Jacek Salamon, Poznań

Informatyka muzyczna i jej praktyczne zastosowania

Informatyka muzyczna to dziedzina wiedzy związana z wykorzystaniem technologii przetwarzania i przechowywania danych do zastosowań związanych z muzyką. Dziedzina ta powstała na gruncie popularnego już od wielu lat dążenia do informatyzacji różnych nauk humanistycznych, celem usprawnienia metod magazynowania, wyszukiwania i przetwarzania informacji. Całą informatykę muzyczną można podzielić na dwa działy:

- informatyka, której celem jest zdobywanie informacji w sposób automatyczny, tj. bez udziału człowieka. Dział ten nazywany jest Wyszukiwaniem Informacji Muzycznej (Music Information Retrieval – MIR)[1],
- informatyka zajmująca się gromadzeniem i przetwarzaniem informacji wprowadzanych przez człowieka.

Należy pamiętać, że jest to podział sztuczny - nie istnieje bowiem wyraźna granica między tymi dwoma kategoriami, a systemy informatyki muzycznej zwykle wykorzystują technologie z obydwu kategorii.

Pierwszy z wymienionych działów zakłada uzyskiwanie informacji muzycznych w sposób automatyczny, to znaczy taki, w którym raz zaprogramowany system informatyczny potrafi przetwarzać źródła informacji muzycznej, spełniające określone założenia, w sposób samodzielny i niezależny od człowieka. Poprzez źródła informacji muzycznej należy rozumieć muzykę występującą w różnych postaciach, np. drukowanych nut lub tabulatur, nagrań dźwiękowych lub sygnału przetwarzanego na żywo. Wszystkie te rodzaje źródeł zawierają w sobie pewne wiadomości, które w życiu codziennym człowiek (np. słuchacz, wykonawca, teoretyk) interpretuje, aby wydobyć z nich użyteczne dla siebie informacje. Na przykład pianista zinterpretuje utwór zapisany za pomocą nut jako ciąg klawiszy, które należy nacisnąć z odpowiednią siłą, natomiast teoretyk będzie szukał w zapisie nutowym pewnych zależności teore-

[1] Patrz także: Michael Fingerhut, *Music Information Retrieval, or how to search for (and maybe find) music and do away with incipits*, IAML – IASA 2004 Congress, Oslo, sierpień 2004.

tycznych. Każdy człowiek, słysząc dźwięki muzyki, będzie się starał powiązać je w myślach w logiczną całość, np. melodię. Informatyka muzyczna umożliwia zautomatyzowanie niektórych spośród wyżej wymienionych zagadnień. Wprawdzie człowiek nadal pozostaje kompozytorem, wykonawcą i słuchaczem, jednak pewne stereotypowe problemy analizy i przetwarzania muzyki szybciej i wydajniej mogą wykonywać maszyny, kompilując dla człowieka gotowe informacje muzyczne.

Wyszukiwanie Informacji Muzycznej to interdyscyplinarna dziedzina wiedzy, łącząca w sobie elementy informatyki, teorii muzyki, akustyki i psychologii. Jednym z przykładowych zastosowań MIR jest przekształcanie drukowanych nut na format symboliczny, zrozumiały dla komputera. Dokonuje się tego za pomocą technik automatycznego rozpoznawania tekstu (OCR). W praktyce technika ta wykorzystywana jest w popularnych programach do skanowania nut (np. programu SmartScore, dołączanego w wersji demonstarcyjnej do edytora nutowego Finale), ale także w profesjonalnych aplikacjach o wąskim zastosowaniu, jak np. w projekcie Aruspix[2], na czele którego stoi Laurent Pugin, programista szwajcarskiej bazy danych RISM'u. Projekt ten zakłada stworzenie aplikacji do automatycznego digitalizowania dawnych zapisów nutowych z XVI i XVII wieku. Niestety, techniki automatycznego rozpoznawania nut są dopiero we wczesnej fazie rozwoju i uzyskiwane za ich pomocą wyniki odbiegają od oczekiwań.

Najwięcej chyba technik informatyki muzycznej ma związek z akustyką. Typowym problemem MIR jest przekształcanie nagrań muzycznych na nuty, co odbywa się za pomocą technik tzw. segmentacji. Proces segmentacji polega na automatycznym odnajdywaniu w przebiegu dźwiękowym pewnych struktur. Może on odbywać się w dziedzinie czasu (rozpoznawanie momentu nagłosu i wybrzmiewania dźwięków) i częstotliwości (rozpoznawanie poszczególnych dźwięków w strukturach wertykalnych). Techniki segmentacji wykorzystywane są szeroko również w innych narzędziach informatyki muzycznej, np. w technologii query by humming, umożliwiającej wyszukiwanie utworów w bazach danych na podstawie gwizdanego lub mruczanego incipitu melodycznego. Pewnym szczególnym rodzajem segmentacji jest tzw. sumaryzacja, czyli automatyczne produkowanie „streszczeń" utworów w oparciu o powtarzające się w nich elementy.

[2] Patrz http://www.aruspix.net/ Stan na dzień 30.05.2009, godz. 10:54

Kiedy dysponujemy już symbolicznym, zrozumiałym dla komputera zapisem nutowym, uzyskanym bądź na drodze segmentacji, bądź poprzez OCR lub ręczne wprowadzanie nut, mamy możliwość przeprowadzenia na tym zapisie pewnych automatycznych przekształceń, takich jak: automatyczna harmonizacja melodii, automatyczna analiza formalna, harmoniczna, sprawdzanie zgodności utworu z zasadami teoretycznymi (np. wyszukiwanie kwint równoległych), itp. W praktyce techniki te zastosowano np. w niektórych pluginach do Finale.

Drugim podejściem do przetwarzania danych zawartych w nagraniach muzycznych, jest traktowanie ich nie jako zbiór następujących po sobie w czasie struktur, jak w przypadku segmentacji, ale całościowo, jako jednolity twór o pewnych cechach akustycznych. Podejście to wykorzystywane jest w technice sporządzania tzw. „odcisku palca", będącego unikalnym identyfikatorem utworu muzycznego. Taki identyfikator może zostać wykorzystany w katalogach bibliotecznych i bazach danych utworów jako element ułatwiający wyszukiwanie i porównywanie utworów ze sobą.

Ciekawym zagadnieniem, jakie otwiera przed nami informatyka muzyczna, jest automatyczna analiza jakości głosu śpiewaczego i gry na instrumentach. Jak się okazuje, jakość wykonania może być do pewnego stopnia opisana obiektywnie za pomocą zespołu cech akustycznych. W przypadku śpiewu cechy te to m.in.: intonacja, regularność vibrato i występowanie charakterystycznych formantów rezonansowych, zwanych formantami śpiewaczymi[3]. Mierząc te cechy możemy więc obiektywnie opisać jakość śpiewu, a nawet poprawić jego jakość, wprowadzając odpowiednie zmiany w nagraniu.

Informatyka muzyczna wykorzystuje również techniki data miningu, czyli sposoby automatycznego pozyskiwania wiedzy z baz danych. Techniki te pozwalają m.in. na automatyczne określanie wykonawcy dzieła w oparciu o nagrania różnych wykonawców, przechowywane w bazie danych. Odbywa się to zazwyczaj w oparciu o pewne cechy akustyczne, zapisane w tzw. wektorach współczynników kepstralnych. Specjalne algorytmy data miningu wyszukują podobieństwa między tymi wektorami, a potem przedstawiają wyniki w formie tzw. macierzy pomyłek, obrazującej procentowy stopień podobieństwa

[3] Por. Johann Sundberg, *The KTH Synthesis of Singing. Advances in Cognitive Psychology*, 2-3(2):131-143. 2006, por. Jacek Salamon, *Analiza dźwięku violi da gamba i głosu ludzkiego oraz próba porównania ich brzmienia za pomocą różnych technik cyfrowej analizy sygnałów*, praca magisterska na UAM w Poznaniu, Wydział Fizyki. Promotor: prof. dr hab. inż. R. Stasiński. Poznań 2008.

analizowanego nagrania do poszczególnych wykonań, przechowywanych w bazie[4]. Na podobnej zasadzie działają systemy automatycznego rozpoznawania emocji w mowie[5].

Ostatnim zastosowaniem MIR, jakie wymienię, jest zarządzanie prawami autorskimi (DRM). Poprzez odpowiednie zakodowanie nagrania muzycznego, można wymusić na nabywcy utworu przestrzeganie dowolnych postanowień licencyjnych. Licencjodawca może np. nie zezwalać na tworzenie kopii utworu lub ograniczać liczbę odtwarzań. Wadą technik DRM jest możliwość przechwycenia sygnału metodami analogowymi.

Do drugiego działu informatyki muzycznej należą wszystkie zagadnienia, wymagające udziału człowieka, czyli m.in.:

- edytorstwo muzyczne,
- kompozycja,
- katalogowanie zbiorów muzycznych.

Zagadnienie edytorstwa muzycznego nie wymaga specjalnego komentarza. Obejmuje ono składanie partytur w popularnych edytorach typu WYSIWYG, takich jak Finale, Sibelius czy Noteworthy Composer, lub w profesjonalnych systemach składu partytur w rodzaju MusicTex lub Lillypond.

Kompozycja z wykorzystaniem technik informatyki muzycznej praktykowana jest od niedawna. Węgierski kompozytor Gyorgy Ligeti (1923-2006) w artykule z 1990 roku *Moje stanowisko jako kompozytora współczesnego* wymienił informatykę muzyczną jako jeden z czterech silnych wpływów, pod jakimi pozostawał przez ostatnie lata, twierdząc że „wartość muzyki na niej opartej pojawi się wraz z prawdziwymi indywidualnościami artystycznymi, które opanują niezbędną technikę" [6].

Ostatnie spośród trzech zaprezentowanych tutaj zagadnień dotyczy katalogowania zbiorów muzycznych. Służą ku temu rozmaite systemy bazodanowe, składające się z baz danych oraz aplikacji klienckich, umożliwiających składanie zapytań do bazy i wprowadzanie do niej nowych danych. Używane obecnie

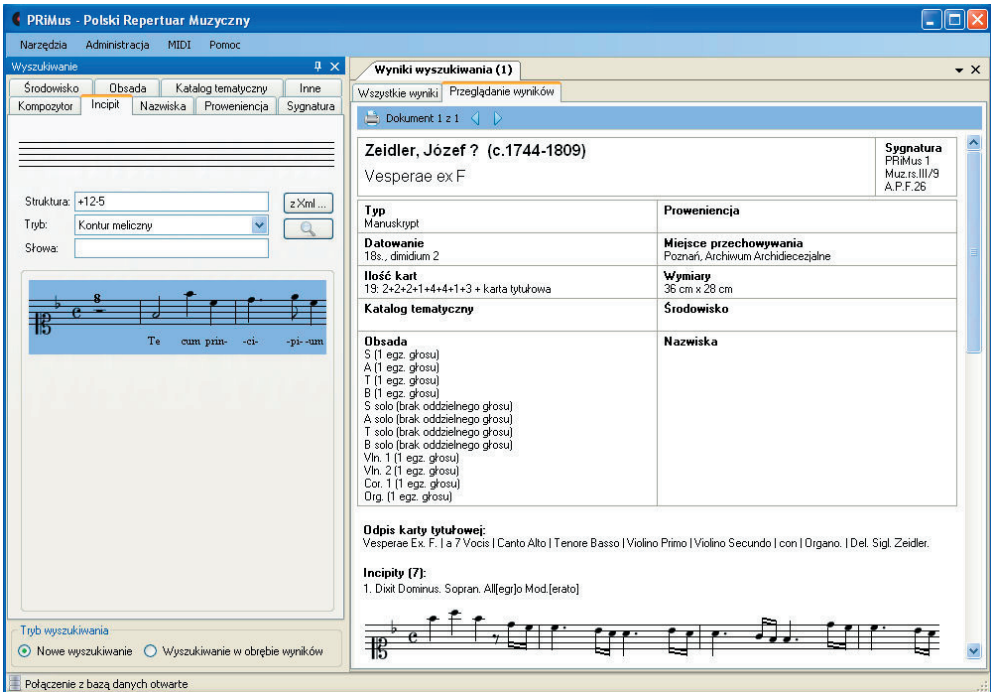
[4] Por. Sergey Pauk, *Use of Long-Term Average Spectrum for automatic speaker recognition*, praca magisterska, University of Joensuu, Department of Computer Science, grudzień 2006.

[5] Por. Nobuo Sato, Yasunari Obuchi, *Emotion recognition using mel-frequency cepstral coefficients*, Journal of Natural Language Processing, 14(4):83-96, 2007.

[6] Dorota Żórawska-Dobrowolska, *Osobista mitologia György Ligetiego* (1923-2006), „Ruch muzyczny" 16, sierpień 2006.

systemy bazodanowe są niestety bardzo archaiczne. Klient elektronicznej wersji bazy danych RISM (Międzynarodowy Katalog Źródeł Muzycznych), oparty na przestarzałym systemie archiwistycznym PiKaDo, jest programem niedopracowanym i niestabilnym. Próba wyszukania rękopisu na podstawie incipitu muzycznego kończy się bardzo często zawieszeniem programu w nieskończonej pętli. Podobnie niedopracowana jest internetowa wersja szwajcarskiej bazy RISMu. Przy próbie wyszukiwania rękopisów na podstawie daty sporządzenia, baza ta uparcie twierdzi, iż nie posiada żadnych źródeł muzycznych stworzonych po roku 1000.

Przedstawiony stan rzeczy ma jednak szansę się zmienić dzięki nowej aplikacji klienckiej RISMu, opartej na systemie archiwistycznym Kallisto. W Polsce natomiast powstaje, z inicjatywy dr Aliny Mądry z UAM, system PRiMus. Jest to baza danych polskich rękopisów muzycznych ze stworzoną przeze mnie aplikacją kliencką, umożliwiającą m.in. wyszukiwanie utworów po incipicie muzycznym i wprowadzanie rękopisów do bazy w trybie online.



Aplikacja kliencka systemu PRiMus, jeszcze w fazie rozwoju. Stan na dzień 29.05.2009

Adrian Ślęczka, Kraków

Działalność popularyzatorska Józefa Reissa

Wiedza na temat polskich naukowców i krzewicieli kultury muzycznej tej miary, co Józef Reiss wydaje się powszechna i ogólnodostępna. Tymczasem stan rzeczy przedstawia się nieco odmiennie. W powszechnej świadomości Józef Reiss zapisał się przede wszystkim jako autor popularnych podręczników i książek o muzyce. Wiedza o jego działalności popularyzatorskiej jest wybiórcza i powierzchowna. Dotychczas napisano kilka artykułów wspomnieniowych na temat jego wykładów i prelekcji. Witold Zechenter, znany publicysta, fraszkopisarz i twórca radiowych słuchowisk[1], w książce *Upływa szybko życie* opisał spotkanie się z Józefem Reissem następująco:

> Z innym działaczem na polu upowszechniania muzyki, prof. Reissem, zetknąłem się już we wczesnej młodości. Na początku lat dwudziestych odbywały się w kinie „Uciecha" niedzielne poranki muzyczne. (…) Prelegentem był prof. Reiss. Mówił pięknie, potoczyście, a tak przystępnie, chociaż wcale nie nazbyt popularnie, że naprawdę wynosiło się wiele z każdego takiego spotkania muzycznego. Umiał zapalić do muzyki, pozyskiwać słuchaczy nawet dla trudnego programu. Przeplatając swój wykład, gdy trzeba było, anegdotą, cały czas trzymał w napięciu uwagę widowni i w taki sposób wprowadzał słuchaczy w każdy utwór, że słuchało się najtrudniejszych nawet kompozycji z pełnym zrozumieniem i, co za tym idzie, z pełną satysfakcją. Potem, gdy w roku

[1] Witold Zechenter (1904-1978) poeta, prozaik, publicysta, autor kilkudziesięciu książek dla dzieci, tłumacz, twórca radiowych felietonów i słuchowisk – znany był przede wszystkim jako fraszkopisarz i parodysta. Był w grupie założycieli „Dziennika Polskiego". Był też pomysłodawcą i redaktorem „Echa Krakowa". Po wojennej przerwie brał udział w uruchomieniu rozgłośni Polskiego Radia w Krakowie. Pełnił też obowiązki naczelnika Wydziału Kultury Urzędu Wojewódzkiego w Krakowie. Jego książka wspomnieniowa, zatytułowana *Upływa szybko życie* (I wyd. 1971, II wyd. 1975) jest kroniką czasów sprzed pierwszej wojny, okresu dwudziestolecia midzywojennego, okupacyjnych pięciu lat i odradzania się Krakowa po wojnie. Zob. Witold Zenchenter, w: *Nowa encyklopedia powszechna PWN*, t. 6, Warszawa 1997, s. 1003.