

Kraków, 28 lutego 2020 r.

Dr hab. Janusz Jurek, prof. UJ
Katedra Systemów Informatycznych
Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie
ul. prof. St. Łojasiewicza 4, 30-348 Kraków

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani magister inżynier Magdaleny Habrat
pt. *„Ocena możliwości odwrotnego i nienadzorowanego wyszukiwania grafiki*
***w zastosowaniach geologicznych*”**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani magister inżynier Magdaleny Habrat zatytułowana „Ocena możliwości odwrotnego i nienadzorowanego wyszukiwania grafiki w zastosowaniach geologicznych” przygotowana pod kierunkiem Pana dra hab. Andrzeja Bieleckiego, prof. AGH, jako promotora pracy, a także Pana dra inż. Macieja Dwornika, jako promotora pomocniczego. Recenzja została wykonana na prośbę Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie Pana dra hab. inż. Ryszarda Sroki, prof. AGH, w związku z przewodem doktorskim przeprowadzanym na tym wydziale.

Recenzowana rozprawa dotyczy problematyki wyszukiwania informacji w bazach danych obrazów geologicznych w oparciu o analizę treści obrazów (CBIR – j.ang. Content Based Image Retrieval). Problematyka ta mieści się w dziedzinie zastosowań metod przetwarzania i rozpoznawania obrazów oraz eksploracji baz danych

obrazowych i ma duże znaczenie praktyczne. Należy zauważyć, że obrazy cyfrowe są obecnie podstawą wielu pomiarów w geologii. Bazy danych obrazów geologicznych bardzo szybko się rozrastają, licząc tysiące rekordów, a nadal brakuje narzędzi do ich automatycznej analizy, a w szczególności automatycznego wyszukiwania obrazów w tych bazach na podstawie analizy treści obrazu. Rozprawa koncentruje się na tzw. wyszukiwaniu obrazem, czyli nazywanym też odwrotnym wyszukiwaniem obrazu. W ramach tego podejścia użytkownik jako klucz wyszukiwania może wskazać obraz lub jego fragment, nie definiując dodatkowych warunków i nie nadzorując procesu wyszukiwania.

Autorka rozprawy, po przedstawieniu uzasadnienia dla potrzeby rozwoju metod automatycznego przeszukiwania dużych zbiorów obrazów cyfrowych dla zastosowań w badaniach geologicznych, sformułowała na stronie 6 we „Wstępie” tezę dysertacji w postaci trzech następujących punktów:

- 1. Możliwa jest konstrukcja nienadzorowanego systemu wyszukiwania obrazem dla obrazów wybranych skał.*
- 2. Dobór metody ustalania podobieństwa pomiędzy obrazami wpływa na rezultat wyszukiwania obrazem w mniejszym stopniu niż dobór metody parametryzacji obrazu.*
- 3. Postać klucza wyszukiwania determinuje dobór metod składowych algorytmu wyszukiwania obrazem.*

Jako podstawowy cel rozprawy można zatem przyjąć konstrukcję nienadzorowanego systemu wyszukiwania obrazem dla obrazów wybranych skał oraz analizę wpływu doboru metod i parametrów wyszukiwania na osiągnięte rezultaty. Realizacja tego celu została opisana przez Autorkę w kolejnych rozdziałach dysertacji.

W rozdziale 2 pt. „Wyszukiwanie obrazem” przedstawiono wprowadzenie do problematyki wyszukiwania obrazem, a następnie przyjęty przez Autorkę model wyszukiwania. Model ten zakłada etapowe wykorzystanie dwóch rodzajów metod: metod parametryzacji i detekcji cech obrazu oraz metod związanych z określaniem

podobieństwa pomiędzy obrazami. Do pierwszej grupy należą: metody detekcji globalnych cech obrazu, lokalnych cech obrazu, detekcji obiektów obrazu oraz parametryzacji obiektów obrazu. Do drugiej grupy: metody redukcji wymiaru przestrzeni cech, ustalania skupisk obrazów podobnych, estymacji liczby grup obrazów podobnych. Każda z wymienionych metod została przez Autorkę szczegółowo opisana wraz z podaniem właściwych źródeł literaturowych. Zaprezentowano także założenia ich autorskiej adaptacji dla potrzeb wyszukiwania obrazów geologicznych.

Rozdział 3 pt. „Analiza metod wyszukiwania obrazem dla mikroskopowych obrazów skał” jest najobszerniejszym i jednocześnie jednym z kluczowych rozdziałów dysertacji. Zawiera on omówienie oryginalnych badań własnych Autorki w zakresie analizy metod wyszukiwania obrazem. Najpierw przedstawiono w nim opis danych testowych składających się z 90 cyfrowych obrazów mikroskopowych reprezentujących 9 rodzajów skał. Następnie przedstawiono wizualizację wartości parametrów obrazu dla analizowanych danych, z podziałem na parametry globalne, lokalne, metody segmentacji obrazów skał oraz parametry wykrytych obiektów. W kolejnej sekcji zaprezentowano opis zaproponowanych przez Autorkę miar oceny jakości wyszukiwania. Miary te stały się podstawą dla analizy wpływu doboru metod cząstkowych na rezultat wyszukiwania. Wyniki analizy przedstawiono najpierw w odniesieniu do metod doboru parametrów obrazów: globalnych, lokalnych oraz obiektów obrazu, a potem w odniesieniu do metod ustalania podobieństwa pomiędzy obrazami. Forma prezentacji wyników obejmuje zarówno tabele z wyróżnionymi najlepszymi i najgorszymi wartościami, jak też wizualizację graficzną. Należy zaznaczyć, że Autorka uwzględniła tu również złożone konfiguracje metod składowych. Rozdział 3 kończy krótkie podsumowanie, w którym Autorka omawia wnioski płynące z wcześniej zaprezentowanych wyników.

W rozdziale 4 pt. „Przykłady wyszukiwania obrazem w zastosowaniach geologicznych” również zawarto wyłącznie wyniki badań własnych Autorki – tutaj odnoszące się do aspektów praktycznych wyszukiwania obrazem w zagadnieniach geologicznych. Autorka przedstawiła opis pięciu przykładów wyszukiwania obrazem w różnych potencjalnych zastosowaniach. Dla każdego prezentowanego przykładu

dokonano opisu zagadnienia, materiałów oraz wykorzystanych metod, a także zamieszczono wnioski odnośnie do skuteczności tych metod.

W rozdziale 5 Autorka przedstawia podsumowanie rozprawy. Poza wnioskami końcowymi dotyczącymi zrealizowanych celów i odniesienia się do tez rozprawy, Autorka przedstawia w nim także przyszłe plany naukowe, związane z opracowaniem automatycznych metod detekcji i interpretacji przestrzeni porowej próbek niekonwencjonalnych złóż ropy i gazu.

W mojej ocenie, tezy dysertacji, przedstawione we „Wstępie”, zostały przez Autorkę w pełni wykazane. Za podstawowe osiągnięcia Autorki związane z wykazaniem tez dysertacji uważam:

- 1) opracowanie autorskiego modelu nienadzorowanego wyszukiwania obrazem dedykowanego dla bazy cyfrowych obrazów geologicznych wybranych skał,
- 2) wnikliwą analizę metod składających się na powyższy model i sformułowanie wniosków dotyczących ich własności i zasad doboru,
- 3) wykazanie możliwości zastosowania opracowanego modelu w różnych zagadnieniach geologicznych oraz dyskusję osiągniętych wyników.

W aspekcie formalnym recenzowana dysertacja spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i świadczy o dobrym warsztacie naukowym jej Autorki. Motywacja, cele i tezy rozprawy zostały precyzyjnie określone we wstępie. Ogólny schemat rozprawy jest uporządkowany i przejrzysty, co ułatwia jej lekturę. Literatura przytoczona w obszernej bibliografii jest dobrze dobrana do rozpatrywanych w rozprawie zagadnień.

W zakończeniu recenzji chciałbym zamieścić dwie uwagi krytyczne do opiniowanej rozprawy.

1. W rozdziale trzecim zamieszczono analizę metod wyszukiwania obrazem dla mikroskopowych obrazów skał wykonaną w oparciu o pewien określony zbiór testowy obrazów skał (90 cyfrowych obrazów mikroskopowych przedstawiających 9

rodzajów skał). Ten zbiór testowy został opisany w sekcji 3.1, a w załączniku do pracy przedstawiono kolorowe ilustracje każdej skały ze zbioru testowego. Zabrakło jednak tutaj szerszej dyskusji odnoszącej się do reprezentatywności zbioru testowego i zasad doboru do niego rodzajów skał. Uważam, że warto byłoby taką dyskusję przeprowadzić również w kontekście problemu wykazanego w dalszej części pracy, czyli możliwej wizualnej niejednorodności w obrębie jednego typu skały.

2. W rozdziale czwartym rozprawy przedstawiono opis pięciu przykładów wyszukiwania obrazem dla zastosowań geologicznych. Rozdział ten oceniam wysoko – uważam, że Autorka wykazała możliwą przydatność proponowanych metod. Osiągnięte wyniki są na tyle zachęcające, że moim zdaniem warto byłoby zamieścić komentarze dotyczące aspektu „wdrożeniowego” proponowanych metod w konkretnych aplikacjach związanych z przedstawionymi zastosowaniami. Rozumiem tutaj przygotowanie krótkiego opisu – najlepiej po konsultacjach ze specjalistami dziedziny – działań, jakie zdaniem Autorki jeszcze należałoby wykonać, aby praktycznie wdrożyć i rozpowszechnić te metody w przypadku rzeczywistych, konkretnych aplikacji. Autorka zamieszcza pewien opis tego typu jedynie w przykładzie „wyszukiwania obrazem podobnych wizualnie warstw geologicznych w otworze wiertniczym z wykorzystaniem zapisu kamery introskopowej”. Akurat w tym przypadku jednak potrzebne są dalsze badania podstawowe w celu osiągnięcia wyższej efektywności analizy, zatem jeszcze jest nieco za wcześnie, aby rzetelnie odnieść się do aspektu wdrożeniowego.

Chciałbym podkreślić, że powyższe uwagi nie mają charakteru zasadniczego i nie wpływają na moją całkowicie pozytywną ocenę dysertacji – zarówno w aspekcie merytorycznym, jak i formalnym.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani magister inżynier Magdaleny Habrat zawiera oryginalne i wartościowe wyniki naukowe, stanowiące istotny wkład w dziedzinę metod przetwarzania i rozpoznawania obrazów oraz eksploracji baz danych obrazowych, a także ich praktycznych zastosowań w geologii. Spełnia ona wszystkie wymagania ustawowe i wnoszę o dopuszczenie jej Autorki do

dalszych faz przewodu doktorskiego w celu nadania stopnia naukowego doktora w dyscyplinie informatyka.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jurek', written in a cursive style.

Dr hab. Janusz Jurek, Prof. UJ