

prof. dr hab. inż. Władysław Homenda
Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Warszawa, 31 stycznia 2020

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej
oraz dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego
dr. inż. Bartłomieja Stasiaka**

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na informację Dziekana Wydziału Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej prof. dr. hab. Piotra Liczberskiego datowanej 29 listopada 2019 roku o powołaniu mnie na recenzenta na mocy decyzji Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów. Dokumenty niezbędne do oceny dorobku naukowego otrzymałem z opóźnieniem, w drugiej połowie grudnia, dlatego prace nad recenzją rozpocząłem w styczniu.

A Ocena rozprawy habilitacyjnej

Rozprawa habilitacyjna została przedstawiona w formie cyklu publikacji pod wspólnym tytułem *Metody automatycznej analizy, rozpoznawania i wyszukiwania wzorców w nagraniach muzycznych*. Rozprawa składa się z 13 prac opublikowanych w latach 2013-2019:

- cztery prace w czasopismach z listy JCR,
- trzy prace pokonferencyjne indeksowane w WoS,
- cztery prace pokonferencyjne nieindeksowane w WoS,
- dwa rozdziały w monografiach wieloautorских.

Sumaryczna liczba punktów według listy A MNiSW wynosi 145, sumaryczny Impact Factor czterech prac z listy JCR wynosi 5.14.

Cykl pracy dotyczy wyników badań nad wybranymi metodami analizy sygnału dźwiękowego w zakresie przetwarzania nagrań muzycznych. W cyklu prac składających się na rozprawę Autor wyróżnił trzy zakresy badań w obszarze tematycznym rozprawy:

- analiza i wykrywanie częstotliwości podstawowych w dźwiękach polifonicznych,
- analiza rytmiczna ograniczona do wykrywania początków nut,
- wykrywanie podobieństwa nagrań muzycznych.

Ponadto Autor włączył do rozprawy dwie prace spoza tych trzech zakresów, dotyczące systemów wyszukiwania utworów oraz zastosowania gier z muzyką jako narzędzi edukacji muzycznej.

1. Uwagi o rozprawie

Charakterystykę osiągnięcia naukowego Habilitanta poprzedzę komentarzem dotyczącym dokumentów przewodu habilitacyjnego. Oba zasadnicze dokumenty, autoreferat i wykaz dorobku, zostały przygotowane bardzo starannie, ich treść i układ były bardzo dobrze przemyślane. Dlatego, charakteryzując rozprawę, będę cytował fragmenty tych dokumentów, ponieważ dobrze oddają moje uwagi i opinie.

Habilitant bardzo trafnie scharakteryzował w autoreferacie motywację, cel i zakres merytoryczny przedstawionego cyklu publikacji jako osiągnięcia badawczego:

- a) Tematyka badawcza mieści się w obrębie dziedziny informatyki zajmującej się analizą informacji muzycznej (ang. music information retrieval, MIR). Rozwój tej dziedziny opiera się na wykorzystaniu odpowiednich metod przetwarzania danych do analizy treści nagrań muzycznych i automatycznej ekstrakcji cech i informacji użytecznych dla potencjalnego odbiorcy/słuchacza. A zatem łączy ona i wykorzystuje również osiągnięcia innych dziedzin, takich jak akustyka i psychoakustyka, sztuczna inteligencja i inżynieria obliczeniowa, przetwarzanie sygnału oraz teoria muzyki.
- b) Poruszana dziedzina stanowi bardzo szeroki i w istotnym stopniu interdyscyplinarny obszar badawczy, na którym koncentrowałem swoją aktywność naukową w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Cykl publikacji przytoczony w sekcji 4.2 (autoreferatu) mieści się w całości w tym obszarze i dotyczy zagadnienia analizy i wyszukiwania wzorców w nagraniach muzycznych, ze szczególnym uwzględnieniem dwóch podstawowych elementów składowych wzorców melodyczno-rytmicznych, czyli wysokości dźwięku (ang. pitch detection) i momentu jego wystąpienia (ang. onset detection). W związku z tym, na zakres prowadzonych przeze mnie badań, udokumentowanych wymienionymi publikacjami naukowymi i stanowiących podstawę do ubiegania się o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, składają się prace poświęcone:
 - analizie wysokości dźwięku,
 - metodom porównywania i rozpoznawania wzorców melodycznych,
 - problemowi wykrywania początków nut.

Cykl prac podstawowych dla osiągnięcia naukowego został uzupełniony jedną pracą stanowiącą wprowadzenie do cyklu oraz jedną pracą stanowiącą podsumowanie. Praca wprowadzająca do cyklu zawiera obszerny przegląd problemów z dziedziny przetwarzania informacji muzycznych. Praca podsumowująca przedstawia jedno z możliwych zastosowań metod prezentowanych w cyklu oraz wspomina szersze możliwości zastosowania metod przetwarzania informacji muzycznych. Tych dwóch prac nie można uznać za oryginalne osiągnięcie badawcze o charakterze nowatorskim, natomiast zgodnie z zamierzeniem Habilitanta, są one swoistą klamrą zamykającą główną część cyklu.

Habilitant wielokrotnie odwołuje się do dwóch ważnych sposobów reprezentacji informacji muzycznych, czytaj – reprezentacji utworów muzycznych: MIDI i audio, przy czym zasadnicza część osiągnięcia dotyczy reprezentacji audio.

W plikach MIDI podstawą reprezentacji (nie wnikając w szczegóły) jest zapis kolejnych dźwięków (nut) w postaci początku wybrzmiewania, czasu wybrzmiewania, wysokości dźwięku i jego głośności. Są też inne formy zapisu o podobnym charakterze, przykładem jest format Music XML. Jeśli przyjąć, że zapis MIDI został stworzony za pomocą komputerowego programu rozpoznawania notacji muzycznej, to można zaryzykować tezę, że jest to zapis obiektywny, wolny od subiektywnej interpretacji utworu muzycznego dokonanej przez wykonawcę. Oczywiście, zapis MIDI może być efektem nagrania muzyki wykonanej na żywo, zatem będzie zawierać szczegóły interpretacyjne, ale jednak jest to bardzo zgrubna aproksymacja interpretacji dokonanej przez wykonawcę.

Pliki audio są znacznie dokładniejszą aproksymacją wykonania i interpretacji muzyki. Zapis audio nie zawiera bezpośredniej informacji o odtwarzanych nutach: ich początku, czasie trwania, wysokości czy nawet głośności odtwarzania. Te informacje są reprezentowane pośrednio w plikach audio, ich detekcja wymaga zastosowania nietrywialnych metod analizy dźwięku. Dotyczy to w szczególności nagrań utworów muzycznych wykonanych przez muzyków, a takie nagrania były przedmiotem analizy dokonanej w ramach niniejszego przewodu. Odkrywanie tych informacji jest fundamentem osiągnięć Habilitanta.

Warto tutaj zauważyć, że badania prezentowane w pracach przedstawionego cyklu były przeprowadzone na dużych uznanych bazach utworów muzycznych. Dlatego uzyskane wyniki mają również mocną legitymację praktyczną.

W powyższych uwagach dotyczących cyklu prac uznanych przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe uwzględniłem tylko metodologię, pomijając szczegóły techniczne jak np.: opis zestawów danych użytych w badaniach, czy też zastosowanie narzędzi obliczeniowych itp. Analiza prac wskazuje na dobre przygotowanie teoretyczne Habilitanta w obszarach informatyki i w szczególności muzyki, która jest przedmiotem badań, ale też na bardzo dobre opanowanie narzędzi informatycznych użytych do przeprowadzenia badań.

2. Konkluzje

Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami stanowi:

Art. 16. 1. Do postępowania habilitacyjnego może zostać dopuszczona osoba, która posiada stopień doktora oraz osiągnięcia naukowe lub artystyczne, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej lub artystycznej oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną.

2. Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1, może stanowić: 1) dzieło opublikowane w całości lub w zasadniczej części, albo cykl publikacji powiązanych tematycznie; 2) zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne

Przedstawiona rozprawa habilitacyjna jest cyklem publikacji powiązanych tematycznie, co (częściowo) spełnia wymogi punktu 1. ustęp 2. artykułu 16. Ustawy. Jednak Habilitant nie

zaproponował nowych metod, algorytmów, twierdzeń itp. Prace składające się na rozprawę raportują analizę i zastosowanie znanych metod do rozwiązania znanych problemów dla publicznie dostępnych zestawów danych. Dlatego w mojej opinii rozprawa ma charakter techniczny i (częściowo) spełnia wymogi punktu 2. ustęp 2. Za pomysł nowatorski, a na pewno wartościowy, można uznać ulepszenia metody DTW (FlatDTW, miara DTV), czy też metodę konstrukcji materiału do testów w problemie *multi- F_0 detection*. Jednak nie zmienia to mojej opinii, że zagadnienia rozważane w rozprawie są wtórnymi do znanych metod, co uzasadnia kwalifikację charakteru rozprawy jako ściśle technicznego, po części projektowego i konstrukcyjnego.

O technicznym charakterze rozprawy świadczy szczegółowy opis oryginalnego osiągnięcia projektowego i konstrukcyjnego. Tym osiągnięciem jest, cytując Habilitanta, istotny wkład w rozwój badań nad metodami automatycznej analizy informacji muzycznych. Podzielam również opinię Habilitanta, że za najistotniejsze wyniki z przedstawionego cyklu prac należy uznać, ponownie cytując Habilitanta:

1. W zakresie analizy częstotliwości podstawowych w dźwięku polifonicznym: propozycję wykorzystania wielu reprezentacji sygnału dźwiękowego i użycie mechanizmu sędziego do poprawy wyników rozpoznawania w stosunku do metod klasycznych. Te wyniki znalazły się w pracy trzeciej i czwartej cyklu (I.B3, z rozszerzeniem o reprezentację SI-PLCA w I.B4).
2. W zakresie rozwoju metod porównywania wzorców:
 - a. propozycję metody Tune-follower pozwalającej na poprawę wyników rozpoznawania nieprecyzyjnie wykonanych melodii w wyszukiwarkach typu query-by-singing/humming (I.B6);
 - b. wykorzystanie miary DTV do określania odpowiedniej długości nagrań do porównania algorytmem DTW (I.B7);
 - c. opracowanie algorytmu FlatDTW, pozwalającego na istotną redukcję złożoności obliczeniowej algorytmu DTW w przypadku wzorców odcinkami stałych (I.B8);
3. W zakresie analizy rytmicznej, w szczególności dotyczącej fundamentalnego problemu wykrywania początków nut w nagraniach:
 - a. propozycję nowych miar oceny jakości funkcji ODF (I.B9);
 - b. propozycję łączenia wyników wielu funkcji ODF i wykorzystania ich jako danych wejściowych do sieci neuronowej, co pozwala na efektywne uczenie maszynowe na stosunkowo niewielkich zbiorach danych (I.B10);
 - c. analizę skuteczności metod uczenia głębokiego, opartych na splotowych sieciach neuronowych (CNN) w odniesieniu do materiału muzycznego zawierającego początki nut typu PNP (I.B12).

Należy podkreślić, że rozprawa jest bardzo solidnym studium możliwości, celowości i poprawności zastosowania znanych metod do ważnych zagadnień rzeczywistych, doboru narzędzi oraz parametrów, a także empirycznych analiz porównawczych proponowanych rozwiązań. Stworzone przez Habilitanta oprogramowanie w podkategorii QbSH było kilkakrotnie dobrze zweryfikowane na poziomie międzynarodowym (konkursy MIREX).

Niniejsza rozprawa nie jest zrealizowanym w pełni osiągnięciem projektowym i konstrukcyjnym nawet w znaczeniu, na przykład, prototypu produktu gotowego do wdrożenia lub projektu takiego produktu. Jest to raczej zestaw kilku elementów projektowych z elementarną empiryczną weryfikacją ich jakości. Dlatego, jak zauważyłem powyżej, tylko częściowo spełnia wymogi punktu 2. ustęp 2. Trudno jednak oczekiwać, by Habilitant w ramach procedury habilitacyjnej przygotował prototyp lub projekt produktu w obszarze badawczym i wdrożeniowym obejmującym bardzo szerokie spektrum zagadnień przyjęte w niniejszej rozprawie jako przedmiot badań.

Reasumując powyższe uwagi, stwierdzam, że przedłożona rozprawa habilitacyjna dr. inż. Bartłomieja Stasiaka stanowi wkład do rozwoju metod przetwarzania informacji muzycznych. Rozprawa dr. inż. Bartłomieja Stasiaka spełnia wymogi Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami, a w szczególności wymogi artykułu 16. tej Ustawy.

B. Ocena dorobku naukowego

W niniejszej części recenzji odniosę się do dorobku naukowego Habilitanta z okresu po uzyskaniu stopnia doktora. W dokumentach przewodu nie znalazłem informacji o dorobku przed uzyskaniem stopnia doktora.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant opublikował czternaście prac (oprócz prac wchodzących w skład rozprawy), w tym pięć prac indeksowanych w bazie JCR. Większość prac nieindeksowanych w bazie JCR stanowią prace z konferencji międzynarodowych, ale są tam też prace w czasopismach i rozdział w monografii wieloautorskiej.

Powyższe dane wskazują, że dorobek naukowy Habilitanta jest zauważalny nawet z pominięciem prac włączonych do rozprawy. Dorobek naukowy Habilitanta jest wartościowy, o czym świadczy fakt, że wszystkie prace indeksowane w bazie JCR zostały opublikowane w czasopismach naukowych legitymujących się współczynnikiem Impact Factor, a suma wartości współczynnika Impact Factor tych prac przekracza 10. Najważniejsza część dorobku jest merytorycznie spójna, treść większości prac dotyczy zastosowań informatyki w medycynie.

Działalność naukowa jest rozpoznawalna, o czym świadczą niezłe wartości parametrów bibliometrycznych: według baz WoS i Scopus jego Indeks Hirscha wynosi 5. WoS raportuje liczbę cytowań bez autocytowań 21. Scopus raportuje większą liczbę cytowań, ale nie potrafiłem ustalić dokładnej wartości. Co prawda liczba cytowań jest mała, należy jednak zauważyć, że parametry bibliometryczne Habilitanta zostały ustalone głównie w obszarze przetwarzania informacji muzycznych, który co prawda nie jest obszarem niszowym, ale popularnością ustępuje strumieniowi głównemu prac badawczych. W takiej sytuacji uzyskanie dobrych wartości parametrów bibliometrycznych jest trudniejsze niż w popularnych obszarach. W tym kontekście warto też wspomnieć o aktywności Habilitanta jako recenzenta prac zgłaszanych do publikacji w czasopismach naukowych o dużej renomie.

Innym aspektem i wartością pracy badawczej Habilitanta jest jej powiązanie z zastosowaniami praktycznymi. Habilitant jest autorem oprogramowania użytego w analizach empirycznych, których wyniki zostały przytoczone w opublikowanych pracach i które powinno być rozwinięte i udostępnione w formie otwartego oprogramowania.

Warto też zauważyć, że Habilitant był kierownikiem i wykonawcą grantów KBN/NCN/NCBiR, co jest kolejnym potwierdzeniem wartości Jego dorobku badawczego.

C. Ocena dorobku organizacyjnego i dydaktycznego

Dr inż. B. Stasiak studiował w Akademii Muzycznej w Łodzi i w Politechnice Łódzkiej, uzyskał tytuł magistra sztuki i magistra inżyniera. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie informatyki uzyskał w Politechnice Gdańskiej. Pracował w instytucjach o profilu muzycznym i informatycznym. Od 2010 roku jest zatrudniony w Instytucie Informatyki Politechniki Łódzkiej na stanowisku adiunkta. Warto podkreślić, że studia i praca zawodowa zdeterminowały jego bardzo dobre przygotowanie merytoryczne w obszarach osiągnięcia naukowego, to znaczy w obszarach zastosowań metod obliczeniowych do przetwarzania informacji muzycznych.

Warto również zauważyć aktywność Habilitanta w życiu kulturalnym zaczynając od profesjonalnego uprawiania muzyki w orkiestrze Teatru Wielkiego w Łodzi, przez nauczanie w Państwowej Szkole Muzycznej I stopnia, do udziału w charakterze wykonawcy w okolicznościowych koncertach.

1. Praca organizacyjna

Informacje zamieszczone w dokumentacji przewodu świadczą o zauważalnej aktywności organizacyjnej Habilitanta w obszarze informatyki. Był członkiem prestiżowych organizacji The International Society for Music Information Retrieval (ISMIR) i Polskiego Towarzystwa Cybernetycznego. Brał udział w wykonaniu kilku grantów na poziomie krajowym (KBN, NCN, NCBiR), w dwóch był kierownikiem. Był w komitetach programowych kilku konferencji międzynarodowych, przedstawiał referaty na kilku ważnych międzynarodowych konferencjach, przykładem jest konferencja ISMIR. Recenzował prace konferencyjne, co wynikało z obowiązków członka komitetów programowych konferencji. Był recenzentem kilku wniosków składanych w konkursach NCBiR, recenzował manuskrypty składane do kilku czasopism z prestiżowych wydawnictw, w tym międzynarodowych (np. Elsevier, MDPI).

2. Praca dydaktyczna

Habilitant jest aktywny w sferze pracy dydaktycznej. Opracował i poprowadził kilka przedmiotów z zakresu informatyki w języku polskim i angielskim (wykłady, prezentacje, materiały laboratoryjne). Szkoda, że nie pokusił się o opracowanie przedmiotów muzycznych

(historia muzyki, muzykologia) dla studentów Politechniki, które mogłyby być umieszczone w programie studiów w puli tzw. przedmiotów humanizujących. Jego duża wiedza muzyczna mogłaby przynieść duże korzyści dla osób niezajmujących się zawodowo muzyką. Namiastką tego typu przedmiotów były prezentacje popularyzujące muzykę.

Znaczącym osiągnięciem dydaktycznym jest również promotorstwo dużej liczby prac inżynierskich i magisterskich. W sumie Habilitant raportuje 40 prac, z których więcej niż połowa dotyczy przetwarzania informacji muzycznych, a kilka zaowocowało publikacjami. Jest to osiągnięcie godne zauważenia.

D. Podsumowanie

Podsumowując niniejszą recenzję stwierdzam, że zarówno osiągnięcie naukowe dr. inż. Bartłomieja Stasiaka w postaci cyklu prac, jak też jego dorobek naukowy, organizacyjny i dydaktyczny spełniają wymagania przepisów stawiane kandydatom w przewodach habilitacyjnych. W szczególności element poznawczy rozprawy, znajomość przedmiotu badań, dorobek publikacyjny i zasięg przedmiotowy całego dorobku Habilitanta spełniają wymagania ustawowe i zwyczajowe niezbędne do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Dlatego popieram wniosek o nadanie dr. inż. Bartłomiejowi Stasiakowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie informatyka.

