

Warszawa, 20 września 2024

Prof. dr hab. inż. Janusz Kacprzyk, dr h.c. mult.
Członek rzeczywisty PAN
Fellow of IEEE (Life), IET, EurAI, AAIA, AIIA. IFIP, IAITQM, IFSA, SMIA
Instytut Badań Systemowych
Polskiej Akademii Nauk
Ul. Newelska 6
01-447 Warszawa
Email: kacprzyk@ibspan.waw.pl

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Gelich
pt. „What is my artwork worth in the 21th century? Applying computational
techniques to the problem of contemporary visual art evaluation:
recommender system for art pricing”**

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na prośbę p. dr. hab. Ewy Sataleckiej, Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Sztuki Plastyczne i Konserwacja Dzieł Sztuki Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych w Warszawie, wyrażoną w piśmie z dn. 15 lipca 2024 r., w którym Pani Przewodnicząca prosi o sporządzenie recenzji rozprawy i dorobku.

Przy przygotowywaniu recenzji wezmę przede wszystkim pod uwagę odpowiednie wymagania ustawowe dotyczące recenzji rozpraw doktorskich, wyrażone – co przytoczono w powyższym piśmie – w art. 187, ust. 1 i 2 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dn. 20 lipca 2020 r., a też podano w powyższym piśmie Pani Przewodniczącej. W mojej opinii ocenię więc, o co zostałem poproszony w ww. piśmie:

- czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę kandydatki w dyscyplinie,
- czy kandydatka posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej,
- czy przedmiotem rozprawy jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne zastosowanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Moją recenzję rozpocznę od uwag ogólnych dotyczących rozprawy, które pozwolą uzasadnić, dlaczego prośba do mnie, informatyka, o sporządzenie recenzji niniejszej rozprawy jest uzasadniona, choć rozprawa jest bronią w Dyscyplinie Sztuki Plastyczne i Konserwacja Dzieł Sztuki, a Kandydatka ubiega się o uzyskanie stopnia doktora sztuki.

W związku z powyższym rozpocznę moją recenzję od uwag ogólniejszych na temat tego, czemu właściwie jest poświęcona rozprawa (oczywiście w mojej opinii i z mojego punktu widzenia) i dlaczego ta tematyka jest zarówno ważna z wielu punktów widzenia, nie tylko artystycznego, ale też informatycznego oraz ekonomicznego, i stanowi wyzwanie naukowe i techniczne (implementacyjne). Moje uwagi będą dotyczyły przede wszystkim w dalszej części wyzwań informatycznych i zaproponowanych w pracy rozwiązań w tym zakresie. Jeśli chodzi o tę część opinii, która dotyczyć będzie aspektów artystycznych, to – jako

niespecjalista w tej dziedzinie – nie powinienem się wypowiadać. Natomiast wypowiem się o pewnych aspektach pracy, związanych ściśle ze sztuką, a mianowicie pewnych elementach rozpatrywanego zadania, które są związane z np. handlem dziełami sztuki na platformach internetowych, co się burzliwie rozwija, także w Polsce, a co jest istotne dla pracy.

Rozpocznę zatem od mojej opinii, czemu właściwie jest poświęcona niniejsza praca, oczywiście z mojej perspektywy, i dlaczego jest to rzeczywistym wyzwaniem naukowym dla wielu dyscyplin, w moim przypadku dla informatyki. Tu trzeba zwrócić uwagę, że Kandydatka jest uznaną malarką, mającą w dorobku liczne wystawy, ale też jest absolwentką studiów informatycznych na University of North Carolina w Charlotte, NC, USA. To rzadkie połączenie, mające wielki wpływ na niniejszą rozprawę doktorską.

A zatem, rozpocznę od uwag ogólniejszych, związanych z Rozdziałem 1. W tym rozdziale Kandydatka zawarła bardzo ciekawy przegląd ważnych kierunków w nowoczesnym malarstwie, zarówno wspominając Kazimierza Malewicza, twórcę suprematyzmu, i artystów z jego epoki, jak też wielu artystów powojennych, w dużej części z Europy Zachodniej i USA. Jeśli chodzi o pewne ważne zjawiska, które tu Kandydatka wspomina, a które są związane z niniejszą pracą, to przede wszystkim sprawy związane z handlem internetowym dziełami sztuki, co jest bezpośrednio związane z rozprawą, ale też sprawy związane z tzw. NFT (non-fungible token, czyli niewymienny token), który jest nowym pomysłem w kontekście handlu dziełami sztuki, polegającym mówiąc prosto na tym, że jest to rodzaj tokena kryptograficznego w ekosystemie blockchain, charakteryzujący się niepodzielnością i niewymiennością, reprezentującego prawo własności do dzieła sztuki, a więc można go sprzedać, co jednak nie jest równoważne z przekazaniem praw autorskich. Nietrudno zauważyć, że tokeny NFT mogą być używane do np. handlu wszelkimi unikalnymi przedmiotami, np. kolekcjonerskimi. Nie jest to jeszcze powszechne rozwiązanie, ale rynek sztuki oparty na NFT rozwija się, także w Polsce (np. Galeria Station of Art. w Warszawie). Dobrze więc, że Kandydatka, mówiąc o nowych tendencjach w sztuce, wspomniała o NFT w kontekście sztuki i handlu nią.

Dla Kandydatki, jako artystki-malarki, najważniejsze są sprawy artystyczne, ale nie można też nie brać pod uwagę spraw ekonomicznych, ponieważ proza życia wymaga osiągnięcia dochodów ze swojej działalności artystycznej, będącej w końcu działalnością zawodową, które zapewniłyby odpowiedni standard i komfort życia. To oczywiście znaczy, że artyści są też żywotnie zainteresowani sprzedażą swoich dzieł, a więc uzyskiwane ceny są ważne. A cenę trzeba określić...

Niestety, określenie ceny dzieła sztuki nie jest łatwe. Oczywiście, zawsze obowiązuje stara zasada, że „towar jest wart tyle ile ktoś zechce za niego zapłacić”, ale to nie powstrzymuje nas od prób choćby zgrubnej wyceny towaru, który ma dla nas znaczenie. W tym przypadku, chodzi o dzieła sztuki. Z jednej strony, nie jest to łatwe, bo nie jest to towar typu „commodity”, jak np. węgiel, zboże itp., który jest sprzedawany i kupowany po cenach, które najczęściej wyznaczane są np. na giełdach towarowych, oraz – co też ważne – jest to towar, który w zasadzie jest taki sam wszędzie i w prawie każdej transakcji, np. tona węgla odpowiedniego rodzaju i jakości.

Oczywiście, obiekty artystyczne, jak np. obrazy, nie mają charakteru towaru typu „commodity” (choć, być może np. obrazki sprzedawane jako pamiątki są czasami malowane taśmowo i można je chyba uważać za „commodity”). Każdy obraz jest jakby oddzielnym

bytem i jego cena jest określana indywidualnie. Kryteria mogą tu być bardzo różne, np. pozycja i status autora, atrakcyjna tematyka i forma, moda, wielkość obrazu, technika itp. Oczywiście, znaczenie mają także np. to, czy dzieło jest autentyczne czy może być falsyfikatem, co np. stwierdzać może ekspertyza, która może być kosztowna, itp. itd. Wszystko to sprawia, że wycena dzieła może być trudna i czasochłonna, a także obarczona błędem. A zatem, dobrze byłoby zastosować tu nowoczesne podejścia i narzędzia, głównie informatyczne, bo one znajdują powszechnie drogę do olbrzymiej większości zastosowań.

Kandydatka słusznie idzie właśnie tą drogą. Na jej pracę można spojrzeć z różnych perspektyw, ale w mojej recenzji przyjmę z oczywistych względów nowoczesną perspektywę informatyczną w duchu tego, co obserwujemy we wszystkich praktycznie sytuacjach w nauce, technice i, ogólniej, w życiu społecznym. Otóż, ogólnie biorąc, obecnie przy wszelkich analizach problemów, procesów, systemów itp. stosuje się powszechnie tzw. podejście „data driven”, czyli oparte na danych, które są generowane i gromadzone wszędzie, bo to „nic (mało?) nie kosztuje”. Analizując zatem te dane, możemy wydobyć dużo informacji i wiedzy o rozpatrywanych zagadnieniach, co też proponuje i realizuje Kandydatka.

W naszym konkretnym przypadku, Kandydatka stosuje w swej pracy dane o dziełach sztuki i ich cenach, które są dostępne w różnych serwisach internetowych, jak np. Artinfo, Allegro czy Ebay, ponieważ większość handlu dziełami sztuki jest dokonywana obecnie poprzez platformy internetowe. To jest dobry wybór Autorki, ponieważ, jak zobaczymy potem, umożliwi Jej to dokonywanie zarówno różnych użytecznych analiz, jak też – w końcu – rekomendacji z użyciem rekomendera, czyli systemu rekomendacyjnego.

To bardzo zresztą celne rozwiązanie Autorki użycia danych z popularnych platform internetowych handlu sztuką ma wiele implikacji. Po pierwsze, ogranicza rozważania do dzieł o cenie (sugerowanej, nie transakcyjnej!) w serwisie ok. USD 100 – 39000, co jest niestety podane dopiero w dalszej części pracy, nie na początku, ale w innych miejscach podane są inne zakresy cen, co dobrze byłoby wyjaśnić. To ograniczenie jest zresztą oczywiste, ponieważ takie dzieła są zwykle wystawiane na tych platformach internetowych. Dzieła za miliony dolarów czy euro, o których pisze się w mediach, są sprzedawane innymi kanałami. Oczywiście, pominąć tu należy dziwne oferty np. na Allegro obrazów nieznanymi malarzy za olbrzymie sumy. Ponadto, choć dość powszechną praktyką jest kontaktowanie się ze sprzedającymi i proponowanie im swoich cen, co chyba bardzo często prowadzi do zawierania transakcji, to te dane nie są dostępne i Autorka nie mogła ich użyć.

A zatem, nie mam wątpliwości, że – po pierwsze – recenzowana praca, choć jest broniona w dyscyplinie związanej ze sztuką, to reprezentuje nowy kierunek w wielu naukach nietechnicznych polegający na szerokim użyciu narzędzi informatycznych, zwłaszcza zaawansowanej analizy danych. Przykłady można tu mnożyć, np. w historii, archeologii, badaniach literackich itp., w których coraz więcej badaczy stosuje metody informatyczne, a nawet tzw. metody inteligentne (np. sztucznej inteligencji), co prowadzi do nowych wyników, często zmieniających wiedzę w danej dziedzinie. Zastosowanie tego podejścia w naukach o sztuce jest bardzo dobrym i oryginalnym pomysłem Kandydatki.

Ponadto, zasadne jest też pytanie, czy tematyka pracy ma sens i znaczenie, naukowe, ale też ekonomiczne czy społeczne.. Nie mam tu wątpliwości, ponieważ – po pierwsze – rynek sztuki jest dużym rynkiem, zarówno w sensie woluminu i wartości, który też korzysta z nowych rozwiązań technologicznych, głównie informatycznych. Wszelkie narzędzia, które pozwalają na ulepszenie, może nawet zautomatyzowanie niektórych czasochłonnych i kosztownych

czynności, jak np. wycena dzieł, mają tu duże znaczenie. Ponadto, rozpatrywane w pracy zadanie może mieć znaczenie dla całego szeregu innych dziedzin działalności człowieka, w których niezbędna jest analiza ekonomiczna czy finansowa różnych aspektów związanych z innymi towarami niż typu „commodity”.

A zatem, jeśli chodzi o zagadnienia związane z ogólnie rozumianą sztuką, co nie jest obszarem mojej działalności naukowej, to – o czym tylko, jako informatyk, mogę powiedzieć – Kandydatka niewątpliwie ma dobrą orientację w nowych kierunkach w swojej dziedzinie, zwłaszcza dotyczących możliwości użycia zaawansowanych narzędzi informatycznych, do analizy, np. wyceny, dzieł sztuki, ale też ogólniejszych spraw związanych z tworzeniem dzieł sztuki z użyciem wsparcia informatycznego, ostatnio także sztucznej inteligencji. To są nowe podejścia i zajęcie się tymi zagadnieniami jest niewątpliwie koncepcyjnym osiągnięciem Kandydatki. Ponadto, podkreślić też trzeba fakt, że zaproponowała Ona do analizy i rozwiązywania rozpatrywanych przez siebie problemów nowoczesne narzędzia informatyczne, głównie systemy rekomendacyjne (rekomendery). To cenna propozycja, o czym napiszę dalej.

Przejdę teraz do oceny wkładu informatycznego w pracy Autorki, co jest przedmiotem kilku rozdziałów, od Rozdziału 2 praktycznie do końca.

Rozdział 2 jest poświęcony omówieniu niezwykle ważnego i użytecznego typu nowoczesnych systemów wspomaganą decydenta, jakim są systemy rekomendacyjne, tzw. rekomendery. Na początku należy wspomnieć, że są one częścią ogólniejszej klasy tzw. „systemów doradczych” (ang. advice giving systems), realizowanych w postaci zwykle rozbudowanego oprogramowania, do których zwykle zalicza się systemy eksperckie (ang. expert systems), systemy oparte na wiedzy (ang. knowledge-based systems), systemy wspomaganie decyzji (ang. decision support systems) i systemy rekomendacyjne (ang. recommender systems). Oczywiście, nowoczesne rozwiązania zawierają tu wiele elementów sztucznej inteligencji (AI), w szczególności uczenia maszynowego, różnych podejść do reprezentacji i przetwarzania języka naturalnego itp.

Dobrym źródłem informacji, które ma znaczenie dla niniejszej pracy, może być np. :

Nunes, I., & Jannach, D. (2017). A systematic review and taxonomy of explanations in decision support and recommender systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27, 393-444.

nie cytowana w pracy, choć Kandydatka cytuje inną pracę Dietmara Jannacha, zresztą także istotną dla pracy.

Ta praca jest istotna dla recenzowanej pracy, ponieważ można w niej znaleźć uzasadnienie użycia systemu rekomendacyjnego w pracy Kandydatki, a nie np. być może bardziej zaawansowanego systemu wspomaganie decyzji (DSS – ang. decision support system), który jest zwykle projektowany i budowany dla użytkowników korporacyjnych, zwykle przez profesjonalne firmy, co jest kosztowne. Poza tym, sama idea systemu wspomaganie decyzji może nie być tak przyjazna dla użytkownika (ang. user friendly), jak system rekomendacyjny, zwłaszcza dla młodszych użytkowników przyzwyczajonych do powszechnego użycia systemów rekomendacyjnych, np. w szeroko rozumianych zakupach, rozrywce itp..

Z tej ogólniejszej analizy wyraźnie więc widać, że wybranie przez Autorkę systemu rekomendacyjnego jest uzasadnione, a do tego dochodzi jeszcze silny argument, że w ostatnich latach systemy rekomendacyjne „trafiły pod strzechy” i stały się w wielu przypadkach, zwłaszcza dla młodszych użytkowników, naturalnym rozwiązaniem systemu doradczego.

Kandydatka rozpoczyna prezentację opracowanego przez siebie systemu rekomendacyjnego od pkt. 2.2. Punkt 2.2.1 jest ciekawy, choć bardzo krótki. Autorka przedstawia najpierw główne narzędzia (oprogramowanie) służące do symulacji modelu biznesowego, wspominając m.in. moduły pozyskiwania klientów (Get Customers), utrzymania klientów (Keep Customers), rozwoju klientów (Grow Customers). Jest to dość dobrze zrobione, choć może nieco zbyt skrótowo w tym miejscu, choć dokładniejsze informacje można znaleźć w innych miejscach pracy. Jednym z przykładów jest podanie głównych danych dotyczących rozpatrywanych obiektów artystycznych dopiero tu, choć dobrze byłoby np. podać to w Rozdziale 1. Chodzi głównie o zakres cen dzieł sztuki, które wzięto pod uwagę z jednego z portali handlu elektronicznego, czyli USD 100 – 39000. Jest to ważna informacja, która wskazuje na to, jakiego rynku praca dotyczy. Ciekawa jest tu dyskretyzacja wartości cen, na 6 kategorii, co uzyskano stosując metodę lasu losowego z repozytorium WEKA. Otrzymane progi: 480, 1020, 2335, 5100, 10650, 19500 są w tym sensie uzasadnione, choć mogą się wydawać dziwne, ponieważ najczęściej w praktyce dzieli się takie atrybuty na np. 100, 500, 1000, 5000, 10000, 20000., co jest oczywiście bardziej intuicyjnie zrozumiałe, choć pewno gorsze z punktu widzenia analizy danych. Zresztą, Kandydatka podaje w innych miejscach inne progi, co może być niejasne.

W pkt. 2.3 podano główne informacje o systemach rekomendacyjnych i ich głównych rodzajach, czyli opartych na filtrowaniu kolaboracyjnym, filtrowaniu w oparciu o treść, demograficzne, oparte na wiedzy i hybrydowe. Jest to bardzo dobrze zrobione, i Autorka zawarła te podstawowe informacje, które są potrzebne w Jej zastosowaniu. Dobrze też, że wspomniano w ramach systemów rekomendacyjnych opartych na wiedzy o systemach opartych na ograniczeniach i podobieństwie. To ważna rzecz, choć ogólniejsza niż tylko dla systemów opartych na wiedzy.

W pkt. 2.4 Kandydatka omawia swój system rekomendacyjny dla wyceny dzieł sztuki, co jest przedmiotem pracy. Ale, w tytule jest „Recomender system for art and for pricing”, co by sugerowało, że jednak nie tylko zajmować się będzie wyceną, bo to tylko część tytułu, ale też innymi aspektami, które ten system rekomendacyjny ma objąć. Na początku pkt. 2.4 podaje się najpierw uwagi ogólniejsze, o zastosowaniu narzędzi informatycznych, głównie typu systemów rekomendacyjnych, do analizy dzieł sztuki, jak np. ich klasyfikacji w zależności od tematyki, autora, techniki itp. To ciekawa część pracy, nawiązująca do podobnych uwag z Rozdziału 1, a zwłaszcza dotyczących klasyfikacji. Kandydatka dalej zawiera ciekawe uwagi nt. tego, co zostało już zrobione, rozpoczynając od zacytowania pracy, która jest oparta na analizie danych i w której proponuje się zastosowanie systemu właśnie rekomendacyjnego [74] do podobnych zagadnień. Ciekawe są uwagi o pracy [76], w której proponuje się wykorzystanie interfejsu człowiek – komputer i umożliwienie użytkownikowi interakcji z systemem. To jest dobre rozwiązanie, w duchu nowoczesnych podejść do rozwiązywania skomplikowanych zadań, w których człowiek jest kluczowym elementem.

Ciekawe są też uwagi o systemach, w których korzysta się raczej z wiedzy ludzkich ekspertów, a nie stosuje tylko analizy danych. Są tu pewne niejasności, np. w ostatniej części tego punktu podaje się przykłady bardziej znanych systemów wyceny dzieł sztuki, co jest

zrobione dobrze, choć może brakuje nieco wskazania np. zalet i wad tych systemów, co wskazywałoby od razu na motywację zaproponowania przez autorkę swojego nowego systemu. Może też niejasne są uwagi o tym, że niektóre podejścia obejmują wykorzystanie preferencji użytkownika do maksymalizacji sprzedaży, czyli jakby łączą aspekty artystyczne z finansowymi. Ale w końcu, jeśli chcemy wyceniać jakieś dzieła sztuki, to na pewno jest tu aspekt ewentualnej sprzedaży i zysku.

W pkt. 2.4.1 Kandydatka przedstawia koncepcje i zastosowane rozwiązania swojego autorskiego systemu rekomendacyjnego ArtIST. Jako najważniejszą cechę systemu, Kandydatka podaje, że jest to pierwszy system wyceny dzieł sztuki, oparty na tzw. podejściu opartym na danych (ang. data driven) i tzw. głębokiej analizie, rozumianej tak, że analiza jest oparta na zastosowaniu złożonych narzędzi przetwarzania danych do dużych zbiorów danych i pochodzących zwykle ze zróżnicowanych źródeł. Jest to niewątpliwie słuszne, choć np. jedno z najważniejszych źródeł danych, jakim są np. dane z jakiegoś serwisu handlu internetowego dziełami sztuki typu np. Allego, Artinfo czy Ebay, może nie są do końca wielkimi zbiorami danych, choć są bez wątpienia „zbiorami dużymi i trudnymi”.

Z drugiej strony, system rekomendacyjny autorki jest systemem typu webowego, co jest rozwiązaniem bardzo dobrym, może nawet jedynym rozsądnym. Może to pomóc chyba umożliwić dostęp do bardzo różnych i rozproszonych zbiorów danych, które potem można użyć w różnych klasyfikatorach.

Dalej, Kandydatka wspomina, że ważną cechą zaproponowanego i zaimplementowanego systemu jest użycie tzw. reguł akcji (ang. action rules), wprowadzonych przez promotora, prof. Zbigniewa Rasia i współpracowników, czego nie ma w innych systemach. Wprowadzenie reguł akcji do Jej systemu jest dużym i oryginalnym osiągnięciem, co omówię szerzej w dalszej części recenzji.

Ogólnie biorąc, moja ocena Rozdziału 2, poświęconą przeglądowi znanych z literatury i praktyki rozwiązań wspomagających użytkownika w procesie zmierzającym do wyceny dzieła sztuki, jest bardzo pozytywna, widać wyraźnie główne kierunki, zacytowana jest znana i właściwa literatura itp. Oczywiście, ten przegląd jest skrótowy, ale to może w tym miejscu wystarczać w sensie tego, że w dalszej części pracy, przy omawianiu zaproponowanego systemu są dokładniej omówione poszczególne funkcjonalności i zastosowane rozwiązania.

Rozdział 3, „Computer science techniques applied for future development”, jest ważnym rozdziałem pracy, ponieważ zawiera opis głównych narzędzi analitycznych i algorytmicznych, które są potrzebne do właściwej realizacji projektowanego systemu. Oczywiście, najpierw dotyczy to tzw. analityki sztuki (ang. art analytics) i związanych z tym metod algorytmicznych i komputerowych. Głównie, ogólnie biorąc, chodzi o wybranie cech, których potem używać się będzie w procesie klasyfikacji.

W pkt. 3.2. Kandydatka omawia krótko to, co jest znane z literatury w zakresie analityki sztuk, zwłaszcza omawia znany system w Rijksmuseum, który pozwala użytkownikom klasyfikować, kategoryzować itp. dzieła sztuki (ponad 110,000) w trybie online na podstawie opisu artystycznego. Inne systemy pozwalają np. znajdować w bazach danych dzieła sztuki według określonego stylu, okresu powstania itp. Niektóre z tych systemów umożliwiają automatyczną anotację, także z uwzględnieniem emocji i innych cech, trudnych do formalnej reprezentacji i przetwarzania.

W pkt. 3.3. podaje się przegląd głównych podejść i narzędzi analityki tekstów, które są istotne dla pracy. Jest to ważne, ponieważ znaczącą część reprezentacji dzieł sztuki stanowią opisy tekstowe. Jest to przedstawione dobrze, a także ciekawe są uwagi o analizie sentymentu (ang. sentiment analysis).

W pkt. 3.4 zawarto krótki przegląd podejść do analizy i przetwarzania obrazów, rozpoczynając od podsumowania prac nt. reprezentacji 11 podstawowych kolorów, które otrzymuje się jako wynik zastosowania algorytmu klasyfikacji, a do tego pokazano jako ilustrację wybrane obrazy i zdjęcia. Bardzo ciekawe są tu uwagi nt. relacji między barwami a odczuwaniem ich jako bardziej przyjemne lub mniej przyjemne, a także nt. relacji między barwami i innymi rodzajami emocji.

Podsumowując, Rozdział 3 jest cenną częścią pracy, ponieważ dotyczy – po pierwsze – przeglądu znanych i uznanych narzędzi analitycznych i algorytmicznych, które wspomóc mogą ocenę wielu aspektów związanych z percepcją i oceną cech dzieła sztuki, głównie dotyczących emocji wywoływanych przez odpowiednie barwy. Jest to oczywiście bardzo ważne dla rozpatrywanego zadania wyceny dzieł sztuki.

Rozdział 4 jest poświęcony tworzeniu zbiorów danych i określaniu cech dla potrzeb prezentowanego systemu. Na początku, Autorka podkreśla jeszcze raz, że artyści przy prezentowaniu dzieła sztuki nie tylko dostarczają obraz, czyli np. zdjęcie czy skan danego dzieła sztuki, ale też różnego rodzaju opisy tekstowe, jak np. swoje CV czy dodatkowe informacje o dziele, także tytuł. W tych opisach są różne cechy, także wyrażające emocje.

W pkt. 3.1 opisano zawartość i tworzenie zbioru danych, który w zasadzie jest pobierany przez odpowiednie środki informatyczne z artfinfo.com. Co ważne, Autorka wydobywa z serwisu te dzieła sztuki, które są umieszczone w serwisie jako w pierwotnym repozytorium dzieł sztuki przez konkretnego artystę, wraz z ich opisami tekstowymi,

Jeśli chodzi o informację o tym, jakie dzieła sztuki są brane pod uwagę, to jest tu pewna niejasność. Otóż, w poprzednich częściach pracy podano, że system obejmuje prace za USD 100 - 39000, a tu mówi się o pracach za USD 12,7 – 1000000, przy czym olbrzymia większość jest poniżej USD 1000. Co ciekawe, dyskretyzacja zbioru cen jest, w przeciwieństwie do tej z poprzedniej części pracy, nieco bardziej regularna i intuicyjnie zrozumiana, czyli z progami 105, 205, 405, 605, 810, 1030, 1445, 1825, 2455, 3855, 5000, 10000, ponad 10000.

Jako zbiór cech przyjęto 13 cech obejmujących: imię i nazwisko artysty, kraj pochodzenia artysty, wysokość obrazu, szerokość obrazu, sposób określenia oryginalności przez artystę, procenty ocen od największej liczby gwiazdek to najniższej, technika, styl i temat obrazu. Jest to, z jednej strony, bogaty zbiór danych opisowych, a z drugiej strony pozwalający dobrze opisać obiekt.

Dość dużo uwagi Kandydatka poświęca analizie tekstu, którą stosuje do analizy opisów dzieł sztuki i artystów. Jest to zrobione bardzo dobrze i dokładnie przebadane numerycznie. Zastosowanie Doc2Vec jest uzasadnione i daje dobre wyniki. Dalej, dokonuje się analizy sentymentu, głównie opartej na analizie biografii. Dane wykazują znaczną przewagę sentymentu pozytywnego nad negatywnym. Ciekawa jest też analiza wpływu informacji z sieci społecznościowych na wyniki, co nie zostało stwierdzone w bardzo wysokim stopniu.

Na koniec Kandydatka podsumowuje bardzo ciekawe wyniki, które otrzymała w wyniku zastosowania systemu do testowego zbioru danych. Chodzi głównie o wpływ na cenę dzieła. Okazało się, mówiąc bardzo skrótowo, że na cenę wpływa i biografia (znani artyści mają zwykle dłuższe), tematyka, wymiary itp., a wpływ mediów społecznościowych jest mniejszy na przewidywaną cenę,

Ogólnie, niniejszy rozdział jest ważny i świetnie udokumentowany, co widać np. po bardzo obszernych testach numerycznych dotyczących wszystkich powyżej wspomnianych aspektów, przy czym też trzeba podkreślić przekonującą reprezentację wyników w postaci kolorowych wykresów słupkowych.

Rozdział 5 „Generating action rules for pricing art and final conclusions” jest, moim zdaniem, najciekawszym rozdziałem pracy w sensie bardzo oryginalnego podejścia, niespotykanego w innych pracach o zbliżonej tematyce.

Otóż, dotyczy on zastosowania tzw. reguł akcji (ang. action rules), zaproponowanych przez promotora, prof. Zbigniewa Rasia wraz ze współpracownikami parę lat temu. Najogólniej biorąc, są one związane ze znanymi regułami asocjacyjnymi, a jeśli obiekt jest opisany jakimiś atrybutami, to reguły akcji opisują przejście z jednego stanu obiektu do innego z punktu widzenia jakiegoś atrybutu. Dodatkowo, z takim przejściem można skojarzyć koszt, a wtedy np. możemy poszukiwać przejścia o minimalnym koszcie. Jest to silne podejście, mające zastosowania w wielu dziedzinach, np. w pracach moich i współpracowników do wyznaczania możliwie najłatwiejszych zmian preferencji agentów przy osiągnięciu konsensusu.

Na początku rozdziału Kandydatka daje bardzo krótki, ale poglądowy przegląd istoty reguł akcji, a także sposobów ich generacji, omawiając krótko Lisp-Miner, które jest stosowane. Ogólnie biorąc, w niniejszym zastosowaniu, zaimplementowanym z użyciem Lisp-Minera, cechą decyzyjną jest cena dzieła, za jaką ma być wystawione. Niektóre cechy są niezmiennie, tzw. stabilne, jak np. wymiary dzieła, tematyka czy technika malarska, ale są też cechy zmiennie, jak np. sentyment wywoływany przez dzieło, wpływ sieci społecznościowych, długość i treść biografii itp., które chcielibyśmy po „najniższym koszcie” zmienić, aby uzyskać pożądaną zmianę danego parametru, tu ceny dzieła.

Najpierw dokonuje się dyskretyzacji danych, jak np. wprowadza się 10 poziomów ceny, 7 technik malarskich i graficznych, itp. Te dane są potem używane w systemie. Dyskretyzacja jest dokonywana, stosując znane metody klasyfikacji, ale tu np. też 10 przedziałów cenowych podanych u dołu strony 103 i na początku strony 104 są inne niż regularne podziały pokazane dla tego samego zakresu cen dzieł pokazanych w Rozdziale 3. Warto to byłoby wyjaśnić.

W analizie, Kandydatka bierze pod uwagę jeden tzw. stabilny i jeden tzw. elastyczny atrybut, co jest rozsądnym wyborem na tym etapie prac. W dalszej części rozdziału opisano w dobry i poglądowy sposób użycie reguł akcji w tym konkretnym zastosowaniu, a otrzymane wyniki są dobre i obiecujące.

Rozdział 6 „The experiment” jest bardzo ciekawą częścią pracy, ponieważ wnioski, które Kandydatka wyciąga, są jakby wynikiem nie tylko wyników otrzymanych z systemu komputerowego, ale też są one na każdym kroku konfrontowane z głęboką wiedzą i doświadczeniem Kandydatki zarówno dot. istoty wyceny dzieł sztuki, jak też tego, jak rynek sztuki działa. Kandydatka zawiera w tym krótkim podsumowaniu doświadczeń z użycia Jej systemu ArtIST, najpierw to, co w Jej karierze artystycznej dało użycie różnych narzędzi

informatycznych, przy czym ciekawe jest tu połączenie Jej wiedzy zarówno w zakresie sztuki, co zdobyła w czasie studiów z architektury, a potem podczas kilkuletniej działalności artystycznej jako malarka, z wiedzą informatyczną zdobytą w czasie studiów na University of North Carolina w Charlotte. Autorka podkreśla tu fakt, że w zakresie zwłaszcza wyceny dzieł sztuki, zaprojektowany i zrealizowany przez Nią system komputerowy dał jej, jako artystce, dużo lepszy i głębszy wgląd w zależności między wieloma cechami.

Bardzo ciekawe są tu także ogólniejsze uwagi dotyczące sztuki, zawarte w pkt. 6.1 „Inspiration”, pkt. 6.2 „Spatiality and dimensionality”, pkt. 6.4 „Color energy”, pkt. 6.5 „Light, screens, projections” które bardziej dotyczą sztuki niż informatyki. Nie będę więc odnosił się do tego, choć mogę stwierdzić, że te punkty zawierają uwagi o wielu aspektach, które w przyszłości na pewno będą mogły zostać włączone do ewentualnych nowych wersji tego i podobnych systemów, ponieważ próby reprezentacji i przetwarzania np. emocji, sentymentu, ocen ludzkich itp. z użyciem nowych metod bardzo się rozwijają. Na przykład, można by sobie wyobrazić, że wykorzystana się niektóre wyniki dot. obliczeń afektywnych osiągnięte przez zespół prof. Rosalind Pickard z MIT (Massachusetts Institute of Technology).

Pkt. 6.6 jest bardzo interesującym fragmentem pracy, ponieważ zawiera podsumowanie osiągniętych wyników zarówno dotyczących sztuki, jak informatyki. Tu też Autorka odnosi się do ewentualnych rozszerzeń systemu i Jej nowego podejścia, gdy np. pojawią się nowe i bardziej efektywne narzędzia do reprezentacji i przetwarzania emocji, subiektywnych percepcji itp.

Bardzo ciekawe są też pozytywne opinie Autorki dotyczące systemów rekomendujących i ich roli w rozwiązywaniu takich trudnych zadań, jak wycena dzieł sztuki i podobne, dotyczące sztuki, literatury itp.

Praca kończy się bogatym wykazem literatury, obejmującym praktycznie wszystkie pozycje związane z tematyką pracy i nowymi podejściami w tym zakresie.

Odpowiadając najpierw na pytanie sformułowane w piśmie Pani Przewodniczącej, stwierdzam, zatem, że:

- Rozprawa niewątpliwie prezentuje dużą ogólną wiedzę Kandydatki w dyscyplinie, przy czym, oczywiście, jako niespecjalista w dziedzinie sztuki, nie mogący się wypowiadać co do wiedzy dotyczącej sztuki, ale mogę stwierdzić, że:
- Kandydatka wykazała się wiedzą informatyczną, potrzebną do zrealizowania głównego celu pracy, jakim było zaprojektowanie i implementacja systemu rekomendacyjnego dla potrzeb wyceny dzieł sztuki,
- Nie mam wątpliwości, że Kandydatka posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej, w tym przypadku oczywiście mogę się wypowiadać o samodzielności w pracach związanych z informatyką,
- Nie mam wątpliwości, że przedmiotem rozprawy jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, w sensie zarówno koncepcji zastosowania systemu rekomendacyjnego do wyceny dzieł sztuki, ale także jego oryginalna implementacja, a szczególnie zaproponowanie zastosowania reguł akcji wprowadzonych przez promotora i jego współpracowników.

Podsumowując, można stwierdzić, że praca:

- Dotyczy bardzo ważnego z punktu widzenia poznawczego, społecznego i ekonomicznego problemu zastosowania nowoczesnych narzędzi informatycznych w szeroko rozumianej dziedzinie sztuki, w szczególności wycenie dzieł sztuki.
- Problemy te stanowią przy tym zarówno wyzwanie badawcze, algorytmiczne, jak też implementacyjne i wdrożeniowe,
- Ponadto, problemy te stanowią wyjątkowy przykład problemów multidyscyplinarnych, na przecięciu nauk o sztuce i informatyki, co znacznie komplikuje ich rozwiązanie,
- Praca jest wyjątkowa w tym sensie, że zawiera zarówno nowe, innowacyjne rozwiązanie koncepcyjne, jak też na końcu nowatorski projekt systemu oraz jego implementację,
- W pracy zaproponowano nowatorskie, oryginalne w skali światowej, zastosowanie reguł akcji, wprowadzonych przez promotora,
- Do operacyjnego rozwiązania bardziej technicznych elementów związanych ze swym nowym podejściem, Kandydatka umiejętnie zastosowała nowe środki informatyczne, przede wszystkim zaproponowała użycie systemu rekomendacyjnego oraz reguł akcji,
- Otrzymane wyniki w pełni potwierdzają zarówno efektywność podejścia Kandydatki, jak ich użyteczność w praktyce,
- Praca jest kompletna w sensie użycia właściwych środków sprzętowych i programowych zarówno w fazie projektowania i implementacji, ale też bardzo umiejętnego połączenia wiedzy i intuicji z nauk o sztuce i informatyki.

W związku z powyższym, stwierdzam, że – moim zdaniem – **rozprawa spełnia wszelkie wymagania ustawowe i zwyczajowo przyjęte w polskim środowisku naukowym** stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę o jej **przyjęcie oraz dopuszczenie do publicznej obrony**.

Jednocześnie, ze względu na wspomniane już zalety pracy, proponowałbym, żeby w przypadku odpowiedniego przebiegu obrony i innych etapów postępowania, a także spełnienia odpowiednich wymagań przyjętych w Polsko-Japońskiej Akademii Technik Komputerowych, rozpatrzyć jej **wyróżnienie**.

J. Kępczyński