

# ANALIZA TREŚCI HARMONICZNEJ - GŁÓWNE PARAMETRY AKWETÓW

Jacek Grekow  
Wydział Informatyki  
Politechnika Białostocka  
Wiejska 45A, Białystok 15-351  
e-mail: grekowj@ii.pb.bialystok.pl

## 1 WPROWADZENIE

Badania treści harmonicznego utworu muzycznego datują swoje początki z momentem powstania muzyki wielogłosowej. Owocem wielowiekowych poszukiwań i doświadczeń muzyków jest rozbudowana nauka harmonii, spuścizna dorobku wielu kompozytorów z epoki renesansu, baroku, klasycyzmu, romantyzmu aż do czasów współczesnych. Rozwój technologii komputerowych umożliwił nam dodatkowe możliwości analizy treści harmonicznego utworu muzycznego. Użycie algorytmów i mocy obliczeniowej komputerów przybliżyło nas do wiedzy, którą kompozytorzy zawarli intuitywnie lub też oparli ją na wieloletnich doświadczeniach. Obecne programy potrafią automatycznie harmonizować melodie, rozpoznawać style a nawet sięgają w obszar przewidywania oddziaływania muzyki na człowieka.

Badania tego fundamentalnego składnika jakim jest harmonia podejmowane było w różnych aspektach. Templerey i Sleator w swojej pracy przedstawili komputerowy model harmonii, który użyli do analizy segmentów muzycznych i opisywania ich funkcjami harmonicznymi [5]. Hoernel i Menzel w swej pracy przedstawili metodę uczenia się i rozpoznawania różnych stylów harmonizacji przy użyciu sieci neuronowych [3]. Opisywanie i analiza takiego abstrakcyjnego pojęcia jak współbrzmienia dźwięków (harmonia) może mieć różne podejścia i stanowi niewyczerpany obszar analizy i interpretacji. Każde z tych rozwiązań przybliżyło nas do zrozumienia tego co słyszymy, co odbieramy podświadomie i intuitywnie.

W tej pracy proponuję nowe podejście do analizy treści harmonicznego utworu muzycznego oparte o metodę wizualizacji akordów. Wcześniejsza moja praca [1] [2] poświęcona była metodzie konstruowania AKWETów, przestrzennych figur, kształtem swym obrazującym dysonanse i konsonanse między składnikami akordu. Opisana w tym artykule metoda jest kontynuacją wymienionej pracy i umożliwia analizę odcinków muzycznych na bazie parametrów pozyskanych z otrzymanych wizualizacji.

## 2 METODA

Do analizy treści harmonicznego utworu muzycznego danymi wejściowymi jest ciąg akordów  $H_1, H_2, \dots, H_n$  pozyskanych z pliku MIDI. Z każdego akordu budowana jest przestrzenna figura z wykorzystaniem metody tworzenia AKWETów [1].

$$H \rightarrow Ak \quad (1)$$

Ciąg uzyskanych figur (AKWETów) stanowi materiał do analizy danego odcinka muzycznego: dla każdej figury wyliczony jest okres  $T_i$  jak i wielokrotność okresu  $M_i$  - parametr reprezentujący stopień złożoności i dysonansowości akordu.

$$M_i = T_{Ak}/T_i \quad (2)$$

$M_i$  - wielokrotność okresu składnika i w okresie figury

$T_{Ak}$  - okres figury AKWET

$T_i$  - okres składnika i

i - numer składnika akordu

Oprócz parametru  $M_i$  opisującego stopień złożoności figury należy zwrócić uwagę na znaczące przejście między dwoma akordami. Odzworowuje to  $R_i$ :

$$R_i = M_i(t1) - M_i(t2) \quad (3)$$

gdzie  $t1$  i  $t2$  są dwoma kolejnymi momentami pojawienia się dwóch kolejnych akordów.

### 2.1 AKWET symulator

Do eksperymentów został zaprojektowany i zbudowany symulator AKWETów umożliwiający wizualizację akordów 3 i 4 dźwiękowych jak i umożliwiający obserwację sekwencji akordów.

Eksperymenty polegały na obserwacji:

- oddzielnych akordów durowych, molowych, septymowych, nonowych i ich przewrotów
- kadencji
- przykładów utworów muzycznych

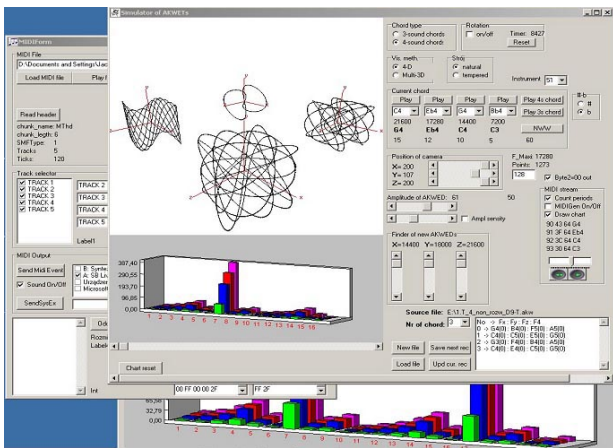


Figure 1. Akwet symulator

### 3 REZULTATY

#### 3.1 Przykład 1 - Fryderyk Chopin - Preludium c-moll

Na Rysunku 2a przedstawiono zapis nutowy początku Preludium c-moll. F. Chopina wraz z wykresami przedstawiającymi wielokrotności periodów  $M_i$  i przejścia między akordami  $R_i$  dla 10 kolejnych akordów.

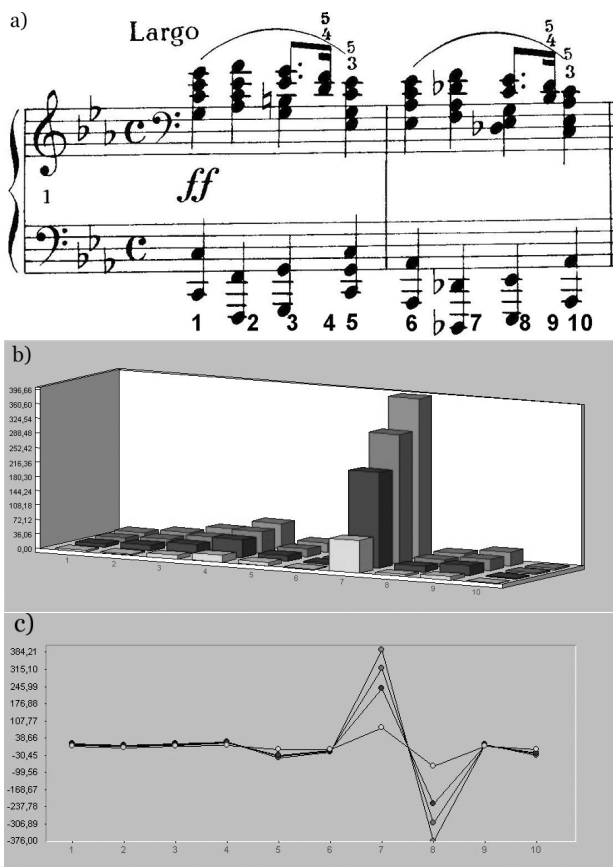


Figure 2. F. Chopin - Preludium c-moll; a) notacja muzyczna, b) wykres parametru  $M_i$  c) wykres parametru  $R_i$

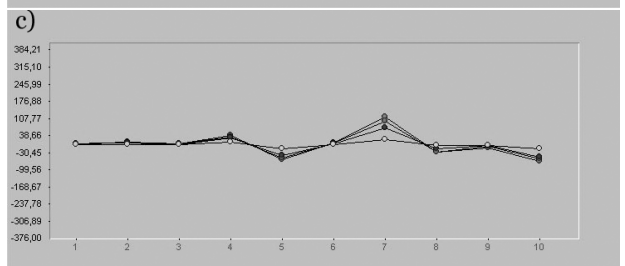
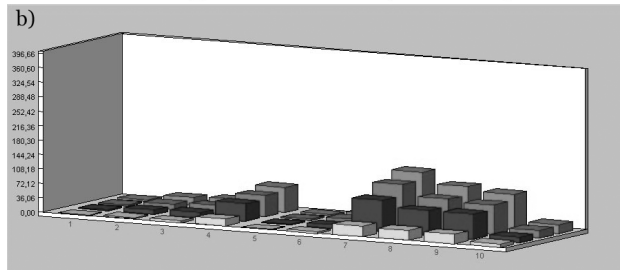
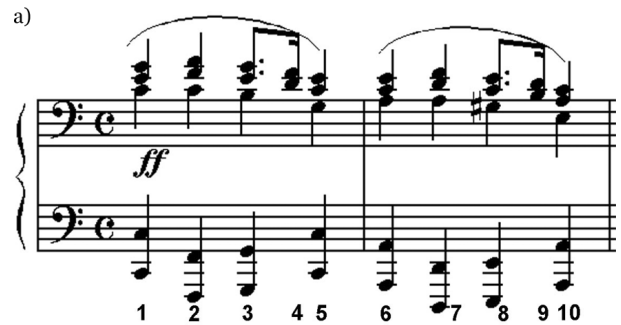


Figure 3. F. Chopin - Preludium ze zmodyfikowaną harmonią a) notacja muzyczna, b) wykres parametru  $M_i$  c) wykres parametru  $R_i$

Na Rysunku 3a przedstawiono Preludium F. Chopina ze zmodyfikowanymi funkcjami harmonicznymi. Zmieniając funkcje harmoniczne wyraźnie się zmienił charakter brzmień akordów (Rysunek 3b). Akord nr 7 w oryginalnym zapisie Chopina jest dużo bardziej dysonansowy niż akord 7 z wersji zmodyfikowanej (Rysunek 2b i 3b). Duży skok napięć przed i po akordzie 7 jest uwidoczniony na Rysunku 2c.

#### 3.2 Przykład 2 - George Gershwin-Summertime

Na Rysunku 4b i 4c przedstawiono wykresy przedstawiające wielokrotności periodów  $M_i$  i przejścia między akordami  $R_i$  w Summertime G. Gershwina. Z wykresu przejść między akordami widać, iż kompozytor używa na przemian napięć mocnych i słabszych (Rysunek 4b). Zauważamy regularny zygzak (akordy 1-9) jak i zygzak z narastającą amplitudą (akordy 19-31 Rysunek 4c).

### 4 PODSUMOWANIE

Badanie treści harmoniczej na podstawie parametrów uzyskanych z AKWETów stanowi nowe podejście do analizy treści zawartych w utworze muzycznym. Obrazuje ono sposób rozkładu współbrz-

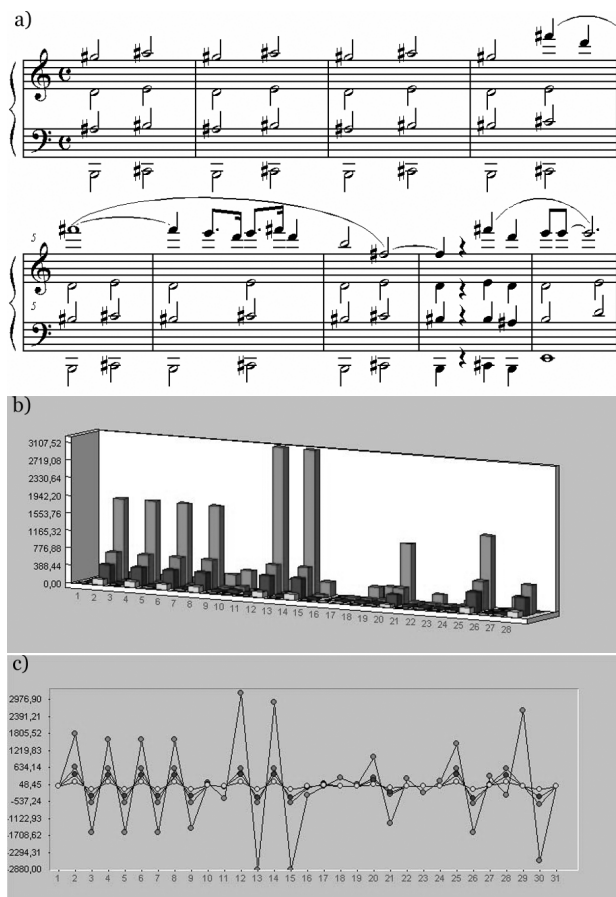


Figure 4. G. Gershwin - Summertime; a) notacja muzyczna, b) wykres parametru  $M_i$ , c) wykres parametru  $R_i$

mień konsonansowych i dysonansowych. Parametry te umożliwiają analizę rozwoju napięć, harmoniczną analizę budowy frazy jak i ułatwiają dostrzeżenie regularności współbrzmień używanych przez kompozytora.

Wielokrotność okresu, parametr reprezentujący stopień złożoności i dysonansowości akordu, przyjmuje bardzo szeroki zakres wartości. Istnieje ścisły związek między tym parametrem a charakterem akordu. Wartości przyjmowane przez ten parametr uświadamiają nam, iż gradacja dur-moll, wesoły-smutny, charakteru akordu jest pewnym wycinkiem dużo bardziej rozbudowanej całej skali różnorodnych współbrzmień. Akordy zmniejszone, zwiększone, jazzowe mają te wartości odpowiednio wyższe. Można by pokusić się o budowę klasyfikatora charakteru akordów w zależności od tego parametru.

Parametry opisujące AKWETy mają wpływ na emocje przekazywane przez utwór muzyczny i mogą być użyte do ich detekcji. Zmiana treści harmonicznego utworu definitywnie zmienia jego charakter nie tylko dostrzegalny dla wprawnego słuchacza ale i dla Symulatora Akwetów.

W przedstawionej pracy analiza akordów ogranicza się do trójdzwięków i czterodźwięków. W praktyce

w muzyce występują również współbrzmienia więcej niż 4-dźwiękowe. Pomimo, iż wizualizacja takich akordów się komplikuje, nic nie stanowi na przeszkodzie aby analizować takie współbrzmienia za pomocą podobnych parametrów. Analogiczne parametry można uzyskać dla akordów 5, 6, 7 dźwiękowych.

Dalsze badania poświęcone będą szukaniu dodatkowych parametrów opisujących AKWETy. Dodatkowo analiza korelacji akordów z rytmem utworu i tempem jeszcze bardziej może określić znaczenie akordu w danym odcinku muzycznym.

Prace zostały wykonane w ramach realizacji pracy badawczej S/WI/5/03.

## 5 REFERENCES

- [1] Grekow J. "Simulation of musical content by 3-D visualisation", Proceedings of the 19th European Conference on Modelling and Simulation, ECMS 2005, Riga, Latvia, 2005.
- [2] Grekow J. "Broadening musical perception by AKWEDs technique visualisation", Proceedings of the 9th International Conference on Music Perception and Cognition, ICMPC9 2006, Bologna, Italy, 2006.
- [3] Hoernel, D. Menzel, W. "Learning Musical Structure and Style with Neural Networks", Computer Music Journal, Winter 1998.
- [4] Morno, G., Pressing, J. "Learning Musical Structure and Style with Neural Networks", Computer Music Journal, Summer 1998.
- [5] Temperley, D., Sleator, D. "Modeling Meter and Harmony: A Preference-Rule Approach", Computer Music Journal, Spring 1999.