

Gdańsk, dnia 5 lipca 2010 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Piotra Wrzeciono
pt. „Wykorzystanie rezonansów własnych do oceny jakości dźwięku
skrzypiec”

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Wrzeciono. Promotorem rozprawy jest dr hab. Krzysztof Marasek. Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter badawczy. Liczy 112 stron i dodatkowo zawiera CD-ROMu, który stanowi integralną część rozprawy. Na rozprawę składają się obszerny Spis oznaczeń, Spis rozdziałów, Wprowadzenie, cztery główne rozdziały, Wnioski końcowe, Dodatki oraz Literatura.

Problem naukowy rozprawy - ocena tematu i zakresu opiniowanej rozprawy

Tematyka rozprawy dotyczy propozycji opracowania metod wyszukiwania rezonansów własnych dźwięku skrzypiec i powiązania wyników tej analizy z subiektywną oceną skrzypiec przez jurorów X Międzynarodowego Konkursu Lutniczego im. Henryka Wieniawskiego. Cele częściowe rozprawy obejmują następujące zagadnienia (w tym stawiane hipotezy naukowe):

- analizę dźwięku skrzypiec w celu zbadania możliwości wyszukania rezonansów własnych skrzypiec (*w celu zapewne skrócenia wyrażenia częstotliwości własne czy rezonans własny, przyjęto nie do końca poprawny termin: mody*),
- opracowanie modelu dźwięku skrzypiec, który uwzględni zarówno składowe pochodzące od drgającej struny, jak i od korpusu instrumentu,
- opracowanie i przetestowanie algorytmów wyszukujących mody,
- zdefiniowanie dodatkowego parametru opisującego energię modu,
- przeprowadzenie analizy statystycznej gry skrzypka polegającej na zbadaniu hipotezy, że muzyk słyszy mod i reaguje na niego,
- przeprowadzenie analizy statystycznej ocen jakości brzmienia skrzypiec wystawionych przez jurorów,
- określenie percepcji modów przez muzyka na podstawie wyników badań psychoakustycznych i neurologicznych,
- stworzenia klasyfikatora jakości dźwięku skrzypiec, który będzie wykorzystywał zarówno parametry modów, jak i sposób percepcji modów przez muzyka,
- opracowanie algorytmu służącego do „wytrenowania” klasyfikatora,
- przetestowanie klasyfikatora poprzez porównanie ocen wystawionych przez jurorów z ocenami wyliczonymi za pomocą klasyfikatora.

Podjęta w pracy mgr inż. Piotra Wrzeciono problematyka stworzenia automatycznego klasyfikatora jakości dźwięku jest bardzo interesująca i aktualna w świetle doniesień naukowych w tym temacie. Ponadto omawiana tematyka rozprawy zawiera się w dziedzinie szeroko pojętej analizy i wyszukiwania informacji muzycznej

(*Music Information Retrieval*), stąd zaproponowany zakres i cel rozprawy dobrze wpisują się w bardzo aktualny nurt badań związany z rozwojem systemów informacyjnych określanych mianem „bibliotek cyfrowych”. Systemy te umożliwiają gromadzenie, udostępnianie i zarządzanie kolekcjami obiektów cyfrowych.

Metody rozwiązania problemu

Rozprawę rozpoczyna Wprowadzenie, w którym Doktorant przedstawił genezę tematu, szczegółową informację na temat skonstruowanej multimedialnej bazy dźwięków skrzypiec AMATI, cel i zakres rozprawy oraz tezy rozprawy. Zaproponowane tezy zostały sformułowane w następujący sposób:

1. Relacje energetyczne i częstotliwościowe pomiędzy modami własnymi skrzypiec posiadają decydujący wpływ na ocenę jakości brzmienia dokonaną przez ekspertów.
2. Parametry modów (zarówno częstotliwość, jak i energia) mogą być znalezione w widmie dźwięku instrumentu.
3. Istnieje możliwość utworzenia klasyfikatora szacującego wartość oceny jakości brzmienia skrzypiec.
4. Opracowany klasyfikator jest użyteczny w multimedialnych bazach danych zawierających nagrania skrzypiec.

Zaproponowane tezy, w szczególności 1 i 2 wydają się trywialne, zaś teza 4 ma charakter zbyt ogólny, niemniej jednak, jeśli rozpatrywać je w kontekście przyjętej metodyki rozwiązywania postawionych celów rozprawy, to można uznać, że są one adekwatne. Wydaje się jednak, że lepiej byłoby rozszerzyć **tezę 3** o aspekt porównania z oceną subiektywną i takie sformułowanie byłoby wystarczające. Mogłaby ona przyjąć brzmienie:

„Istnieje możliwość utworzenia klasyfikatora szacującego wartość oceny jakości brzmienia skrzypiec ze skutecznością zbliżoną do eksperckiej oceny subiektywnej”.

Doktorant przyjął dość nietypowy sposób konstrukcji rozprawy, a mianowicie brak jest wyróżnienia na część przeglądową – erudycyjną oraz oryginalną, przedstawiającą osiągnięcia Autora rozprawy, co powoduje problem z rozróżnieniem zagadnień rozwiązywanych - podanych za literaturą oraz tych, które są wynikiem pracy własnej doktoranta. Spowodowało to też zapewne ograniczenie w doborze bibliografii i liczbie jej pozycji. Z drugiej strony przedstawiony ciąg rozumowania i przedstawienia problematyki rozprawy jest zapewne bardziej spójny dla przyjętej konstrukcji, choć zalecenia przygotowywania rozpraw doktorskich wyraźnie mówią o podziale na część przeglądową i oryginalną.

Rozdział 2 ma charakter wprowadzający w opis budowy i charakterystyk instrumentów smyczkowych, a w szczególności w skrzypce. Rozdział ten, początkowo, przywołuje z literatury przegląd charakterystyk związanych z akustyką instrumentu. W tym samym rozdziale Doktorant proponuje wzory opisujące model pojedynczego instrumentu, a także prowadzi dyskusję na temat zjawisk, które nie są lub nie mogą być łatwo uwzględnione w takim modelu. W dalszej kolejności Doktorant wprowadza model gamy chromatycznej, a także tworzy analizę korelacyjną modeli gam chromatycznych. Następnie podaje rozważania teoretyczne nt. oszacowania prawdopodobieństwa prawidłowego wydobycia dźwięku przez skrzypka, a dodatkowo

przeprowadza odpowiednie analizy w oparciu o bazę AMATI i wyznacza wartości poszczególnych parametrów w oparciu o analizę statystyczną nagranych dźwięków. Najważniejszym elementem tego rozdziału wydają się być przedstawione algorytmy, które choć mają charakter samo wyjaśniający się, to jednak wymagałyby szerszego opisu czy komentarza. Praktycznie można przyjąć, że rozdział ten pozwolił na osiągnięcie pierwszych czterech celów częściowych rozprawy.

Rozdział 3 odwołuje się do percepcji dźwięku skrzypiec w kontekście psychoakustycznym i neurologicznym. Rozdział ten przywołuje też oryginalny wkład Autora w tę tematykę poprzez postawienie hipotezy nt. słyszenia przez skrzypka częstotliwości własnych w dźwięku i reakcji na rezonanse własne. Zaprezentowane podejście jest interesujące, gdyż pozwala na sprecyzowanie metodyki dalszych działań mających na celu udowodnienie tez rozprawy. Rozdział ten zawiera w dalszej kolejności analizę błędów pomiarowych ocen stawianych przez czterech jurorów w trakcie trwania X Międzynarodowego Konkursu Lutniczego im. Henryka Wieniawskiego. Szacowna granica błędu pomiarowego wyniosła +/- 1,98 punktu w skali punktowej 4-20. Wyznaczona wartość ma strategiczne znaczenie w kontekście tworzenia automatycznego klasyfikatora jakości dźwięku skrzypiec, gdyż z przeprowadzonej analizy wynika, że ceny jurorów są rozbieżne i wyznaczony błąd może być tożsamy z dokładnością klasyfikatora.

Zagadnienia związane z tworzeniem klasyfikatora jakości dźwięku skrzypiec zostały przedstawione w rozdziale czwartym. W tym miejscu należałoby zauważyć ponownie nietypową konstrukcję tego rozdziału, gdyż podrozdział 4.2 ma charakter nie tylko teoretyczny, ale też przytacza podstawowe informacje z teorii muzyki. Rozdział 4.3 odwołuje się do pracy własnej i przedstawia metodykę tworzenia klasyfikatora oceny jakości dźwięku opartej na średniej ważonej, schematy blokowe algorytmów zostały zawarte w rozdziale 4.4. W dalszej kolejności Doktorant podaje algorytm wyznaczania wag dla kategorii interwałów muzycznych, na których będzie bazować skonstruowany klasyfikator. Niewątpliwie bardzo istotnym elementem rozprawy jest rozdział 4.6, który szacuje podobieństwo pomiędzy funkcją błędu a dokładnością jurorów. Wyznaczenie miar estymacji jakości skonstruowanego algorytmu pozwala Autorowi rozprawy na postawienie wniosku, że uzyskana minimalna wartość funkcji błędu z wykorzystaniem parametrów rezonansów własnych 15 instrumentów z bazy AMATI jest prawie identyczna z wyliczonym błędem pomiarowym oceny jakości brzmienia skrzypiec dla 70 instrumentów z tej samej bazy. Uzyskane za pomocą klasyfikatora oceny jakości odpowiadają ocenom wystawionym przez jurorów-ekspertów.

Zaproponowana metodyka oceny skuteczności klasyfikatora znalazła się w rozdziale 5. W pierwszej części tego rozdziału Autor proponuje miarę skuteczności klasyfikatora, następnie podaje reguły porównywania obliczonej oceny jakości dźwięku z ocenami jurorów, a następnie wyniki analiz. W końcowej części znalazła się hipoteza uzasadniająca rozbieżność ocen uzyskanych z klasyfikatora i ocen jurorów, a mianowicie Autor tłumaczy to zjawiskiem „rozegrania się” skrzypiec i podaje interpretację tego zjawiska. W oparciu o te założenia Doktorant dokonuje przeszacowania uzyskanych wyników i ostatecznie podaje, że uzyskana skuteczność klasyfikatora wyniosła ok. 75 %.

Rozprawę kończą Wnioski końcowe, zawierające dyskusję uzyskanych wyników oraz dalsze kierunki badań, Dodatki, streszczenie w j. angielskim oraz Literatura.

Oryginalność, znaczenie poznawcze lub przydatność praktyczna dorobku Autora

Oryginalny dorobek Autora polega na zaproponowaniu metodyki badań jakości dźwięku skrzypiec, która doprowadziła do skonstruowania klasyfikatora szacującego jakość tego instrumentu z dokładnością podobną do ocen jurorów. Opracowany klasyfikator może się stać niewątpliwie bardzo ważnym przyczynkiem w badaniach nad jakością skrzypiec, szczególnie, jeśli dorobek Autora rozprawy zostanie przedstawiony na szerszym forum publikacyjnym (w czasopiśmie skierowanym na tę tematykę).

Do rozwiązania założonych celów i tez rozprawy Doktorant zaproponował szereg algorytmów wspomagających przeprowadzenie dowodów tez oraz miary i estymatory jakości ocen eksperckich i opracowanego klasyfikatora. W ramach rozprawy przeprowadzone zostały liczne analizy statystyczne w różnych konfiguracjach parametrów oraz różnych procedurach oceny skuteczności algorytmów. Uzyskane wyniki klasyfikacji można przyjąć w zupełności za wystarczające.

Rozprawa ma charakter poznawczy, ale jednocześnie nosi wyraźny aspekt praktyczny. W ramach przeprowadzonych badań, Doktorant wykazał przydatność zaproponowanego systemu, co pozwoliło na sformułowanie wniosku o udowodnieniu tez rozprawy.

Uwagi dyskusyjne, pytania oraz szczegółowe uwagi krytyczne:

1. Doktorant przyjął założenie nagrań dźwięków skrzypiec, wykorzystując dwa mikrofony, jeden umieszczony w polu bliskim (ok. 1 m od skrzypiec, na tej samej wysokości co instrument) oraz drugi w polu pogłosowym (ok. 10 m od instrumentu). Ponadto oba mikrofony posiadały charakterystyki kierunkowe (w pierwszym przypadku była to charakterystyka kardiodalna, w drugim charakterystyka superkardiodalna). Autor rozprawy wyjaśnia, że takie ustawienie mikrofonów wynikało z potrzeby odwzorowania warunków odsłuchu przy ocenie subiektywnej. Można mieć jednak wątpliwości co do jakości nagranych dźwięków w ustawieniu mikrofonu w polu dalekim, w tym przypadku nagrany dźwięk zawiera nałożone pole pogłosowe i praktycznie można przyjąć, że jest to dźwięk ambientowy.

Pytanie, które się nasuwa, to w których analizach wykorzystane były nagrania z pola bliskiego, a w których z dalekiego? W przypadku pola dalekiego nagranie sygnału muzycznego i jego późniejsza analiza nie jest adekwatna z analizą subiektywną przeprowadzoną w identycznych warunkach (czyli w polu dalekim).

2. str. 12 – Autor podaje liczbę instrumentów zawartych w skonstruowanej bazie AMATI, czyli 54 instrumentów nowych i jeden instrument dawny. Na str. 42 Autor podaje opis do tabeli 2.2, mówiąc, że wykorzystuje 53 instrumenty (dlaczego tylko 53?). Dodatkowo na str. 43-46 Autor zawarł tabelę, w której pierwsza kolumna oznacza numer instrumentu, największy numer porządkowy wynosi 118 – dlaczego? Dalej na str. 46 można znaleźć uwagę, że: „Skrzypce oznaczone numerami 36, 39, ..., 100, 10 i 107...”, itd., co nie ułatwia zrozumienia tej analizy. Dodatkowo na str. 55 Autor pisze, że wykorzystał 79 instrumentów. Nasuwa się więc pytanie, ile instrumentów było wykorzystywanych w analizach?

3. str. 32 – algorytm wykorzystywany przez doktoranta w celu likwidacji nadmiarowych maksimów opiera się na drzewie BST (Binary Search Tree). Oczekiwałoby się choć krótkiego opisu tego algorytmu (wraz z odwołaniem do literatury). Warto by też sprawdzić czy taki algorytm jest wykorzystywany w klasyfikacji danych muzycznych (w szerszym kontekście niż w przypadku rozprawy), takie zestawienie byłoby interesujące.
Ponadto nasuwa się pytanie czy Autor rozprawy sądzi, że inne algorytmy, np. uczące mogłyby być wykorzystane w tym celu?
4. Z korzyścią (w sensie czytelności) dla rozdziału 2 wskazane byłoby zamieścić opis i komentarz do poszczególnych algorytmów, zaś tabulogramy przenieść do Dodatków.
5. Literatura - 80 pozycji w tematyce, która jest bardzo aktualna na świecie - wydaje się dość uboga. Ponadto w pracach oryginalnych odniesienia do literatury przyjęło się nazywać Bibliografią. Należy też zwrócić uwagę na nietypowy układ rozprawy, w którym literatura nie jest rozdziałem umieszczonym bezpośrednio po Wnioskach, a znajduje się dopiero po Dodatkach, Spisie ilustracji, itd.

Uwagi szczegółowe:

W tekście rozprawie znalazły się pojedyncze błędy i stylistyczne i interpunkcyjne, usterki te nie zostały przywołane w niniejszej recenzji ze względu na ich małą istotność w zrozumieniu treści przekazu rozprawy.

Podsumowanie

W podsumowaniu stwierdzam jednoznacznie, pomimo uwag krytycznych zawartych w niniejszej opinii, że przedłożona mi do recenzji rozprawa p. Piotra Wrzeciono z nadmiarem spełnia wymagania stawiane w Ustawie rozprawom doktorskim i wnoszę o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

prof. dr hab. inż. Bożena Kostek, prof. zw. Pol. Gdańskiej

