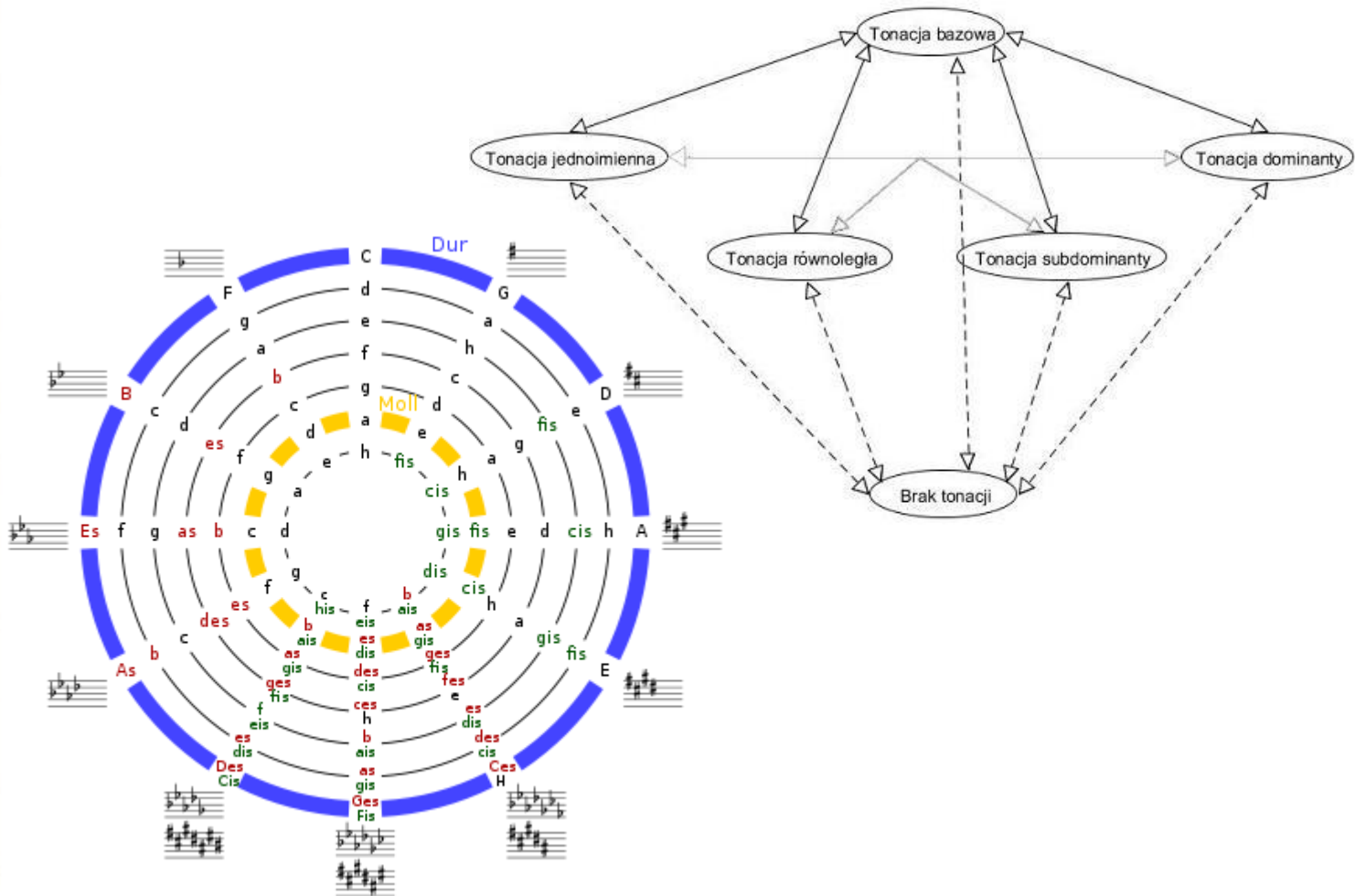
Harmonia i jej zależności

- Każda część utworu posiada swoją tonację
- Pojęcie „tonacji tymczasowej”
- Przedstawienie zależności



Harmonia

- Tonacja utworu i jej zmiany





Analiza form muzycznych

- Struktura
- Harmonia
- Charakterystyczne schematy rytmiczne
- Inne cechy szczególne



Formy

- Możliwe struktury części
- Metrum
- Faktura prawej ręki
- Faktura lewej ręki
- Powtórzenia i ich rodzaje



Faktury

- Poziome
 - Uzyskanie określonych schematów rytmicznych
 - Generowanie z zastosowaniem drzewa
 - Wartości dominujące
 - Podziały rytmiczne
- Pionowe

Frédéric Chopin: Nocturne, Op. 62 No. 2

Lento

sostenuto

Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. * Ped. *



Powtarzalność

- Tablica powtarzalności
- Modyfikacje powtórzeń
- Dopasowania harmoniczne
- Dopasowania rytmiczne



Dopasowania harmoniczne

- Bez zmian
- Dopasowanie tonacyjne
- Nowy szkielet harmoniczny



Dopasowania rytmiczne

- Augmentacja
- Dyminucja
- Implementacja wykorzystująca drzewa generowania rytmu

Plan prezentacji

- Wstęp
- Założenia
- Komputerowa interpretacja zasady muzyki
- **Algorytm**
- Generowanie Utworu
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna
- Funkcja oceny
- Sieć Neuronowa



Algorytm hybrydowy

- Generowanie Osobników
- Funkcja oceny
- Selekcja
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna



Generowanie Osobników

- Zasady harmonii
- Forma
- Tablice podziałów rytmicznych
- Tablice powtarzalności
- Tablice prawdopodobieństwa
- Łańcuchy Markova



Funkcja oceny

- Współbrzmienia pionowe
- Tonalność na mocnych częściach taktów
- Ciągi akordów (Markov)
- Stosunek wartości rytmicznych sąsiadujących uderzeń
- Zgodność interwałów w obrębie trzech sąsiadujących uderzeń



Mutacja

- Zmiana wysokości dźwięku
- Zmiany występujących akordów
- Permutacja motywów



Optymalizacja lokalna

- Modyfikowanie akordów (harmonia)
- Współbrzmienia w jednej ręce
 - Konsonanse:
pryma, tercja, kwarta, kwinta, seksta, oktawa
 - Dysonanse:
sekunda, septyma, tryton
- Poprawianie skali jednej ręki
- Redukcja pauz



Algorytm – parametry

- Wiedza ekspercka
- Częstotliwość optymalizacji lokalnej
- Liczebność elity w selekcji
- Częstotliwość mutacji dźwięków
- Częstotliwość mutacji akordów
- Zasięg permutacji



Optymalizacja parametrów

- N populacji początkowych
- M kombinacji parametrów
- Wszystkie populacje poddajemy działaniu algorytmu dla każdej kombinacji parametrów
- Obserwacje
- Wybór najlepszych parametrów

Plan prezentacji

- Wstęp
- Założenia
- Matematycznie interpretacja zasady muzyki
- Algorytm
- Generowanie Utworu
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna
- Funkcja oceny
- Sieć Neuronowa



Algorytm Faza II

- Generowanie Osobników
- Funkcja oceny
 - + **Sieć Neuronowa**
- Selekcja
- Mutacja
- Optymalizacja lokalna



Sieć Neuronowa

- Nadanie utworom konkretnego stylu, dopasowanie do gustu słuchacza
- Ekstrakcja parametrów stylu
- Utwory oceniane przez słuchaczy
- Nauczenie jednej sieci neuronowej per słuchacz
- Wykorzystanie sieci przez algorytm



Parametry stylu

- stosunek liczby motywów w utworze do liczby unikalnych wykorzystanych motywów
- różnica między najwyższym a najniższym dźwiękiem w utworze
- średnia wariancja wysokości dźwięków w motywie (frazie, zdaniu)



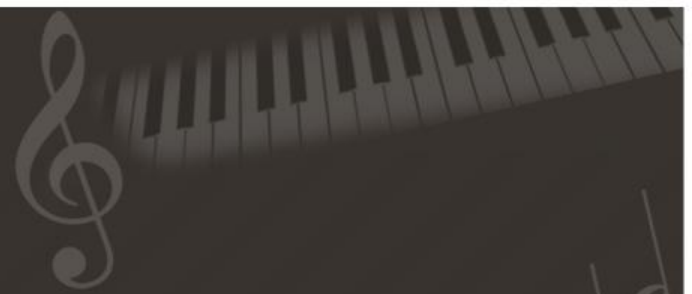
Parametry stylu

- średnia wariancja wartości rytmicznych w motywach (frazach, zdaniach)
- stosunek liczby uderzeń w jednej ręce do liczby uderzeń w drugiej
- średni stosunek liczby unikalnych wysokości dźwięku do użytych w motywie



Wyniki końcowe

- Utwory wygenerowane przez algorytm wykorzystujący nauczone przez nas sieci neuronowe
- Ocena ekspercka poszczególnych form



Pytania?

