

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Szymona Muszyńskiego

***Metody i modele
komputerowego generowania aranżacji muzycznych
oraz badanie ich podobieństwa***

Podstawą do przygotowania recenzji rozprawy Pana mgr. inż. Szymona Muszyńskiego jest pismo Pana dr. hab. inż. Zbigniewa Tarapaty, profesora WAT, przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Informatyka Techniczna i Telekomunikacja” Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie z 13 grudnia 2023 roku, informujące o uchwałach Rady Dyscypliny Naukowej

Opiniowana praca doktorska Pana Szymona Muszyńskiego powstała pod naukowym kierunkiem Pana dr. hab. inż. Zbigniewa Tarapaty, profesora WAT.

Praca została przedstawiona Radzie Dyscypliny Naukowej *Informatyka Techniczna i Telekomunikacja* Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w trybie przewidzianym w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.). Rada Dyscypliny Naukowej podjęła uchwały nr 51/RDN ITiT/2023 powierzając mi wykonanie recenzji pracy doktorskiej.

1

Zgodność sporządzonej recenzji z zaleceniami Rady Doskonałości Naukowej

Rada Doskonałości Naukowej, na podstawie obowiązujących przepisów oraz prawomocnych orzeczeń sądowych wydał zalecenia dotyczące trybu oraz zawartości recenzji w postępowaniach o awans naukowy. W przypadku recenzji rozpraw doktorskich wspomniane zalecenia sugerują, aby recenzje zawierały trzy elementy:

- 1) ocenę wraz z uzasadnieniem, iż rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w określonej dyscyplinie;
- 2) ocenę wraz z uzasadnieniem, że rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej przez osobę ubiegającą się o nadanie stopnia doktora oraz
- 3) ocenę wraz z uzasadnieniem, iż rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Jednocześnie Rada doskonałości Naukowej stwierdza, że brak jest podstaw, by recenzenci wyrażali w swych recenzjach opinie odnoszące się do innych kwestii niż te, które zostały przedstawione, a które to wynikają z przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Co więcej, Rada sugeruje, iż opinia, która odnosi się do innych elementów niż wskazane, może budzić wątpliwości odnośnie do jej prawidłowości.

Biorąc powyższe pod uwagę – i nie chcąc niepotrzebnie niepokoić RDN – ograniczę elementy oceniające tej recenzji do wymienionych.

Recenzję przygotowałem na podstawie rozprawy doktorskiej.

2

Ogólna charakterystyka i konstrukcja rozprawy

Treść rozprawy Szymona Muszyńskiego pt.: *Metody i modele komputerowego generowania aranżacji muzycznych oraz badanie ich podobieństwa* jest sygnowana przez Wydział Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.

Przedstawiona praca zawiera dokładnie to, co jest opisane w tytule, czyli rozważania na temat metod i modeli komputerowego tworzenia aranżacji muzycznych oraz sposobów porównywania podobieństwa takich aranżacji.

Obszerną, bo ponad 300-stronicową pracę autor podzielił na trzy główne części, który to podział jest moim zdaniem rozsądny i celowy.

We wstępie, zawierającym typowe dla tego typu prac elementy, autor przedstawił krótki rys historyczny zagadnień poruszanych w rozprawie, krótko scharakteryzował stan badań w tematyce oraz wprowadził pewne niezbędne do zrozumienia toku myślenia autora terminy muzyczne.

Już tutaj, na samym początku, pragnę wyrazić moją niezgodę na stwierdzenie autora, iż praca ma charakter interdyscyplinarny. Zdecydowanie twierdzę, iż praca jest jednoznacznie ulokowana w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, z oczywistym wskazaniem na pierwszy człon tej nazwy. Skąd bierze się moje przekonanie? Ano z analizy stosowanych metod, technik i narzędzi, które wyraźnie przynależą do informatyki technicznej.

Informatykę techniczną od jej siostry informatyki różni przede wszystkim aplikacyjność rozwiązań; nawet jeśli rozważane są tutaj metody i modele, to zawsze z myślą o wykorzystaniu tych metod i modeli we wszystkich właściwie bez wyjątku działaniach człowieka. Z tego punktu widzenia, każdy niemal projekt stosowanej informatyki można byłoby traktować jako interdyscyplinarny.

W recenzowanej pracy obok wiedzy informatycznej mamy wielką wiedzę muzyczną autora. Bez wiedzy muzycznej praca nie mogłaby powstać. Jednakże – podkreślę to

raz jeszcze – w swojej warstwie metod, technik i narzędzi prezentowana praca jest zdecydowanie umieszczona w dyscyplinie informatyka techniczna, czego także dowodzi odpowiednio sformułowany zbiór celów pracy. Jednocześnie nie przeczę, że przy innym podejściu metodycznym, technicznym i narzędziowym materiał ten mógłby być podstawą do starania się o stopień w zakresie muzyki.

Jak wspominałem, autor podzielił rozprawę na trzy części. Pierwszą część poświęcił grafowo-sieciowym modelom muzycznym, druga zaś omawia metody porównywania utworów muzycznych.

Trzecia część pracy zawiera wyniki badań obu części poprzednich.

Potem następują podsumowanie oraz niezbędne spisy – w tym bibliografia.

Pracę uzupełniają dwa dodatkowe rozdziały poświęcone szacowaniu złożoności obliczeniowej oraz wynikom ankiet. Nie potrafię znaleźć uzasadnienia dla wydzielenia tych części; moim zdaniem materiał ten lepiej prezentowałby się wkomponowany odpowiednio w treść rozprawy.

3

Ocena teoretycznej wiedzy doktoranta w zakresie właściwej dziedziny wiedzy

Od człowieka wykształconego, a więc także od doktora nauk inżyniersko-technicznych wymagamy pewnej ogólnej wiedzy inżynierskiej i technicznej, jednakże wyłącznie na podstawie przedstawionej rozprawy nie można stanu takiej wiedzy potwierdzić.

Nie mam natomiast najmniejszej wątpliwości, że w zakresie wiedzy właściwej dla rozpatrywanej dyscypliny naukowej, doktorant porusza się swobodnie. W samej treści rozprawy – oprócz oczywistej znajomości modeli grafowo-sieciowych – wykorzystuje rachunek macierzowy, wektorowy, prawdopodobieństwa. Stosuje różne miary związane bezpośrednio, ale i odległe z przyjętymi modelami.

Do przeprowadzenia i udowodnienia swoich też doktorant wykorzystuje rozmaite narzędzia informatyczne, w tym programistyczne. Ze względu na charakter pracy posługuje się także mniej powszechnymi programami.

Dobrze i swobodnie radzi sobie doktorant szacując i mierząc stopień komplikacji algorytmów, wykorzystując do tego celu pojęcie złożoności obliczeniowej. I znowu muszę dodać, iż chociaż szacowanie złożoności obliczeniowej algorytmu powinno być standardowym działaniem, to jednak trafiam na sporo prac, w której autorzy tą złożoność pomijają. Tutaj autor złożoność oblicza, co jest dla mnie kolejnym potwierdzeniem jego pełnego profesjonalizmu.

Zdaję sobie sprawę, że materiał rozprawy, wysłany jako artykuł do redakcji uznanych czasopism, zostałby zwrócony z uwagą: a czemu autor nie wykorzystał sieci neuronowych, a przynajmniej algorytmów genetycznych itd. Doktorant doskonale zdaje sobie sprawę z istnienia wspomnianych modnych algorytmów i metod. W treści rozprawy przywołuje niektóre uzyskane tą drogą wyniki, ale uparcie podąża drogą wybranej metodyki postępowania, wierząc, że i ta droga doprowadzi do pożądaných efektów.

Podkreślam powyższy fakt, bowiem o wiedzy teoretycznej w zakresie ocenianej dziedziny wiedzy decyduje także świadoma rezygnacja z pewnych narzędzi i metod.

Jednocześnie nie sposób pominąć ogromu wiedzy związanej z teorią muzyki, szczególnie kompozycji. Ta właśnie widza w połączeniu z informatyką dała efekt w postaci rozprawy. Połączenie obu rodzajów wiedzy dało wymienny rezultat.

Praca doktorska, będąc pracą pisaną pod kierunkiem promotora, jest zawsze wypadkową starań doktoranta i jego opiekuna. Niemniej zawsze jest sporo elementów, które pozwalają zorientować się w udziale doktoranta.

Jednym z takich elementów jest język pracy. Otóż rozprawa jest napisana ładnym językiem polskim. Mało jest w treści wyrażen gwarowych. Zdania są dość rozbudowane, widać, że zdania te są przemyślane. Akapity są jednolite treściowo. Treść rozdziałów i podrozdziałów jest zwarta tematycznie. Wszystko to wskazuje, że tekst powstawał w głowie autora, a nie sposobem „zaznacz i przenieś”.

To, co najbardziej spodobało mi się podczas czytania rozprawy, to fakt, że mamy do czynienia z rozprawą właśnie. Z rozprawą, a nie z technicznym raportem z badań. Autor rozprawia nad tematem. Często prowadzi myśl w kierunkach alternatywnych rozwiązań, często nadmienia coś o możliwych wersjach. Wszystko to sprawia, że pracę czyta się nie jako skończone dzieło, ale raczej jako spisany na pewnym etapie stan myśli i rozwiązań. Pokazuje to, że praca autora nie skończy się po napisaniu rozprawy, bo tyle jeszcze jest do sprawdzenia.

Młodzi twórcy często zapominają, że przed nimi też prowadzono badania. O docenieniu poprzedników świadczy zawsze dobór i wykorzystanie źródeł.

Autor przytacza 132 pozycje źródłowe, z których każda jest cytowana w pracy. Źródła są nie tylko liczne, ale i różnorodne. Znakomitą przewagą mają źródła pisane: artykuły, książki i doniesienia konferencyjne. Mamy też źródła sieciowe. Tak więc, można na tej podstawie śmiało stwierdzić, że autor dokonał szerokiego przeglądu źródeł, jest dobrze zorientowany w temacie, można – w konkluzji – zaufać jego naukowym wyborom i osiągnięciom.

Doktorant wykazał dużą znajomość metod i zasad naukowego podejścia do badanych zagadnień. Wspomniane zagadnienia są przedstawione jasno i precyzyjnie, przy zastosowaniu właściwego formalizmu matematycznego, typowego dla rozpraw naukowych z dziedziny nauk technicznych. Autor rozprawy dobrze sobie radzi z większością opisywanych zagadnień matematycznych, śmiało korzysta z aparatu matematycznego i bez obaw proponuje rozszerzenia tego aparatu.

Powiązanie muzyki z matematyką nie jest dla mnie dziwne. Jest to chyba najmniej wątpliwe powiązanie matematyki z jakąkolwiek odmianą sztuki. Bach, największy geniusz muzyczny wszechczasów oparł piękno muzyki na matematyce.

Pokreślenia wymaga także użycie ankiety, zarówno jako narzędzia badawczego, jak i ostatecznego narzędzia do oceny wygenerowanych fraz muzycznych. W gronie ludzi zajmujących się akustyką, zarówno użytkową jak i artystyczną, jest bowiem wiadomo, że przyrządy pomiarowe i obliczone wartości parametrów sprzętu i instrumentów są ważne, ale najważniejszy jest odsłuch. Przecież żadne parametry i przyrządy nie potwierdzą doskonałości skrzypiec Stradivariusa lepiej niż ludzkie ucho. Zdając sobie z tego sprawę, rozumiem potrzebę badania odsłuchowego, nawet jeśli jest to badanie realizowane poprzez sieć.

Faktem jest, że w ankiecie wzięło udział zbyt mało osób. Nie był także dobrany skład osobowy testerów. Nie mniej, użycie tego narzędzia dobrze świadczy o wiedzy i doświadczeniu doktoranta.

Modele grafowo-sieciowe są powszechnie wykorzystywane do opisu rozmaitych zależności w różnych dziedzinach życia, nauki i techniki. Znane zastosowania takich modeli obejmują sieci neuronowe, teleinformatyczne, społeczne, transportowe, handlowe, badawcze itd. Sfera możliwych zastosowań takich modeli jest olbrzymia, ponieważ wiele sieci daje się opisać z wykorzystaniem jakże sprytnej i oszczędnej definicji grafu, jako zestawu trzech elementów: zbioru wierzchołków, zbioru gałęzi oraz zbioru relacji pomiędzy wierzchołkami i gałęziami. Znam tylko jedną oszczędniejszą definicję, mianowicie definicję matroidu; niestety, nikt nie przedstawił skutecznej metody implementacji tego tworu.

Z powszechności korzystania z modeli grafowo-sieciowych nie wynika łatwość tworzenia takich modeli. Dlatego decyzja doktoranta o wykorzystaniu omawianych modeli do automatycznego tworzenia aranżacji muzycznych jest zarówno oczywista jak i trudna w realizacji. Autor szczegółowo opisał sposoby tworzenia modelu grafowo-sieciowego dla wybranych utworów (dokładniej fragmentów utworów) należących do różnych światów muzycznych, od klasyki do kotka na płotku. Zupełnie słusznie nie uwzględnił autor rapu, ponieważ z każdego punktu widzenia, także informatycznego, rap nie jest muzyką, lecz rodzajem mowy.

Bardzo szczegółowo są opisane w pracy niemal wszystkie osobliwości tego modelowania. Do dalszego badania autor wybrał trzy modele szczegółowe, które w części trzeciej są wykorzystywane do generacji aranżacji wybranych fragmentów utworów. Jeśli chodzi o aranżacyjną część rozprawy, to autor dochodzi do wniosku, że tylko jeden z jego testowanych modeli daje aranżacje mogące uchodzić za powiedzmy akceptowalne. Inne aranżacje z różnych powodów autor odrzuca.

Tutaj znajduję może nie istotny brak rozprawy, ale punkt do dalszych rozważań i badań. Otóż niezgodność linii melodycznej z zasadami rządzącymi kompozycją utworu są, moim zdaniem, rzeczą umowną i mocno uwarunkowaną kulturowo, czego przykładem jest nasz strój równomiernie temperowany.

Z drugiej strony widzimy, że produkty przyjętego modelu mogą być poprawne z formalnego punktu widzenia, zaś dla słuchacza – nie do przyjęcia. Dlatego wydaje się, że należałoby podjąć próbę stworzenia takiej miary utworu muzycznego, która niosłaby w sobie ową akceptowalność.

Drugą główną nicią badawczą pracy doktoranta było stworzenia miary podobieństwa utworów, tak aby można było mierzyć stopień plagiatu utworów. Autor przedstawił tutaj cały szereg propozycji metod porównywania utworów. Mamy więc rodzinę metod bazujących na grafowo-sieciowej reprezentacji utworu. Mamy metody działające na podobieństwo wzorców tekstowych, a więc metody znane każdemu z działania systemów antyplagiatowych. I na końcu mamy metody oparte o miary prawdopodobieństwa. Wszystkie te sposoby są szczegółowo opisane, a działanie tych miar wykorzystane do porównania w części trzeciej pracy.

Zarówno modele w pierwszej części pracy, jak i miary przedstawione w części drugiej są w znacznej mierze autorskie i stanowią oryginalny dorobek autora. Podkreślam też fakt, że modele i miary mogą zarówno być wdrożone już teraz, ale także mogą stanowić wiele punktów wyjścia do dalszych badań.

Reasumując – uważam, iż recenzowana rozprawa doktorska jest interesującą i oryginalną pracą badawczą. Przeprowadzając swoje wywody, autor wykazał się wszechstronnością, dobrą znajomością wiedzy teoretycznej i praktycznej w reprezentowanej przez niego dyscyplinie, a także umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Doktorant osiągnął założone w pracy cele i wykazał dużą przydatność prezentowanych metod.

Jestem przekonany, że praca spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w obowiązujących przepisach i wnoszę o dopuszczenie pracy do obrony. W trakcie postępowania **będę głosował za przyznaniem Szymonowi Muszyńskiemu stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.**

Nie znajduję w treści pracy żadnych ani bardzo ani mniej rażących braków i prześlamań. Jedną uwagę mam do dziwnego ograniczenia rozpatrywanych częstotliwości do tych słyszalnych przez ludzkie ucho. Po pierwsze, przyjęto zakres (od 16 Hz do 16 kHz), który osobniczo może być większy. Nie widzę też powodów do pominięcia słuchu kostnego oraz harmonicznych ponad 20 kHz.

Biorąc pod uwagę całokształt pracy wnoszę o wyróżnienie rozprawy.

