

Warszawa, 24 lipca 2017 r.

Prof. dr hab. inż. Przemysław Rokita
Kierownik Zakładu Grafiki Komputerowej
Instytut Informatyki Politechniki Warszawskiej
Nowowiejska 15/19, 00-665 Warszawa

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA RADY WYDZIAŁU INFORMATYKI ZACHODNIOPOMORSKIEGO
UNIwersYTETU TECHNOLOGICZNEGO W SZCZECINIE**

Tytuł rozprawy:

**Metody modelowania percepcji głębi oraz widzenia kierunkowego
na potrzeby obrazowania komputerowego**

Autor rozprawy:

mgr inż. Bartosz Bazyluk

*1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?**

Praca pt. „Metody modelowania percepcji głębi oraz widzenia kierunkowego na potrzeby obrazowania komputerowego” liczy 155 stron tekstu i zawiera 165 pozycji bibliografii. Autor przedstawia w niej opracowane przez siebie, oraz w zespołach których był członkiem, algorytmy i ich badania dla potrzeb uwzględnienia w komputerowej syntezie obrazów, widzenia kierunkowego oraz percepcji głębi. Praca składa się z 3 rozdziałów, wprowadzenia, podsumowania oraz bibliografii.

We wprowadzeniu zawarto definicję problemu, tezę, cel pracy oraz przedstawiono organizację treści rozprawy. Jako podstawowy cel pracy określono „zbadanie wybranych aspektów sposobu widzenia człowieka w kontekście ich użyteczności dla komputerowych metod wizualizacji głębi obrazu, a następnie zaproponowanie i sprawdzenie skuteczności rozwiązań umożliwiających wykorzystanie pozyskanej wiedzy w procesie syntezy oraz prezentacji grafiki komputerowej”.

W rozdziale 1. Autor przedstawił wprowadzenie do problematyki percepcji realizmu i głębi obrazów, uwagi wzrokowej oraz kierunkowości widzenia. Opisał w nim elementy wpływające na poczucie realizmu w symulacji obrazowej, ze szczególnym uwzględnieniem postrzegania przestrzenności sceny i kierunkowości widzenia obserwatora.

W rozdziale 2. Doktorant przedstawił problematykę modelowania i pomiarów kierunkowości widzenia. Opisał techniczne możliwości oraz problemy związane ze śledzeniem kierunku spojrzenia za pomocą okulografii. Najistotniejszym fragmentem tej części rozprawy są podrozdziały 2.3-2.4, w których Autor przedstawił opracowany w ramach pracy, oryginalny algorytm identyfikacji

syntetycznych obiektów śledzonych wzrokiem przez obserwatora oraz adaptację tego algorytmu dla potrzeb analizy materiałów wideo.

Rozdział 3 zawiera opis implementacji oraz przeprowadzonych badań symulacji głębi ostrości w grafice komputerowej, wykorzystującej dane okulograficzne do wyznaczenia kierunku spojrzenia obserwatora. W rozdziale tym przedstawiono również badania wpływu kontrastu i głębi na poczucie realizmu, przeprowadzone na stereoskopowych wyświetlaczach o poszerzonym zakresie dynamiki luminancji, w których doktorant brał udział. Najistotniejszym fragmentem tej części pracy jest podrozdział 3.1 zawierający opis oryginalnej implementacji i badań symulacji głębi ostrości z uwzględnieniem kierunku spojrzenia obserwatora.

W podsumowaniu Autor przedstawił syntetyczne wnioski końcowe oraz zarys możliwych dalszych prac.

Praca ma charakter zarówno teoretyczny jak i doświadczalny. Autor na podstawie znajomości rozległej teorii percepcji wzrokowej oraz własnych doświadczeń implementacji algorytmów grafiki komputerowej, opracował oryginalne rozwiązania algorytmiczne i implementacyjne, jak też przeprowadził ich badania prowadzące do ważnych wniosków praktycznych.

*2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczącej o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący? **

Analiza źródeł przedstawiona w pracy jest bardzo dobra. Cały tekst pracy świadczy o znajomości przez Doktoranta obszernej literatury z dziedziny percepcji wzrokowej, okulografii oraz grafiki komputerowej. Opracowane przez niego rozwiązania teoretyczne oraz zaimplementowane algorytmy i ich testy, będące praktyczną weryfikacją zaproponowanych rozwiązań, świadczą o bardzo dobrej umiejętności analize literatury, poprawnego formułowania na jej podstawie wniosków oraz opracowywania zaawansowanych rozwiązań programistycznych.

*3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione? **

Cel pracy sformułowany w jej wstępie, tzn. zaproponowanie i przebadanie rozwiązań umożliwiających wykorzystanie wiedzy o kierunkowości i przestrzenności widzenia w procesie syntezy oraz prezentacji grafiki komputerowej został osiągnięty. Autor opracował nowe rozwiązania wykorzystujące w analizie obrazów i grafice komputerowej dane okulograficzne. Rozwiązania te mają istotne zalety w stosunku do wcześniejszych znanych z literatury i jako takie stanowią istotny wkład w rozwój algorytmów wizualizacji i analize obrazów. Rozwiązania te Autor opracował w oparciu o własne doświadczenia, w tym uzyskane w ramach prac zespołów badawczych oraz analizę rozwiązań opisanych w literaturze. Przyjęta metodologia, założenia i uproszczenia są zgodne z obecnie stosowanymi w grafice komputerowej i analize obrazów.

4. *Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?* *

W rozprawie przedstawiono bardzo obszerny materiał stanowiący połączenie wyników indywidualnych doświadczeń i przemyśleń Doktoranta oraz prac w ramach zespołów badawczych, których był członkiem. Autor dokonał kompleksowej analizy wybranych problemów modelowania widzenia kierunkowego oraz percepcji głębi na potrzeby grafiki komputerowej. Efektem tych prac było sformułowanie własnych, nowych propozycji rozwiązań. Do najistotniejszych elementów dorobku Doktoranta należy w szczególności:

- oryginalna probabilistyczna metoda identyfikacji przedmiotu uwagi w scenie wizualizowanej za pomocą grafiki komputerowej, bazująca na danych okulograficznych oraz analizie położenia i wektorów prędkości punktu skupienia wzroku oraz wyodrębnionych elementów syntetyzowanego obrazu (rozdz. 2.3),
- oryginalna probabilistyczna metoda identyfikacji przedmiotu uwagi w sekwencjach wideo bazująca na danych okulograficznych oraz analizie przepływu optycznego w sekwencji filmowej (rozdz. 2.4.1),
- implementacja i przebadanie systemu wirtualnej rzeczywistości symulującego zjawisko głębi ostrości na bazie danych z okulografu (rozdz. 3.1).

Rezultaty prac uzyskane przez Doktoranta były prezentowane na renomowanych międzynarodowych konferencjach naukowych (m.in. *ACM Symposium on Applied Perception, International Conference on Computer Vision and Graphics, International Conference on Multimedia Modeling*) oraz w czasopiśmie naukowym, w tym z „*listy filadelfijskiej*” (doktorant był współautorem pracy opublikowanej w *Computer Graphics Forum*).

5. *Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?* *

Praca została starannie zredagowana. Autor wykazał w rozprawie umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia swoich przemyśleń, wniosków oraz propozycji rozwiązań. Wykazał się też umiejętnością zwięzłej prezentacji wyników swych prac. Praca stanowi dobre wprowadzenie do problematyki badań w obrębie problemów modelowania percepcji głębi oraz widzenia kierunkowego na potrzeby grafiki komputerowej.

6. *Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?* *

W pracy nie znalazłem błędów merytorycznych natomiast ma ona kilka istotnych wad oraz mankamentów od strony warsztatowej. Należą do nich w szczególności:

- brak informacji o kosztach obliczeniowych i wymaganiach sprzętowych zaproponowanych algorytmów oraz dyskusji ich wpływu na opóźnienia generowane w toku przetwarzania i generowania klatek,

- brak syntetycznej (liczbowej) specyfikacji oraz dyskusji błędów pomiarowych uzyskiwanych w trakcie analizy danych okulograficznych i zestawienia ich z wymaganiami konkretnych algorytmów syntezy obrazów, w których zostały wykorzystywane,
- w rozdz. 3.1.3.1 na str.111 w opisie eksperymentu przyjęto arbitralnie stopnie rozmycia bez wyjaśnienia ich powiązania z parametrami gałki ocznej, nie podano przyjętych parametrów symulowanego układu optycznego, tylko liczby bez jednostek (dla symulacji zjawisk optycznych zachodzących w gałce ocznej należałoby podawać średnicę źrenicy w milimetrach, a nie w jednostkach względnych),
- praca przedstawia zaawansowane zagadnienia realistycznej grafiki komputerowej, a w szczególności przetwarzania i generowania sekwencji obrazów, natomiast jedyne udostępnione ilustracje, to niskiej jakości obrazy załączone (wydrukowane) w treści pracy – istotną wadę stanowi brak udostępnienia przez Doktoranta (np. na płycie CD/DVD), obrazów wysokiej (źródłowej) jakości oraz materiałów wideo prezentujących testy (np. opisane na str. 66, 74, 84, 104) oraz wyniki (zwłaszcza te uzyskane w rozdz. 2.4.3 oraz 3.1),
- tekst pracy sugeruje (np. na str. 94), że jej oryginalnym wkładem jest opracowanie koncepcji interaktywnej symulacji głębi ostrości – o ile implementacja tej symulacji i jej przebadanie są rzeczywiście oryginalnym wkładem Doktoranta, to sama koncepcja była już opisana w literaturze wiele lat temu np. w artykule wymienionym w bibliografii pracy: *Przemysław Rokita „Generating depth of-field effects in virtual reality applications” IEEE Computer Graphics and Applications, vol.16(2), pp.18–21, March 1996,*
- w tekście często zamiast konkretnych danych liczbowych można znaleźć b.nieprecyzyjne lub abstrakcyjne określenia – np. na str.5 „czas rzeczywisty”, str.37 „wystarczający do precyzyjnego określenia”, str.40 „zmierzenie kierunku patrzenia z idealną dokładnością”, str.42 „doskonałej precyzji”, str.60 „odpowiednio blisko”,
- w rozdz. 2.1.4.2 na str. 34-35 brak zadowalającego wyjaśnienia źródła omawianych błędów - nie rozważono w szczególności wpływu na ich powstawanie i minimalizację, położenia kamery okulografu w stosunku do oka (lewo/prawo, góra/dół),
- w rozdz.2.1.5.3 na str. 39 nie dostrzeżono możliwości wykorzystania tanich czujników inercyjnych MEMS do śledzenia lub wspomagania śledzenia ruchów głowy,
- w całej pracy, a w szczególności w rozdz. 2.4.3 w dyskusji zastosowań algorytmu opracowanego dla potrzeb interfejsów użytkownika, Doktorant nie dostrzegł możliwości wykorzystania opracowanych rozwiązań dla potrzeb osób niepełnosprawnych – jest to moim zdaniem bardzo istotne pole zastosowań okulografii i ew. dalszych prac Autora,
- na wielu ilustracjach (np. na rysunkach 2.18, 2.20, 2.22, 2.23, 2.27, 2.29, 3.12, 3.23) opisy tekstowe są w języku angielskim – praca napisana jest w języku polskim więc opisy ilustracji też powinny zostać przetłumaczone,
- na str. 88 w tekście jest odwołanie do ilustracji (rys.5), której brak w tekście.

Podsumowując tą dość długą listę uwag krytycznych chciałbym zauważyć, że wymienione wady mają w większości charakter redakcyjny i nie podważają wartości merytorycznej dorobku Doktoranta.

7. *Jaka jest praktyczna przydatność rozprawy?* *

Praktyczna przydatność rozprawy jest potencjalnie duża. Główny wątek pracy - optymalizacja algorytmów modelowania percepcji głębi oraz widzenia kierunkowego dla potrzeb grafiki komputerowej ma duże znaczenie praktyczne. Opracowane rozwiązania mogą zostać wykorzystane m.in. w różnego rodzaju systemach symulacji wizualnej, wirtualnej rzeczywistości oraz grach komputerowych. Ponadto opracowane algorytmy mogą zostać wykorzystane do tworzenia efektywniejszych graficznych interfejsów użytkownika, jak też percepcyjnej analizy sekwencji wideo.

8. *Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:*

a/ nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy

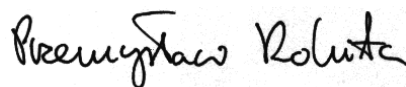
b/ wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania

c/ spełniająca wymagania

d/ spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem

e/ wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana praca zawiera prezentację istotnego dorobku naukowego Doktoranta. Dorobek ten poza samą rozprawą został zaprezentowany i poddany weryfikacji w ramach prezentacji na renomowanych międzynarodowych konferencjach oraz publikacji w czasopiśmie naukowych – w tym z „*listy filadelfijskiej*”. Uważam, że recenzowana praca spełnia z wyraźnym nadmiarem wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 13 ust. 1 obowiązującej ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami). W związku z tym wnoszę o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.



.....
podpis

* Powyższe pytania mają charakter pomocniczy. Recenzja jest tak sformułowana, by można ją było odczytywać bez treści pytań.