

## **Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych**

### **Dane osobowe**

Anna Lewandowska (wcześniej Tomaszewska)

### **Posiadane dyplomy oraz stopnie naukowe**

- 27.04.2000 - tytuł magistra inżyniera informatyki uzyskany na Wydziale Informatyki Politechniki Szczecińskiej (z wyróżnieniem), kierunek Informatyka, w zakresie informatyki bankowej.
- 19.09.2003 - stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Informatyka, nadany uchwałą Rady Wydziału Informatyki Politechniki Szczecińskiej, tytuł rozprawy doktorskiej: „*Kryterium symetrii w ocenie układów cyfrowych na elementach wielowartościowych*”; promotor prof. dr hab. inż. Vladimir Shmerko.

### **Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**

- 10.07.2000 – 19.09.2003 – *asystent/doktorant* w Zakładzie Układów Cyfrowych Instytutu Architektury Komputerów i Telekomunikacji Wydziału Informatyki Politechniki Szczecińskiej.
- 20.09.2003 – 30.11.2003 – *asystent* w Zakładzie Układów Cyfrowych Instytutu Architektury Komputerów i Telekomunikacji Wydziału Informatyki Politechniki Szczecińskiej.
- 01.12.2003 – 15.02.2005 – *adiunkt* w Instytucie Architektury Komputerów i Telekomunikacji Wydziału Informatyki Politechniki Szczecińskiej
- 16.02.2005 – obecnie – *adiunkt* w Instytucie Grafiki Komputerowej i Systemów Multimedialnych Politechniki Szczecińskiej, obecnie Katedrze Systemów Multimedialnych Wydziału Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

### **Profile naukowe**

- Web of Science: J-6137-2016
- ORCID: 0000-0002-4320-4084
- DBLP: <http://dblp.uni-trier.de/pers/hd/l/Lewandowska:Anna>
- Google scholar: Anna Lewandowska (Tomaszewska)
- ResearchGate: [https://www.researchgate.net/profile/Anna\\_Tomaszewska2](https://www.researchgate.net/profile/Anna_Tomaszewska2)
- ResearcherID: J-6137-2016
- SCOPUS AuthorID: 6701455862

## A. Osiągnięcie naukowe - cykl publikacji na temat:

### **Projektowanie, analiza i zastosowanie wyników eksperymentów percepcyjnych w obrazowaniu komputerowym**

Jako osiągnięcie naukowe w dyscyplinie informatyka wskazuję cykl jedenastu powiązanych tematycznie publikacji p.t.: **Projektowanie, analiza i zastosowanie wyników eksperymentów percepcyjnych w obrazowaniu komputerowym**. Cykl obejmuje pięć artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych z listy JCR oraz sześć artykułów wydanych w recenzowanych materiałach konferencyjnych wydawców takich jak: Springer oraz Elsevier indeksowanych w bazie Web of Science. W skład cyklu publikacji wchodzi następujące prace:

- A1. **Anna Lewandowska (Tomaszewska)**, Jarosław Jankowski, (2017). The negative impact of visual web advertising content on cognitive process: towards quantitative evaluation, *International Journal of Human-Computer Studies*, 108, 41-49.

**IF=2.863**, IF5=2.657 (JCR 2016), 35 punktów MNiSW,  
Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – 0, Google Scholar – 0.

Mój udział procentowy zgodnie z oświadczeniami współautorów: 65%.

Mój wkład naukowy: podjęcie odpowiedzialności za projekt, współudział w opracowaniu założeń do opracowanego modelu, współudział w opracowaniu koncepcji eksperymentów dla rzeczywistych kampanii, przeprowadzenie eksperymentów percepcyjnych dla rzeczywistych kampanii, analiza statystyczna oraz wyodrębnienie inwazyjnych elementów dla kampanii rzeczywistych, opracowanie koncepcji eksperymentów dla syntetycznych reklam, przeprowadzenie eksperymentów percepcyjnych dla syntetycznych reklam, analiza statystyczna wyników dla reklam syntetycznych, opracowanie metryki obiektywnej oceny poziomu inwazyjności reklamy, przegląd literatury, pisanie artykułu oraz wersji końcowej, udzielenie odpowiedzi recenzentom.

- A2. Jarosław Jankowski, Przemysław Kazienko, Jarosław Wątróbski, **Anna Lewandowska (Tomaszewska)**, Paweł Ziemia, Magdalena Ziolo, (2016). Fuzzy multi-objective modeling of effectiveness and user experience in online advertising, *Expert Systems with Applications*, 65, 315-331.

**IF=3.928**, IF5=3.526 (JCR 2016), 35 punktów MNiSW,  
Liczba cytowań: WoS – 1, Scopus – 3, Google Scholar – 4.

Mój udział procentowy zgodnie z oświadczeniami współautorów: 15%.

Mój wkład naukowy: współudział w opracowaniu koncepcji wykorzystania eksperymentów percepcyjnych (oszacowanie inwazyjności reklamy internetowej) do opracowania efektywnego modelu reklamy internetowej, zaprojektowanie oraz wykonanie eksperymentów percepcyjnych, współudział w pisaniu artykułu.

- A3. **Anna Lewandowska (Tomaszewska)**, (2016). Perceptual Experiments Optimisation by Initial Database Reduction. In: *Chmielewski L., Datta A., Kozera R.*,

Wojciechowski K. (eds) *Computer Vision and Graphics. ICCVG 2016. Lecture Notes in Computer Science*, 9972, 49-60, Springer, Cham, URL, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46418-35>.

15 punktów MNIŚW (artykuł indeksowany w WoS)

Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – 0, Google Scholar – 0.

Mój udział procentowy: 100%.

- A4. **Anna Lewandowska (Tomaszewska)**, (2016). Scene reduction for subjective image quality assessment, *Journal of Electronic Imaging*, 25(1), 221–226.

**IF=0.754**, IF5=0.825 (JCR 2016), 20 punktów MNIŚW,

Liczba cytowań: WoS – 2, Scopus – 3, Google Scholar – 3.

Mój udział procentowy: 100%.

- A5. R.K. Mantiuk, **A. Tomaszewska**, R. Mantiuk, (2012). Comparison of four subjective methods for image quality assessment, *Computer Graphics Forum*, 31(8), 2478-2491.

**IF=1.638**, IF5=1.9 (JCR 2012), 30 punktów (obecnie 35 punktów przy IF 1.542),

Liczba cytowań: WoS – 41, Scopus – 56, Google Scholar – 82.

Mój udział procentowy zgodnie z oświadczeniami współautorów: 50% (udział większościowy).

Mój wkład naukowy: współudział w opracowaniu koncepcji głównych idei zawartych w pracy (porównanie czterech najbardziej dominujących technik oceny jakości obrazów na podstawie wrażliwości, rzetelności, dokładności i czasu wykonania badań daną metodą, wprowadzenie do dziedziny subiektywnej oceny jakości, zaprezentowanie najważniejszych technik analizy danych związanych z oceną jakości obrazów), zaprojektowanie, przygotowanie, implementacja oraz wykonanie eksperymentów percepcyjnych, opracowanie algorytmu odtwarzania danych po optymalizacji liczby wyświetleń w technikach porównywania parami, analiza statystyczna wyników (współudział), krytyczna dyskusja uzyskanych wyników, redakcja tekstu pracy (współudział), przygotowanie wersji finalnej, przygotowanie tabel i rysunków.

- A6. **Anna Tomaszewska**, (2012). User Study in Non-static HDR Scenes Acquisition. In: Bolc L., Tadeusiewicz R., Chmielewski L.J., Wojciechowski K. (eds) *Computer Vision and Graphics. ICCVG 2012. Lecture Notes in Computer Science*, 7594, 245-252, Springer, Berlin, Heidelberg, URL, [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33564-8\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33564-8_30)

10 punktów (obecnie 15 punktów) MNIŚW (artykuł indeksowany w WoS)

Liczba cytowań: WoS – 3, Scopus – 3, Google Scholar – 3.

Mój udział procentowy: 100%.

- A7. **Anna Tomaszewska**, (2012). Real-Time Algorithms Optimization Based on a Gaze-Point Position. In: Bebis G. et al. (eds) *Advances in Visual Computing. ISVC*

2012. *Lecture Notes in Computer Science*, 7432, 746-755, Springer, Berlin, Heidelberg, URL, [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33191-6\\_74](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33191-6_74)

10 punktów (obecnie 15 punktów) MNIŚW (artykuł indeksowany w WoS)

Liczba cytowań: WoS – 0, Scopus – 1, Google Scholar – 1.

Mój udział procentowy: 100%.

- A8. Radosław Mantiuk, Bartosz Bazyluk, **Anna Tomaszewska**, (2011). Gaze-Dependent Depth-of-Field Effect Rendering in Virtual Environments. In: Ma M., Fradinho Oliveira M., Madeiras Pereira J. (eds) *Serious Games Development and Applications. SGDA 2011. Lecture Notes in Computer Science*, 6944, 1-12, Springer, Berlin, Heidelberg, URL, [https://doi.org/10.1007/978-3-642-23834-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23834-5_1)

13 punktów (obecnie 15 punktów) MNIŚW (artykuł indeksowany w WoS)

Liczba cytowań: WoS – 12, Scopus – 16, Google Scholar – 27.

Mój udział procentowy zgodnie z oświadczeniami współautorów: 30%.

Mój wkład naukowy: współudział w opracowaniu koncepcji pracy, współudział w opracowaniu podejścia do symulacji głębi ostrości na podstawie wyników uzyskanych z eksperymentów percepcyjnych, krytyczna dyskusja otrzymanych wyników.

- A9. **Anna Tomaszewska**, Mateusz Markowski, (2010). Dynamic Scenes HDRI Acquisition. In: Campilho A., Kamel M. (eds) *Image Analysis and Recognition. ICIAR 2010. Lecture Notes in Computer Science*, 6112, 345-354. Springer, Berlin, Heidelberg, URL, [https://doi.org/10.1007/978-3-642-13775-4\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13775-4_35)

Lista A (w 2010r.)

13 punktów (obecnie 15 punktów) MNIŚW (artykuł indeksowany w WoS)

Liczba cytowań: WoS – 6, Scopus – 6, Google Scholar – 7.

Mój udział procentowy zgodnie z oświadczeniami współautorów: 80%.

Mój wkład naukowy: podjęcie odpowiedzialności za artykuł, opracowanie koncepcji głównej idei zawartej w pracy (technika usuwania duchów), opracowanie, implementacja i wykonanie eksperymentów percepcyjnych, analiza statystyczna wyników badań, krytyczna dyskusja otrzymanych wyników, pisanie artykułu.

- A10. R.K. Mantiuk, R. Mantiuk, **A. Tomaszewska**, W. Heidrich, (2009). Color correction for tone mapping, *Computer Graphics Forum*, 28, 193-202.

**IF=1.681**, IF5=1.9 (JCR 2012), 20 punktów (obecnie 35 punktów przy IF 1.542),

Liczba cytowań: WoS – 53, Scopus – 76, Google Scholar – 107.

Mój udział procentowy zgodnie z oświadczeniami współautorów: 10%.

Mój wkład naukowy: przeprowadzenie eksperymentów percepcyjnych, udział w krytycznej dyskusji wyników badań.

- A11. **A. Tomaszewska**, R. Mantiuk, (2007). Image registration for multi-exposure high dynamic range image acquisition, *International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualisation and Computer Vision (WSCG'07)*, 49-56.

10 punktów (obecnie 15 punktów) MNiSW (artykuł indeksowany w WoS)  
Liczba cytowań: WoS – 12, Scopus – 45, Google Scholar – 80.

Mój udział procentowy zgodnie z oświadczeniami współautorów: 50%.

Mój wkład naukowy: podjęcie odpowiedzialności za artykuł, opracowanie koncepcji pracy oraz głównej idei naukowej w niej zawartej (wykorzystanie techniki SIFT do rejestracji sekwencji obrazów z różną ekspozycją), opracowanie oraz implementacja metody akwizycji obrazów HDR na podstawie techniki SIFT, opracowanie, implementacja oraz przeprowadzenie eksperymentów, krytyczna dyskusja uzyskanych wyników, współudział w pisaniu artykułu.

W Tabeli 1. Przedstawiono sumarycznie wskaźniki bibliometryczne publikacji powiązanych z osiągnięciem naukowym.

**Tabela 1.** Wskaźniki bibliometryczne publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

Nazwa wskaźnika	Wartość
Całkowity IF (Całkowity IF pięcio-letni)	10.864 (10.808)
Liczba punktów MNiSW	231
Liczba punktów z uwzględnieniem wkładu własnego	106.05
Liczba cytowań (WoS)	130
Liczba cytowań (Scopus)	209
H indeks	5

## Działalność naukowa

Moje zainteresowania badawcze po obronie doktoratu na Politechnice Szczecińskiej w 2003r. (przekształconej w 2009 r. w Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie) przekierowałam z dziedziny związanej z projektowaniem układów cyfrowych w stronę grafiki komputerowej, przetwarzania obrazów oraz interakcji człowiek-komputer. Prowadzone przeze mnie prace badawcze nawiązywały do obrazowania HDR poczynając od akwizycji obrazów do ich kompresji, interaktywnej symulacji efektów wizualnych dedykowanych grom komputerowym z wykorzystaniem okulografu, eksperymentów percepcyjnych oraz systemu poznawczego człowieka. Realizowane badania wpisują się w obszary informatyki uwzględnione w klasyfikacji ACM jako informatyka zorientowana na czynnik ludzki (ang. *human-centered computing*), szczególnie w obszarze interakcji człowiek-komputer, mediów społecznościowych oraz wizualizacji, jak również na metodologie obliczeniowe (ang. *computing methodologies*) w obszarze grafiki komputerowej (ang. *computer graphics*). Realizowane przeze mnie badania związane były z optymalizacją interaktywnych algorytmów graficznych, doбором optymalnych parametrów algorytmów graficznych, a także opracowaniem scenariusza projektowania efektywnych badań subiektywnych oraz efektywnym marketingiem internetowym.

Początkowo badania były publikowane w wydawnictwach krajowych, a w późniejszym okresie głównie w czasopiśmie międzynarodowych o szerokim zasięgu oraz prezentowane na konferencjach międzynarodowych. Podstawę formalną badań przedstawionych w monotematycznym cyklu, stanowią eksperymenty percepcyjne (wspomagane w części badań okulografem), systemy wnioskowania oraz wnioskowanie statystyczne. Poza aspektem badawczym moje prace mają charakter stosowany i są obecnie realizowane we współpracy z firmą komercyjną z sektora badań psychometrycznych (FRIS, [www.fris.pl](http://www.fris.pl)), w ramach wspólnych projektów.

## **B. Omówienie celu naukowego wyżej wymienionych prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich wykorzystania**

### **B1. Wprowadzenie do rozprawy habilitacyjnej**

W ostatnich latach coraz większego znaczenia nabierają techniki obrazowania komputerowego, w których szczególną uwagę zwraca się na uzyskanie efektu w zamierzeniu zgodnego z preferencjami odbiorców. Jest to tym bardziej istotne, że jakość otrzymywanych obrazów jest często niezadowolająca, bądź czas ich generowania jest zbyt długi, by sprostać wciąż rosnącym oczekiwaniom. Z tego względu ocena jakości wyniku wizualnego (*ang. Image Quality Assessment*) jest obecnie bardzo aktualnym zagadnieniem, wykorzystywanym praktycznie w każdej dyscyplinie związanej z obrazowaniem komputerowym, takiej jak grafika komputerowa, nanotechnologia, identyfikacja twarzy, wizualizacja danych medycznych, symulacja procesów fizycznych czy kryminalistyka. Z punktu widzenia obserwatorów, nie tylko jakość obrazów ma istotne znaczenie ale również ich przyjazność wizualna. Obrazy zaprojektowane niezgodnie z preferencjami odbiorców, mogą osiągnąć efekt przeciwny do zamierzenia ich twórców. Przykładem mogą być inwazyjne reklamy internetowe, które zamiast zachęcić klientów do kupna reklamowanego produktu wywołują u nich irytację. Wpływa to na niechętny stosunek klientów nie tylko do reklamowanego produktu i firmy, ale również do serwisu internetowego zamieszczającego taką reklamę. Inwazyjność reklam, definiowana jako irytacja pojawiająca się podczas czytania zawartości serwisu, wynikająca z przerywania procesu poznawczego (pod wpływem reklamy), zależy od subiektywnych odczuć czytelników portali, na których takie reklamy występują. Najbardziej podstawowym i wiarygodnym narzędziem w ocenie jakości obrazów jest subiektywny ranking jakości efektów wizualnych. Od jakiegoś czasu zauważalna jest silna tendencja do wizualnego wsparcia oceny jakości algorytmów obrazowania komputerowego za pomocą badań subiektywnych, w ramach których grupa osób dokonuje oceny obrazów, wskazując swoje preferencje w stosunku do porównywanych metod [Gryad15], [Mantiuk15], [Vangorp15], [Wanat14]. Zauważalne jest również wykorzystanie badań subiektywnych w tematyce dotyczącej oceny inwazyjności reklamy internetowej [McCoy07], [Li02], [Rejer17].

W prezentowanym cyklu publikacji łączę swoje doświadczenie naukowe z zakresu grafiki komputerowej, przetwarzania obrazów, systemów poznawczych oraz oceny jakości efektów wizualnych. Prowadzone przeze mnie badania są elementem prac nad rzetelnym, wiarygodnym ale i efektywnym sposobem oceny jakości wyników algorytmów obrazowania

komputerowego oraz ich inwazyjności (w kontekście reklam internetowych). Biorąc pod uwagę, że ostatecznymi odbiorcami obrazów są ludzkie oczy, ocena subiektywna dostarcza najczęściej wysokiej jakościowo informacji i jest najbardziej niezawodnym sposobem percepcyjnej oceny jakości obrazu, w porównaniu z rozwiązaniami automatycznymi (metrykami obiektywnymi). Należy również pamiętać, że w dziedzinie percepcji obrazu jedynie prospektywne badania eksperymentalne mogą efektywnie wykazać istnienie relacji przyczynowej pomiędzy zmiennymi, a nie tylko relacji współwystępowania. Uważam, że opracowanie formalnych zasad projektowania efektywnych eksperymentów percepcyjnych zwiększy ich aplikacyjność, powodując że staną się one niemal obowiązkowym elementem projektów badawczych, bazujących na analizie obrazów.

Wprowadzenie nowego algorytmu przetwarzania obrazu lub grafiki komputerowej, wymaga często porównania otrzymanych wyników z aktualnym stanem wiedzy. W większości publikacji stosowana jest raczej nieformalna walidacja, gdzie kilka starannie przygotowanych przykładów jest analizowanych i porównywanych z wynikami konkurencyjnych algorytmów. Jest to skuteczny sposób, który często stanowi wystarczająco przekonujący dowód wyższości nowego algorytmu, ale tylko wtedy, gdy różnica wizualna jest duża. Jeżeli różnice są subtelne, takie nieformalne porównanie jest dyskusyjne. Dodatkowo, autorzy artykułów często przygotowują własną bazę testową oraz definiują takie parametry opracowanego algorytmu, dla których proponowane rozwiązanie wydaje się lepsze lub konkurencyjne w stosunku do istniejących już metod. Nasuwają się zatem pytania, czy dla małej liczby bardzo starannie dobranych i dopasowanych zdjęć, przetworzonych przez proponowany algorytm, można uogólnić wyniki na całą populację obrazów? Czy ocenę autorów algorytmów można uogólnić na całą populację potencjalnych użytkowników? Brak ściśle zdefiniowanych zasad, dotyczących oceny jakości uzyskanych wyników graficznych oraz sposobu ich walidacji, uniemożliwia otrzymanie wiarygodnej oceny wyników badań.

Podstawowym problemem związanym z badaniami eksperymentalnymi jest ich uciążliwość - dużo większa niż nieformalne porównanie wykorzystywane często w artykułach. Należy podkreślić również fakt, że nieprawidłowo wykonane badania, są bezużyteczne i wprowadzają w błąd użytkowników opracowanych podejść. Ocena jakości obrazu byłaby znacznie łatwiejszym zadaniem, jeśli mogłaby być wykonana przez algorytm obliczeniowy, bez potrzeby wykonywania badań subiektywnych. W tym celu opracowane zostały metryki obiektywne, umożliwiające automatyczną ocenę jakości [Wang06], [Pedersen11]. Niestety ich dokładność maleje wraz ze wzrostem różnorodności typów obrazów oraz ich zniekształceń [Ponom09]. Biorąc pod uwagę rodzaje obrazów (związanych z grafiką komputerową, medycyną, mikroskopią, itd.), różnorodność treści (zdjęcia, video, geometria, tekstury) oraz różne kombinacje ich użycia, jest raczej mało prawdopodobne, że w najbliższej przyszłości automatyczne metryki obiektywne całkowicie zastąpią potrzebę wykonywania badań subiektywnych. Obecnie istnieje wiele metod subiektywnej oceny jakości, ale brak jest dokładnego wskazania, najbardziej efektywnego podejścia, które umożliwiłoby uzyskanie dokładniejszych wyników. Wyniki doświadczalne są często zaszumione, dlatego ich właściwa analiza oraz interpretacja jest trudna. Wreszcie, wyniki dla kilku wybranych obrazów nie mogą być uogólniane dla całego zestawu obrazów.

W swoich badaniach wykorzystuję narzędzia statystyczne, które uważam za kluczowe w uwiarygodnieniu poprawności wyników. Metodyka mojej pracy naukowej ma charakter eksperymentalno-analityczny. Podstawową metodą badawczą są eksperymenty percepcyjne, których wyniki prowadzą do modelowania zjawisk percepcyjnych, dopasowania parametrów modeli (tak, aby zwracany przez nie efekt, jak najbardziej odpowiadał oczekiwaniom użytkowników), zwiększenia efektywności reklam internetowych, czy wreszcie do opracowania obiektywnej metryki oceny poziomu inwazyjności banerów internetowych. Główną myślą przewodnią prezentowanego cyklu publikacji jest projektowanie efektywnych, ale równocześnie rzetelnych i zwracających wiarygodne wyniki eksperymentów percepcyjnych oraz ich wykorzystanie w obrazowaniu komputerowym.

## **B2. Omówienie najważniejszych osiągnięć zawartych w pracach przedstawionych do habilitacji**

Podczas analizy problemów związanych z tematyką eksperymentów percepcyjnych, nasuwa się pytanie dotyczące możliwości opracowania techniki efektywnego projektowania eksperymentu percepcyjnego, który zwróciłby wiarygodne wyniki, ale znacznie niższym kosztem niż jest to proponowane w obecnych rozwiązaniach [ITU500], [ITU910]. Określenie minimalnej liczby próbek, dla których wyniki są wiarygodne, wprowadziłoby pewne wytyczne dotyczące sposobu przeprowadzenia eksperymentu. To samo zagadnienie dotyczy liczebności oraz złożoności kontekstowej zbioru testowego. Obecnie, chcąc uzyskać wiarygodne wyniki należy przetestować dużą liczbę, różnych kontekstowo obrazów. Takie badania są jednak ekstremalnie czasochłonne a co za tym idzie bezużyteczne w praktycznym zastosowaniu. Ograniczenie rozmiaru bazy testowej z jednoczesnym uzyskaniem wyników zbliżonych (z wysokim stopniem korelacji Pearsona 90%-95%) do wyników uzyskiwanych z wykorzystaniem pełnej bazy obrazów, zwiększyłoby niewątpliwie możliwość praktycznego wykorzystania badań subiektywnych. Dodatkowo optymalizacja samego już eksperymentu, jak np. redukcja liczby wyświetleń a przez to i liczby dokonanych ocen obrazów, również przyczyniłaby się do skrócenia, w sposób znaczący, czasu trwania eksperymentu. Pytanie tylko, czy takie działania nie zmniejszą dokładności uzyskiwanych wyników. Odpowiedź na to pytanie stanowi jeden z ważniejszych wątków przewijających się w prezentowanym cyklu publikacji. Mając na uwadze istotę problemu oraz duże zainteresowanie badaniami percepcyjnymi, swoje zainteresowania ukierunkowałam początkowo na zagadnienia związane z eksperymentami subiektywnymi w grafice komputerowej, a następnie w interaktywnym marketingu. Pierwsze badania, uwzględnione w rozprawie habilitacyjnej, stanowiły wstępne prace nad oceną jakości obrazów, definiowania modeli oraz wyznaczenia ich parametrów w algorytmach grafiki komputerowej. Wyniki przedstawione zostały w artykułach [A6-A10]. Zauważając brak ścisłych reguł związanych z oceną jakości obrazów oraz dużą czasochłonnością badań subiektywnych, w swoich dalszych pracach skupiłam się na opracowaniu scenariusza projektowania efektywnych eksperymentów percepcyjnych, co opisałam w serii artykułów [A3-A5]. Prawidłowe przygotowanie eksperymentów oraz praktyczną implementację opracowanych modeli zjawisk percepcyjnych ułatwiły mi kontrybucje techniczne z wcześniej zrealizowanych projektów dotyczących akwizycji obrazów HDR (przykłady w [A9], [A11]).



Równolegle zaangażowałam się w projekt dotyczący stworzenia modelu efektywnej reklamy internetowej. Efektywnej, czyli takiej która zainteresuje a nie zniechęci potencjalnego odbiorcę. W pracy [A2] przedstawiona została m.in. moja koncepcja wykorzystania subiektywnych opinii użytkowników portalu do zbadania poziomu inwazyjności reklamy internetowej. Przeprowadzone przeze mnie badania percepcyjne w połączeniu z badaniami online wykorzystane zostały przez współautorów projektu do opracowania modelu efektywnej reklamy internetowej. Kolejny obszar moich zainteresowań badawczych dotyczył oceny poziomu inwazyjności reklamy z perspektywy przerywania procesu poznawczego, w trakcie kontaktu użytkownika portalu z jego treścią redakcyjną oraz uwzględnienie w eksperymentach parametrów technicznych reklamy ([A1]). W badaniach wykorzystałam wcześniejszą wiedzę związaną z projektowaniem i wiarygodnym przeprowadzaniem badań subiektywnych oraz analizą otrzymanych wyników. Podstawą projektu były eksperymenty percepcyjne wykonane w celu określenia poziomu inwazyjności reklam internetowych. Wykonane badania na reklamach rzeczywistych umożliwiły wyodrębnienie najbardziej uciążliwych dla użytkowników elementów reklamy oraz zbadanie ich na stworzonych w tym celu reklamach syntetycznych. Na podstawie uzyskanych wyników opracowałam obiektywną metrykę do oceny poziomu inwazyjności reklamy (artykuł [A1]).

*Optymalny dobór parametrów algorytmów graficznych oraz uproszczenie obliczeń wykonywanych w algorytmach graficznych czasu rzeczywistego*

Pierwsze przeprowadzone przeze mnie badania eksperymentalne dedykowane były poprawie kolorystyki skompresowanych obrazów HDR (ang. *High Dynamic Range*) (artykuł [A10]). Obraz HDR różni się od standardowego obrazu komputerowego większą dokładnością rejestrowanych danych [Reinhard10]. Przechowuje on informacje charakteryzujące się dużym zakresem dynamiki jasności porównywalnym z możliwościami ludzkiego wzroku. Takie dane nie mogą być wyświetlone w sposób bezpośredni na standardowych monitorach, ponieważ zakres dynamiki nowych urządzeń jest wielokrotnie niższy. Przed wyświetleniem obrazu HDR należy kompresować jego jasność przez zmniejszenie kontrastów za pomocą algorytmów nazywanych operatorami tonów (ang. *tone mapping operators*). Problem związany z takimi algorytmami dotyczył pomijania prawidłowej reprodukcji barw z wejściowej sceny (obrazu HDR) na wyjściowym obrazie, wyświetlanym na monitorze. Zmiana kolorystyki po kompresji kontrastów jest trudnym do modelowania procesem percepcyjnym, towarzyszącym widzeniu barw. W artykule [A10] na podstawie przeprowadzonych przeze mnie eksperymentów, współautorzy zaproponowali korekcję saturacji barw za pomocą modelu opartego na funkcji sigmoidalnej. Przebieg tej funkcji oraz jej parametry wyznaczone zostały na podstawie wyników badań percepcyjnych, w których zadaniem uczestników eksperymentu było dopasowanie barw na obrazach po kompresji do barw w oryginalnych obrazach HDR. **Wartym podkreślenia jest nowatorski charakter naszych badań, oraz fakt że opisany w artykule problem korekcji kolorów po kompresji tonów dopiero od jakiegoś czasu zaczyna być analizowany i uwzględniany w literaturze (np. w [Reinhard12]). Również wykorzystanie przez nas badań percepcyjnych w algorytmach grafiki komputerowej stanowiło stosunkowo nowe zagadnienie. Nasza praca z 2009 roku [A10] jest pracą pionierską w tym zakresie. Zwróciliśmy w niej uwagę na nowy problem związany**

**z reprodukcją kolorów na współczesnych wyświetlaczach oraz na wykorzystanie badań percepcyjnych w algorytmach grafiki komputerowej.** Mój wkład w badania przedstawione w artykule [A10] polegał na przeprowadzeniu eksperymentów percepcyjnych oraz krytycznej dyskusji uzyskanych wyników badań.

Następnym zadaniem, którym zajęłam się w ramach tematyki dotyczącej obrazowania HDR, była kontynuacja zagadnienia związanego z akwizycją obrazów o szerokim zakresie dynamiki. Tym razem uwagę skupiałam na rejestracji obrazów HDR dla scen zawierających obiekty dynamicznie, czyli takie, które zmieniają swoje położenia w trakcie rejestrowania sceny ([A6]). Metoda składania zdjęć HDR z sekwencji tradycyjnych zdjęć, przedstawiających tę samą scenę, zarejestrowaną z różną ekspozycją, jest najbardziej popularną techniką akwizycji rzeczywistych scen o szerokim zakresie dynamiki. Metoda ta po raz pierwszy została przedstawiona w 1993 roku [Mann93] i od tego czasu jest nieprzerwanie najpopularniejszą metodą tworzenia obrazów HDR dla naturalnych scen, mimo że powstały aparaty umożliwiające już akwizycję takich obrazów. Powodem takiego stanu rzeczy jest fakt, że aparaty HDR są mało popularne (w przeciwieństwie do samej techniki), skomplikowane, zbyt drogie lub obejmują zbyt wąski przedział dynamiki. Technika składania obrazu HDR zwraca zadawalające wyniki, jeśli rejestrowana scena jest statyczna i wykonana z wykorzystaniem statywu. Rejestrację sceny bez statywu opisano już w literaturze [WL03]. Niemniej, nawet najbardziej starannie wykonane zdjęcia, bez przesunięć i rotacji, nie mogą zagwarantować spójnego obrazu wynikowego. W trakcie wykonywania zdjęć scen naturalnych, niepożądanemu przemieszczeniu może ulec nie tylko aparat, ale również poszczególne elementy rejestrowanej sceny. Problem ten jest zauważalny w postaci artefaktów określanych w literaturze mianem „duchów” (*ang. ghosts*). Są to widoczne, częściowo transparentne fragmenty dynamicznych obiektów, rejestrowane w różnych miejscach na kolejnych obrazach składowych (wykonanych z różną ekspozycją). **Celem zrealizowanym w jednoautorskim artykule [A6] było opracowanie podejścia detekcji „duchów” na obrazach składowych.** Technika ta wykorzystuje funkcję o kształcie sigmoidalnym, używaną do tworzenia map prawdopodobieństwa wystąpienia ducha w danym obrazie. W celu poprawnego modelowania funkcji wykorzystywanej do składania obrazów HDR, przeprowadziłam eksperymenty percepcyjne. Uzyskane wyniki umożliwiły mi dobranie takich parametrów funkcji dla których otrzymany obraz końcowy uczestnicy eksperymentu uznali za najlepszy (najbardziej realistyczny). Badania przeprowadzone zostały z wykorzystaniem techniki Wymuszonego Wyboru (*ang. Forced Choice*), dominującej w ocenie jakości obrazów [ITU500], [ITU910]. Technika polega na wyborze obrazu lepszej jakości z pary wyświetlanych obrazów. Obserwatorzy są zawsze zobligowani do wyboru jednego obrazu, nawet jeśli nie widzą żadnej różnicy między nimi. Nie ma limitu czasu na dokonanie wyboru. Metoda jest prosta i bardziej dokładna niż metody ratingowe, co udowodniłam w pracy [A5]. Uzyskane wyniki usuwania duchów zweryfikowane zostały pozytywnie za pomocą metryki HDR VDP [Mantiuk95].

W kolejnych pracach skupiałam się na optymalnym doborze parametrów opracowanych algorytmów graficznych czasu rzeczywistego (dedykowanych grom komputerowym) oraz optymalizacji wykonywanych obliczeń. Przeanalizowałam algorytmy podpowierzchniowego rozpraszania światła w obiektach częściowo przezroczystych [A7] oraz realistycznej wizualizacji efektu głębi ostrości przedstawionej we współautorskim artykule [A8].

W obydwu przypadkach wykorzystałam kierunkowość widzenia odgrywającą kluczową rolę w sposobie tworzenia obrazu widzianego przez człowieka. Wykorzystanie informacji otrzymanych z okulografu umożliwiło uzyskanie realistycznych efektów z równoczesnym uproszczeniem liczby wykonywanych obliczeń. W [A7] przedstawiłam zaproponowaną i opracowaną przeze mnie interaktywną metodę wizualizacji efektu podpowierzchniowego rozpraszania światła w obiektach częściowo przezroczystych. Do zakodowania grubości obiektu wykorzystałam funkcje sferyczne harmoniczne (SH). Aby prawidłowo dobrać wartości parametrów, takich jak liczba współczynników SH, niezbędnych do odkodowania grubości obiektu, przeprowadziłam badania subiektywne z wykorzystaniem techniki Pojedynczego Bodźca (*ang. Single Stimulus*). W ramach eksperymentu, na ekranie monitora wyświetlane były wyniki działania opracowanego algorytmu z różnymi ustawieniami. Zadaniem uczestnika eksperymentu była ocena realizmu zwiualizowanego efektu. Eksperyment przeprowadziłam zgodnie z wytycznymi zdefiniowanymi w [ITU500], [ITU910]. Analiza wyników badań umożliwiła mi taki dobór parametrów algorytmu, aby uzyskany efekt był jak najbardziej realistyczny przy jak najmniejszym nakładzie czasowym oraz obliczeniowym pracy algorytmu. Dodatkowo, przeprowadzone eksperymenty umożliwiły skonfrontowanie opracowanego algorytmu z istniejącymi rozwiązaniami [Green04], [Patro07], [Sloan03]. Uczestnicy eksperymentu wskazali opracowane rozwiązanie jako najbardziej realistyczne. Wykorzystanie okulografu umożliwiło wykonanie zaawansowanych obliczeń wyłącznie w obszarze widzenia. Dla pozostałych fragmentów obrazu efekt generowany był z niższą jakością, lub w skrajnych przypadkach nie został w ogóle uwzględniony.

Przedmiotem moich zainteresowań była też interaktywna technika wizualizacji efektu głębi ostrości. Symulacja efektu zrealizowana została na podstawie modelu cienkich soczewek (*ang. thin-lenses model*). Uwzględnienie akomodacji oka, ściśle związanej z tym, na jakie obiekty w danej chwili patrzy człowiek, wymagało wykorzystania informacji o kierunkowości widzenia. W ramach badań został opracowany algorytm symulacji efektu głębi ostrości oraz przeprowadzone zostały eksperymenty percepcyjne umożliwiające dobór odpowiedniego parametru akomodacji oka - średnicy przesłony, dla którego efekt uznany został za najbardziej realistyczny. Moim wkładem w badania był współudział w opracowaniu koncepcji pracy, w ramach której efektywność zaproponowanej techniki uzyskana została dzięki wykorzystaniu eksperymentów percepcyjnych. Zaproponowałam zrealizowanie badań na podstawie techniki Pojedynczego Bodźca (*ang. Single Stimulus*) zgodnie z wytycznymi zdefiniowanymi przez ITU. Na podstawie zaproponowanej przez mnie koncepcji badań, poza zdefiniowaniem parametrów akomodacji oka uczestnicy badania wskazali na przewagę rozwiązania interaktywnego nad statycznym podczas symulacji efektu głębi ostrości. Badania te przedstawiono w artykule [A8]. Podobnie jak powyżej, wysoką wydajność (przy niskim koszcie obliczeniowym) uzyskano dzięki wykorzystaniu okulografu, wykonując pełne obliczenia wyłącznie dla wybranego fragmentu obrazu znajdującego się w obszarze widzenia gracza, oraz upraszczając je dla pozostałych fragmentów obrazu.

**W obydwu zagadnieniach, zarówno realistycznej wizualizacji podpowierzchniowego rozpraszania światła jak i efektu głębi ostrości widzenia, wykorzystanie badań percepcyjnych umożliwiło zwiększenie jakości uzyskiwanych wyników przy czym**

**szczególną uwagę zwrócono na wydajność obliczeniową oraz jakość otrzymanych obrazów. Przyspieszenie działania algorytmów uzyskane zostało poprzez uproszczenie obliczeń na podstawie informacji o kierunku spojrzenia. Istotnym zagadnieniem był sposób uproszczenia obliczeń tak, aby nie było to zauważalne przez obserwatora. W tym celu subiektywna ocena uczestników eksperymentu percepcyjnego była niezbędna.**

#### *Efektywne eksperymenty percepcyjne*

Eksperymenty percepcyjne opisane w przedstawionych powyżej zadaniach stały się podstawą badań nad zagadnieniem wyboru metryki dla konkretnego zastosowania. Badania te prowadziłam w ramach grantu NCN (NN516 193537), którego byłam kierownikiem. Nurtowały mnie pytania: Czy wyniki zwracane przez dominujące metryki wykorzystywane do oceny jakości obrazów oraz sygnałów wideo są porównywalne, czy też różnią się w dokładności zwracanych wyników? Jak duży nakład czasowy charakteryzuje każdą z metryk, jak dużą populację należy zbadać, aby dla danej metryki uzyskać poprawne wyniki? Jak dużą bazę testową należy uwzględnić w badaniach, aby uzyskać rzetelne wyniki? Na postawione pytania nie znalazłam odpowiedzi w analizowanej literaturze. Brak było też zebranych w jednym miejscu narzędzi statystycznych, niezbędnych do analizy poprawności i wiarygodności otrzymanych wyników. Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiłam w serii publikacji: **[A3-A5]**. Najważniejszą, bazową publikacją zawierającą wyniki badań i analiz odpowiadających na większość powyższych pytań jest współautorski artykuł **[A5]**. Pozostałe publikacje (jednoautorskie) z tej serii **[A3-A4]** stanowią jego uzupełnienie.

**Celem naukowym badań, których wyniki przedstawiłam w [A5], było opracowanie technik projektowania efektywnych eksperymentów percepcyjnych uwzględniających specyfikę zastosowań grafiki komputerowej.** Projektowanie efektywnych eksperymentów percepcyjnych polega na ułożeniu takiego scenariusza przeprowadzenia badań, który umożliwi otrzymanie rzetelnych wyników jak najmniejszym kosztem. Sprowadza się to do zastosowania procedury eliminującej stopnie swobody całego cyklu projektowania, wprowadzające szum informacyjny, który zakłóca wiarygodność otrzymanych wyników. Błędnie przeprowadzone badania rzutują na wyniki poprzez obecność źle dobranych parametrów modeli czy nieprawidłową ocenę jakości obrazów generowanych przez analizowane algorytmy. W takiej sytuacji eksperymenty są bezużyteczne i wprowadzają w błąd użytkowników opracowanych podejść. Stąd tak ważne jest, aby badania przeprowadzane były zgodnie z formalnymi wymogami [ITU500], [ITU910] oraz w sposób ograniczający wprowadzenie zakłóceń. W pracy **[A5]** zebrane i przedstawione zostały metody statystyczne niezbędne do opracowania efektywnych eksperymentów percepcyjnych oraz do wiarygodnej i rzetelnej analizy uzyskanych wyników badań. Zebrane metody oraz ich modyfikacje przedstawione zostały w postaci uporządkowanej, tworząc scenariusz projektowania efektywnych badań subiektywnych. Wśród zagadnień związanych z opracowaniem nowego scenariusza efektywnego projektowania eksperymentów percepcyjnych moim wkładem było m.in. zaprojektowanie, implementacja oraz współudział w przeprowadzeniu eksperymentów. Poza mną badania wykonane zostały również przez pierwszego współautora artykułu na Uniwersytecie w Bangor (*Bangor University*) w Wielkiej Brytanii. Aby ułatwić naukowcom efektywne

projektowanie własnych eksperymentów, porównałam i wraz z pierwszym współautorem dokonałam analizy czterech metod dominujących w dziedzinie oceny jakości obrazów (*IQA ang. Image Quality Assessment*): Pojedynczego Bodźca (*SS ang. Single Stimulus*), Podwójnego Bodźca (*DS., ang. Double Stimulus*), Wymuszonego Wyboru (*FC ang. Forced Choice*) oraz Oceny Podobieństwa (*SJ ang. Similarity Judgement*). Badania przeprowadzone zostały zgodnie z formalnymi zasadami, dostarczając informacji na temat najbardziej dokładnego, rzetelnego oraz efektywnego pod względem czasu wykonania sposobu przeprowadzania eksperymentu. Wybierając metodę eksperymentalną, należy wziąć pod uwagę jej wrażliwość i rzetelność, oraz fakt, że każdy pomiar odzwierciedla tylko do pewnego stopnia wynik prawdziwy dla badanego algorytmu czy parametru, a do pewnego stopnia nieznaną błąd losowy. Zgodnie z taką definicją pomiar jest rzetelny, jeśli w stosunku do błędu, odzwierciedla głównie wynik prawdziwy. **Ocena wrażliwości i wiarygodności każdej metody eksperymentalnej stała się zatem jednym z głównych celów moich badań.** Dokładniejsza metoda powinna zmniejszyć losowość odpowiedzi, czyli powinna zwrócić większą liczbę par porównywanych obrazów, których jakość została w sposób zauważalny różnie oceniona w testach statystycznych. Zagadnienie porównania metod eksperymentalnych realizowane było już wcześniej. Najczęściej wykorzystaniem podejściem było zastosowanie przedziałów ufności [Redi10] lub odchylenia standardowego [Ponom09]. Nawet, jeżeli dane zostały przeskalowane liniowo w celu dopasowania tego samego zakresu wartości, nie ma gwarancji, że rozkład ocen jakości będzie dla każdej z porównywanych metod taki sam. Bardziej stabilnym i równocześnie prostym podejściem, umożliwiającym porównanie metod jest analiza wartości *wielkości efektu* (*ang. effect size*), definiowanego jako znormalizowana różnica pomiędzy uzyskanymi ocenami podzielona przez odchylenie standardowe. Im większa jest wartość *wielkości efektu*, tym większa jest moc statystyczna. Najwyższą czułość osiągnęliśmy dla techniki Wymuszonego Wyboru (**[A5]**). Przeprowadzone badania wskazały technikę Wymuszonego Wyboru jako najlepszą w porównaniu z resztą analizowanych technik, z punktu widzenia wrażliwości i rzetelności. Warty uwagi jest fakt wskazania przez uczestników badań techniki Wymuszonego Wyboru jako najłatwiejszej metody eksperymentalnej. Należy zauważyć, że metody których wykonanie jest łatwiejsze dla uczestników badań, mają tendencję do zwracania bardziej spójnych wyników. Etap analizy przeprowadziłam wspólnie z pierwszym współautorem artykułu.

Kolejną istotną kwestią przy wyborze metody doświadczalnej jest uwzględnienie nie tylko czułości testu statystycznego, lecz również czasu niezbędnego do jej wykonania. Analiza czynnika czasu przeprowadzona w ramach badań, stanowi kolejną część mojego udziału w pracy **[A5]**. Nawet mniej dokładna metoda może w konsekwencji wykazać się mniejszymi przedziałami ufności, jeżeli w danym czasie zebranych zostanie znacząco więcej pomiarów. Przy zastosowaniu techniki redukcji części porównań, przedstawionych do oceny użytkownikowi (z wykorzystaniem algorytmu sortowania [Silver01]), technika Wymuszonego Wyboru okazała się konkurencyjna, a nawet szybsza w porównaniu z technikami ratingowymi. Zastosowanie metody redukcji liczby porównań wymagało **opracowania przeze mnie algorytmu odtwarzania brakujących danych w technikach porównywania parami w celu skrócenia czasu wykonywania eksperymentu.** Na podstawie uzyskanych wyników (przedstawionych w artykule **[A5]**) wprowadzona została

hierarchia badanych metryk oceny jakości obrazów. Ranking ustalony został na podstawie takich parametrów, jak wrażliwość, rozumianą jako możliwość rozróżnienia obrazów o podobnej (bardzo zbliżonej) jakości oraz wiarygodność zwracanych wyników. Przeprowadzona przeze mnie analiza czasu wykonywania badań, uwzględniająca algorytmy optymalizacji zawarte w zaprojektowanych eksperymentach, była istotnym elementem wykorzystanym podczas tworzenia rankingu metryk. Metoda Wymuszonego Wyboru okazała się najbardziej wrażliwa na wykrycie nawet niewielkich różnic pomiędzy jakością analizowanych obrazów.

Po wyborze metody eksperymentalnej, jedną z pierwszych istotnych kwestii w opracowanym scenariuszu jest przygotowanie planu doświadczenia, w którym efekty główne nie są skorelowane pomiędzy sobą. Innymi słowy, zasadnicze znaczenie ma zaprojektowanie bodźca reprezentującego wyłącznie analizowany problem. Następnym ważnym elementem jest zdefiniowanie bazy testowej. Wybierając metodę eksperymentalną oraz kierując się kryterium czasowym, można wpaść w kolejną pułapkę. Eksperyment może być atrakcyjny czasowo przy określonej, niewielkiej liczbie analizowanych scen i przetwarzających je algorytmów. Niestety, wraz ze wzrostem liczby ocenianych scen, eksperyment staje się bardzo czasochłonny, co czyni podejście niepraktycznym. Dlatego dobór odpowiedniego zestawu obrazów, jak również ich liczby, jest ważnym zagadnieniem. W sytuacji idealnej, powinno się wykorzystać tak wiele obrazów jak to możliwe, aby stworzyć jak najbardziej reprezentatywną próbę możliwych scen. Jednakże, z praktycznego punktu widzenia, testowanie dużych zestawów obrazów często nie jest możliwe, zwłaszcza w projektach naukowych. Biorąc pod uwagę nawet znacznie mniejsze zestawy obrazów, trzeba podjąć decyzję, czy bardziej pożądane jest zebranie mniejszej liczby pomiarów dla większego zestawu obrazów, tak by próbka była bardziej reprezentatywna, czy raczej zebrać więcej pomiarów dla mniejszej liczby zdjęć, uzyskując dokładniejsze pomiary o wyższej mocy statystycznej. Rozwiązaniem problemu może być redukcja liczby obrazów wejściowych. Opracowane do tej pory wyniki są albo niepraktyczne wobec braku pełnego zautomatyzowania podejścia [Pitrey12a] lub wyniki uzyskane po redukcji traciły na dokładności [Pinson08], [Pitrey12b]. **Aby uzupełnić scenariusz projektowania efektywnych eksperymentów swoją uwagę skupiłam na zagadnieniu redukcji bazy obrazów testowych przy jednoczesnym zachowaniu jakości uzyskanych wyników. Opracowaną przeze mnie technikę przedstawiłam w jednoautorской artykule [A4].** Zamiast analizować i badać duży zbiór obrazów skupiłam się na scenach różniących się najbardziej w ocenie jakości. Założyłam, że ocena dwóch różnych scen zwracająca porównywalne wyniki, nie wpływa na lepsze zrozumienie zależności pomiędzy zawartością obrazu a jego jakością. Z drugiej strony istnieją obrazy, dla których ocena jakości istotnie odbiega od reszty wyników. W tej sytuacji uśrednienie wyników, spowodowałoby bezpowrotne utracenie pewnych specyficznych cech zachowania się analizowanych algorytmów. **Głównym celem mojej pracy [A4] było zmniejszenie liczby obrazów w bazie testowej do obrazów reprezentatywnych, dla wyłącznie których powinien zostać wykonany eksperyment.** Liczba obrazów reprezentacyjnych (wyłonionych na podstawie algorytmu klasteryzacji) wyznaczana została na podstawie korelacji Pearsona pomiędzy zredukowaną a pełną bazą testową. Dalsze rozwinięcie metody i uzupełnienie przeprowadzonych badań o weryfikację opracowanego

podejścia na podstawie ogólnodostępnych baz danych do oceny jakości obrazów: TID2008 [Ponom09], CISQ [Lar10], IVC SubQualityDB [Strauss09] and LIVE [Sheikh06] opisałam w jednoautorskim artykule [A3].

W analizach statystycznych zwykle brak jest dostępu do wszystkich interesujących obiektów w całej populacji. Wynika to ze zbyt dużego rozmiaru populacji lub zbyt wysokich kosztów wykonania pomiarów dla wszystkich obiektów. W rezultacie ważne decyzje podejmowane są na podstawie analizy danych o stosunkowo niewielkiej liczbie przypadków. Próbką otrzymana w wyniku badań jest estymatorem pewnej charakterystyki całej populacji. Istotną kwestią związaną z jakością projektowanego eksperymentu jest zagadnienie wielkości próby, która powinna być wzięta pod uwagę, aby badania były poprawne - czyli jak wielu obserwatorów i ile powtórzeń jest niezbędnych w celu zebrania wiarygodnych danych. Sposób wybrania minimalnej liczby uczestników eksperymentu, proponowano już wcześniej w literaturze. W badaniach bazujących na pięciu różnych eksperymentach [Win09], stwierdzono, że 10 obserwatorów wystarcza, aby uzyskać wystarczająco wiarygodne wyniki. Badania przeprowadzone zostały z wykorzystaniem odchylenia standardowego. Niestety, takie podejście nie daje gwarancji, że różnica pomiędzy parą porównywanych obrazów będzie istotna statystycznie. Narzędziem umożliwiającym wyznaczenie liczebności prób, przy efektywnym planowaniu eksperymentów jest analiza mocy (*ang. power analysis*). Dobrze zaplanowany eksperyment musi zapewnić moc testu wystarczająco dużą do wykrycia rozsądnych odstępstw od hipotezy zerowej (jakość porównywanych obrazów jest taka sama). W przeciwnym wypadku, nie warto w ogóle wykonywać eksperymentu. **W badaniach przeprowadzonych w celu oszacowania typowego rozmiaru próby, umożliwiającego znalezienie par obrazów nie tylko mocno różniących się jakościowo ale również obrazów o niewielkiej różnicy jakości, wykorzystano retrospektywną analizę mocy (*ang. retrospective power analysis*).** Analizę danych przeprowadziłam wspólnie z pierwszym współautorem publikacji [A5]. Nie znając wyników przed przeprowadzeniem badań, jedyną możliwością było wykorzystanie ocen uzyskanych w ramach przeprowadzonych już eksperymentów. Podczas analizy sprawdzone zostały wszystkie przypadki, również te dla których znalezienie statystycznej różnicy było mało prawdopodobne (bardzo mała różnica jakości). W tej sytuacji, ze względu na małą wartość *wielkości efektu*, konieczne by było wykonanie bardzo dużej liczby ocen. W takich przypadkach zamiast realizować wyczerpujące oraz niepraktyczne (ze względu na liczbę ocen) badania, bezpiecznie jest przyjąć, że różnica w jakości może nie zostać znaleziona. Przeprowadzona analiza wykazała, że liczba pomiarów niezbędnych do uzyskania wiarygodnych wyników dla metod porównywania parami jest niższa niż dla metod ratingowych i wynosi 26-38 pomiarów a w skrajnych przypadkach (przy bardzo małej różnicy jakości pomiędzy ocenianymi obrazami) nawet 29-66 pomiarów. **Uważam, że uzyskane dane, mogą wspomóc naukowców w podejmowaniu decyzji związanej z wyborem metody eksperymentalnej oraz mogą dać pogląd na liczebność próbek niezbędnych w celu uzyskania wiarygodnych wyników. Otrzymane wyniki mogą być użyteczną wskazówką przy projektowaniu eksperymentów, z wykorzystaniem jednej z czterech przedstawionych metod.**

**Opracowany scenariusz projektowania efektywnych eksperymentów percepcyjnych**

**spotkał się z żywym zainteresowaniem ze strony świata naukowego. Praca [A5] była cytowana 41 razy (zgodnie z bazą Web of Science) i stała się bazową publikacją w tematyce związanej z oceną jakości obrazów oraz eksperymentami percepcyjnymi.**

*Badania percepcyjne w ocenie efektywności oraz inwazyjności reklam internetowych*

Marketing online rozwinął się bardzo intensywnie w ciągu ostatnich lat. Początkowo był zagadnieniem niszowym, stając się z czasem jedną z najczęściej wykorzystywanych i badanych form komunikacji z klientami [Lilien06]. W dużej mierze obecne badania ukierunkowane są na efektywne projektowanie mediów internetowych oraz treści interaktywnych dla osiągnięcia lepszych wyników w dotarciu do klienta. W tym celu stosowane są różne techniki wykorzystujące perswazję, jaskrawe kolory, migotanie czy animacje [McCoy07]. Ze względu na dużą intensywność działań marketingowych, wytwarza się równowaga między konsumentami unikającymi reklam a firmami próbującymi wszelkimi sposobami dotrzeć do klientów. Zwiększona intensywność działań związana jest z gwałtownym wzrostem inwazyjnego oddziaływania reklam, zaprojektowanych w taki sposób, aby za wszelką cenę przerwać proces kognitywny [Ha97], [Li02]. Prowadzone badania naukowe dotyczące inwazyjności treści ofert reklamowych związane są z analizą wybranych czynników, takich jak częstotliwość oraz powierzchnia migających obszarów [Zha14]. Dla oceny poziomu inwazyjności reklamy często wykorzystuje się specjalnie przygotowane treści reklamowe, zmieniające się w zależności od symulowanego środowiska [Li02], [Moe06]. Pomija się zazwyczaj techniczną specyfikację reklam oraz parametry wykorzystywane w prawdziwych kampaniach. Szczegółowe uwzględnienie takich parametrów umożliwiłoby stworzenie efektywnego modelu reklamy internetowej oraz sposobu oceny jej inwazyjności. **Kolejnym celem moich badań było opracowanie obiektywnej metryki oceny poziomu inwazyjności reklamy z perspektywy przerwania procesu poznawczego użytkownika serwisu, podczas kontaktu z treścią redakcyjną (artykuł współautorski [A1]) oraz zaprojektowanie i przeprowadzenie eksperymentów percepcyjnych w celu opracowania efektywnego modelu reklamy internetowej (artykuł współautorski [A2]).** Inwazyjność reklamy zdefiniowana została jako odczucie irytacji, wywołanej przerwaniem procesu poznawczego podczas czytania treści serwisu internetowego.

Badania eksperymentalne (przedstawione w *artykule [A1]*) przeprowadzone zostały dwustopniowo, na podstawie wybranych elementów reklamy: częstotliwości migania, obszaru migania oraz wystąpienia animacji. Parametry te wybrane zostały na podstawie literatury [Shady04], w której wskazane zostały czynniki wpływające znacząco na przerwanie systemu poznawczego człowieka. W pierwszym etapie zbadano 150 rzeczywistych reklam, w których uczestnicy eksperymentu czytali wyświetlany tekst. W międzyczasie w obszarze peryferyjnym wyświetlana była reklama. Badania potwierdziły negatywny odbiór reklam z dużą powierzchnią migającą (powyżej 40%), której towarzyszyło miganie powyżej 4Hz. Uczestnicy eksperymentu raportowali zwiększoną inwazyjność reklamy, w przypadku pojawienia się animacji przy częstotliwości migania przekraczającej 4Hz oraz obszarze migania powyżej 40%. Test zaprojektowałam z wykorzystaniem techniki Pojedynczego Bodźca, ponieważ w przypadku reklam rzeczywistych, niemożliwe byłoby porównywanie tej samej reklamy z różnymi



parametrami. W drugim etapie badania eksperymentalne przeprowadzone zostały z wykorzystaniem specjalnie przygotowanych reklam syntetycznych, w których uwzględniono badane parametry w trzech różnych zakresach. W takim przypadku możliwe było uwzględnienie różnych kombinacji parametrów reklamy dla tej samej sceny i zaprojektowanie eksperymentu techniką Wymuszonego Wyboru. Etap projektowania eksperymentów z wykorzystaniem reklam syntetycznych oraz analiza otrzymanych wyników (w pracy [A1]) były wyłącznie moim udziałem. Badania potwierdziły wyniki uzyskane z reklam rzeczywistych. **Dodatkowo dzięki możliwości wykorzystania metody eksperymentalnej Wymuszonego Wyboru, wrażliwej nawet na niewielkie różnice w uzyskanych ocenach, opracowałam metrykę szacującą poziom inwazyjności badanej reklamy - VIM (ang. *Visual Intrusiveness Metrics*). Metryka może być wykorzystana przez projektantów reklam, wskazując elementy oraz zakres ich wartości, dla których reklama spełni swoją rolę, nie będąc równocześnie zbyt inwazyjną.** Duża inwazyjność może wywołać irytację u klientów, co wpływa na niechętny stosunek nie tylko do reklamowanego produktu ale i do firmy. **Podejście może być również wykorzystane jako referencja w procesie oceny inwazyjności zawartości reklamy komercyjnej.** Innym zastosowaniem metryki, jest informacja dostarczana właścicielom portali zamieszczającym reklamy. **Zamieszczenie zbyt inwazyjnej reklamy na stronie może skutkować na tyle silną irytacją czytelników, że będą opuszczali stronę poszukując informacji w innych serwisach internetowych.**

Opracowanie efektywnego modelu reklamy internetowej z wykorzystaniem badań eksperymentalnych, szacujących poziom inwazyjności reklamy, jak również badań online, umożliwiających ocenę efektywności reklamy, przedstawiono we współautorskim artykule [A2]. W pracy tej brałam udział w opracowaniu koncepcji modelu (zaproponowałam uwzględnienie wyników badań subiektywnych przy opracowaniu modelu), zaprojektowałam i przeprowadziłam eksperymenty percepcyjne oraz przeprowadziłam analizę otrzymanych wyników. W przeprowadzonych przez mnie badaniach percepcyjnych wykorzystałam technikę Pojedynczego Bodźca. Zbadałam pięć różnych kontekstowo reklam internetowych (z 10 różnymi ustawieniami) reprezentujących różne branże: fitness, gry komputerowe, biuro podróży, świat wirtualny oraz portal społecznościowy. Na podstawie przeprowadzonych przez mnie badań percepcyjnych oraz badań atrakcyjności reklamy, posiłkując się optymalizacją wielokryterialną, współautorzy artykułu opracowali podejście stanowiące kompromis pomiędzy wrażeniem inwazyjności reklamy raportowanym przez uczestników eksperymentów a jej efektywnością reprezentowaną przez interakcję użytkowników z reklamą ([A2]). Przeprowadzona symulacja umożliwiła oszacowanie wpływu zmiany w zasobach reklamy na jej odbiór przez użytkowników portali internetowych oraz oszacowanie wzrostu dochodów z reklamy bez wykorzystywania zbyt inwazyjnych elementów.

### *Kontrybucje techniczne*

Cykl publikacji uzupełniają artykuły prezentujące rozwiązania inżynierskie, mające duży wpływ na moje późniejsze dokonania naukowe. Warty podkreślenia jest fakt, że podejście opisane we współautorskim artykule [A11] spotkało się z dużym zainteresowaniem środowiska naukowego. W artykule [A11] przedstawiona została technika korekcji przesunięć w serii zdjęć wykonywanych aparatem fotograficznym bez

użycia statyw. Zaproponowana technika bazująca na wykorzystaniu opracowanej przeze mnie modyfikacji metody SIFT [Low04] okazała się skutecznym sposobem eliminacji przesunięć. Praca [A11] zwróciła uwagę na specyfikę problemu jakim jest rejestracja zdjęć podczas tworzenia obrazów HDR i była często cytowana (12 razy wg WoS, 44 wg bazy Scopus).

Kontynuując zagadnienie składania obrazów HDR, we współautorskim artykule [A9] przedstawiono podejście tworzenia obrazów HDR dla dynamicznej sceny. W prezentowanej technice nie uwzględniono badań subiektywnych. Poprawiony algorytm, uwzględniający wyniki eksperymentów percepcyjnych przedstawiłam w opublikowanym dwa lata później artykule [A6] (punkt: *Optymalny dobór parametrów algorytmów graficznych oraz uproszczenie obliczeń wykonywanych w algorytmach graficznych czasu rzeczywistego*, przy opisie pozycji). Moim wkładem w pracy [A9] było opracowanie metody akwizycji obrazów HDR dla scen z obiektami w ruchu, analiza wyników oraz współudział w pisaniu artykułu.

### **B3. Podsumowanie-elementy nowości naukowej**

Do głównych osiągnięć zaprezentowanych w jednotematycznym cyklu publikacji zaliczam:

- Opracowanie obiektywnej metryki oceny poziomu inwazyjności reklam internetowych - **VIM (ang. Visual Intrusiveness Metrics)** z wykorzystaniem wyników badań percepcyjnych [A1].
- Wprowadzenie zagadnienia percepcji do opracowanego modelu efektywnej reklamy internetowej bazującej na optymalizacji wielokryterialnej [A2], zaprojektowanie oraz przeprowadzenie badań percepcyjnych na podstawie których opracowany został powyższy model.
- Opracowanie nowego scenariusza efektywnego projektowania eksperymentów percepcyjnych uwzględniającego:
  - ⇒ wprowadzenie hierarchii najczęściej wykorzystywanych metryk oceny jakości obrazów. Na podstawie dokładności, wrażliwości oraz wiarygodności zwracanych wyników – przeanalizowałam i porównałam cztery najczęściej wykorzystywane metryki subiektywnej oceny jakości obrazów [A5],
  - ⇒ opracowanie algorytmu odtwarzania danych po optymalizacji liczby wyświetleń w technikach porównywania parami, w celu skrócenia czasu wykonywania eksperymentu [A5],
  - ⇒ zdefiniowanie minimalnej liczby próbek niezbędnych w celu uzyskania wiarygodnych wyników [A5],
  - ⇒ analizę czasu wykonywania eksperymentów percepcyjnych z wykorzystaniem podstawowych technik oraz z uwzględnieniem redukcji liczby wyświetleń [A5],
  - ⇒ opracowanie metody redukcji liczby obrazów w bazie wejściowej wykorzystywanych w eksperymencie percepcyjnym [A4]. Uzupełnienie przeprowadzonych badań o weryfikację opracowanego podejścia na

podstawie ogólnodostępnych baz danych do oceny jakości obrazów: LIVE [Sheikh06], TID2008 [Ponom09], CISQ [Lar10] i IVC SubQualityDB [Strauss09] **[A3]**,

⇒ czytelną wizualizację wyników eksperymentów percepcyjnych w postaci grafu **[A5]**.

- Poprawę opracowanego algorytmu usuwania ‘duchów’ do akwizycji obrazów HDR z obrazów składowych [A9], na podstawie wyników eksperymentów percepcyjnych **[A6]**.
- Opracowanie autorskiej metody realistycznej wizualizacji efektu podpowierzchniowego rozpraszania światła w obiektach częściowo przezroczystych w czasie rzeczywistym, z uwzględnieniem kierunkowości widzenia oraz badań percepcyjnych **[A7]**.
- Przeprowadzenie eksperymentów percepcyjnych związanych z opracowaniem interaktywnego systemu wizualizacji efektu głębi ostrości z uwzględnieniem kierunkowości widzenia **[A8]**.
- Opracowanie autorskiego algorytmu usuwania ‘duchów’ do akwizycji obrazów HDR z obrazów składowych, rejestrowanych dla dynamicznych scen **[A9]**.
- Przeprowadzenie eksperymentów percepcyjnych związanych opracowaniem algorytmu korekcji koloru po kompresji jasności dla obrazów HDR **[A10]**.
- Zwrócenie uwagi na praktyczne znaczenie prawidłowej rejestracji zdjęć podczas tworzenia obrazów HDR oraz opracowanie techniki rejestracji obrazów HDR bez wykorzystania statywu, bazującej na metodzie SIFT **[A11]**.

W zrealizowanych projektach zapoczątkowałam tematy, które do tej pory były w niewielkim stopniu eksploatowane przez środowisko naukowe związane z grafiką i obrazowaniem komputerowym.

Aktualnymi problemami badawczymi są prace nad takimi zagadnieniami jak korekcja kolorów po zmianie kontrastu w operatorze tonu obrazów HDR, korekcja przesunięć pomiędzy serią zdjęć wykonywanych aparatem fotograficznym bez użycia statywu w celu akwizycji obrazów HDR, efektywne projektowanie eksperymentów percepcyjnych, projektowanie efektywnych reklam internetowych czy wreszcie szacowanie poziomu inwazyjności reklamy internetowej [Reinhard12], [Wanat14], [Vangorp15], [Mantiuk15], [Zha14].

Poza aspektem badawczym moje prace mają charakter stosowany i są obecnie realizowane we współpracy z firmą komercyjną z sektora badań psychometrycznych (FRIS, www.fris.pl), w ramach wspólnego projektu.

## Bibliografia

- [Green04] Green S.: Real-time approximations to subsurface scattering. GPU Gems: Programming Techniques, Tips, and Tricks for Real-Time Graphics, Addison-Wesley, 263–278, 2004.
- [Gryad15] Gryaditskaya Y., Pouli T., Reinhard R., Myszkowski K., Seidel H.-P., Motion aware exposure bracketing for HDR video, Eurographics Symposium on Rendering, 119-130, 2015.
- [Ha97] Ha, L., Litman, Barry, R., Does advertising clutter have diminishing and negative returns?, Journal of Advertising, 26(1), 31-42, 1997.
- [ITU500] International Telecommunication Union, BT Series: BT.500, Methodology for the subjective assessment of the quality for television pictures, 2002.
- [ITU910] International Telecommunication Union, Sector of ITU, P. 910, Subjective audiovisual quality assessment methods for multimedia applications, 2008.
- [Lar10] Larson, E. C. and Chandler, D. M., Most apparent distortion: full-reference image quality assessment and the role of strategy, Journal of Electronic Imaging, 19(1), 2010.
- [Li02] Li, H., Edwards, S., Lee, J., Measuring the intrusiveness of advertisements: scale development and validation, Journal of Advertising, 31(2), 37-47, 2002.
- [Lilien06] Lilien, G., Rangaswamy A., Marketing decision support models. Marketing Engineering Approach, Chapter 12, 2006.
- [Low04] Lowe D. G.: Distinctive image features from scale-invariant keypoints, Int. J. Comput. Vision, 60(2), 91-110, 2004.
- [Mann93] Mann S., Compositing multiple pictures of the same scene, 46th Annual IS&T Conference, 2, 1993.
- [Mantiuk95] Mantiuk R., Daly S., Myszkowski K., Seidel H.-P.: Predicting visible differences in high dynamic range images - model and its calibration, Human Vision and Electronic Imaging X, IS&T/SPIE's 17th Annual Symposium on Electronic Imaging, 5666, 204–214, 1995.
- [Vangorp15] Vangorp P., Myszkowski K., Graf E. W, Mantiuk R., A model of local adaptation, ACM TOG 34(6), 166:1-166:13, 2015.
- [Mantiuk15] R. Mantiuk, B. Bazyluk, R. K. Mantiuk, Gaze-driven object tracking for real time rendering, Eurographics, Computer Graphics Forum, 32(2), 163-173, 2013,
- [McCoy07] McCoy, S., Everard, A., Polak, P., Galletta, D. F., The effects of online advertising, Communications of the ACM, 50(3), 84-88, 2007.
- [Moe06] Moe, W., A field experiment to assess the interruption effect of pop-up promotions, Journal of Interactive Marketing, 20(1), 34-44, 2006.
- [Patro07] Patro, R.: Real-time approximate subsurface scattering. PG '07, Proceedings of the Pacific Conference on Computer Graphics and Application, 403-406, 2007.

- [Pedersen11] M. Pedersen and J. Y. Hardeberg, Full-reference image quality metrics: classification and evaluation, *FNT Comput. Graphics Vision*, 7(1), 1–80, 2011.
- [Pinson08] M. Pinson, S. Wolf, United States, Techniques for evaluating objective video quality models using overlapping subjective data sets [Electronic Resource], U.S. Dept. of Commerce, National Telecommunications and Information Administration, NTIA Technical Report TR-09-457, 2008.
- [Pitrey12a] Y. Pitrey et al., Influence of the source content and encoding configuration on the perceived quality for scalable video coding, *Proc. SPIE 8291-82911K*, 2012.
- [Pitrey12b] Y. Pitrey, W. Robitza, and H. Hlavacs, Instance selection techniques for subjective quality of experience evaluation, in *QoEMCS, Part of the EuroITV Conf.*, 2012.
- [Ponom09] N. Ponomarenko et al., TID2008—A database for evaluation of fullreference visual quality assessment metrics, *Adv. Mod. Radioelectron*, 10, 30-45, 2009.
- [Ponom15] Ponomarenko N, Ieremeiev L J O, Lukin V, Egiazarian E, Astola J, Vozel B, Chehdi K, Carli M,, Battisti F, Jay Kuo C C, Image database TID2013, Peculiarities, results and perspectives, In *Signal Processing: Image Communication*, 77, 30-57, 2005.
- [Redi10] Redi J., Liu H., Alers H., Zunino R., Heynderickx I., Comparing subjective image quality measurement methods for the creation of public databases, In *SPIE 7529*, vol. 7529, 752903–752903–11, 2010.
- [Reinhard10] Reinhard E., Heidrich W., Debevec P., Pattanaik S., Ward G., Myszkowski K.: High dynamic range imaging, Second Edition: Acquisition, Display, and Image-Based Lighting, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2010.
- [Reinhard12] Reinhard E., Pouli T., Kunkel T., Long B., Ballestad A., Damberg G., Calibrated image appearance reproduction, *ACM Trans. Graph.* 31(6), 201:1-201:11, 2012.
- [Rejer2017] Rejer I., Jankowski J., Brain activity patterns induced by interrupting the cognitive processes with online advertising, *Cognitive Processing*, 2017, DOI 10.1007/s10339-017-0815-8.
- [Shady04] Shady, S., MacLeod, D., Fisher, H., Adaptation from invisible flicker, *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 101, 5170–5173, 2004.
- [Sheikh06] H. Sheikh, M. Sabir, and A. Bovik, A statistical evaluation of recent full reference image quality assessment algorithms, *IEEE Trans. Image Process*, 15(11), 3440–3451, 2006.
- [Silver01] D. Silverstein and J. Farrell, Efficient method for paired comparison, *J. Electron, Imaging* 10(2), 394-398, 2001.
- [Sloan03] Sloan, P.P., Hall, J., Hart, J., Snyder, J.: Clustered principal components for precomputed radiance transfer. *ACM Transactions on Graphics*, 22, 382–391, 2003.
- [Strauss09] Strauss, C., Pasteau, F., Atrousseau, F., Babel, M., Bedat, L., and Deforges, O., Subjective and objective quality evaluation of LAR coded art images, *IEEE Intl. Conf. on Multimedia & Expo, ICME New York, USA*, 2009.

- [Wanat14] Wanat R., Mantiuk R., Simulating and compensating changes in appearance between day and night vision, 2014, Proc. Of ACM SIGGRAPH / ACM Transactions on Graphics (TOG), 33(4), 147:1-147:12, 2014.
- [Wang06] Z. Wang and A. C. Bovik, Modern image quality assessment, Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing, Morgan & Claypool Publishers, 2(1), 1-156, 2006.
- [Win09] Winkler S.: On the properties of subjective ratings in video quality experiments, In 1st Int. Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX), 139-144, 2009.
- [WL03] Ward G: Fast, robust Image registration for compositing high dynamic range photographs from handheld exposures, Journal of Graphics Tools, 8, 17-30, 2003.
- [Zha14] Zha, W., Wu, H., The impact of online disruptive ads on users comprehension, evaluation of site credibility, and sentiment of intrusiveness, American Communication Journal, 16(2), 15-28, 2014.

## Pozostała działalność naukowo – badawcza

### *Osiągnięcia naukowo-badawcze*

Po ukończeniu (1995) V Liceum Ogólnokształcącego im. A. Asnyka w Szczecinie (profil matematyczno – fizyczny), rozpoczęłam studia na Wydziale Techniki Morskiej Politechniki Szczecińskiej na kierunku Informatyka. W latach 1996-2000 byłam stypendystką Ministra Edukacji Narodowej. Pracę naukową rozpoczęłam na trzecim roku studiów, pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Vladimira Shmerko. W 2000 roku uzyskałam tytuł magistra inżyniera w zakresie informatyki w bankowości. Pracę magisterską pod tytułem „*Przyjęcie decyzji na podstawie teorii informacji*” wykonałam pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Vladimira Shmerko. Wyniki uzyskane podczas realizacji pracy magisterskiej zostały przedstawione na konferencji *EEE International Symposium on Multiple-Valued Logic*. Studia ukończyłam z drugim wynikiem na całej uczelni i zostałam wpisana do Złotej Księgi Absolwentów.

Po ukończeniu studiów (2000 rok) zostałam zatrudniona w Zakładzie Układów Cyfrowych, Wydziału Informatyki Politechniki Szczecińskiej i rozpoczęłam studia doktoranckie na macierzystym Wydziale. W tym czasie prowadziłam badania pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Vladimira Shmerko nad występowaniem i wykorzystaniem zjawiska symetrii w wielowartościowych układach logicznych. Otrzymane rezultaty zostały opublikowane w czasopiśmie: *Journal of Multiple Valued Logic and Soft Computing*. W ramach Studium Doktoranckiego w latach 2000-2003 prowadziłam zajęcia dydaktyczne – laboratoria ze studentami Wydziału Informatyki Politechniki Szczecińskiej. W latach 2003-2004 pełniłam funkcję sekretarza obron prac dyplomowych.

19 września 2003 roku obroniłam pracę doktorską pt. „*Kryterium symetrii w ocenie układów cyfrowych na elementach wielowartościowych*” i uzyskałam stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka. W lutym 2005 roku na moją prośbę zostałam przeniesiona do Katedry Grafiki Komputerowej Politechniki Szczecińskiej i zatrudniona na stanowisku adiunkta.

W latach 11.2009 - 05.2012 kierowałam projektem badawczym finansowanym przez

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (nr grantu - NN516 193537, tytuł grantu – *Percepcyjna analiza obrazów cyfrowych uwzględniająca charakterystykę widzenia człowieka*). (Załącznik 3, punkt IIJ). Uzyskane wyniki zostały wykorzystane w publikacjach wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego (artykuły [A5-A9]). Brałam również udział, w charakterze wykonawcy, w realizacji grantu badawczego w latach: 11.2006 - 11.2008 (nr grantu - N206 015 31/2355, tytuł grantu – *Percepcyjna analiza i przetwarzanie obrazów o rozszerzonym zakresie jasności*) (Załącznik 3, punkt IIJ). Wynikiem uczestnictwa w grantie jest publikacja wchodząca w skład cyklu (artykuł [10]). Obecnie uczestniczę w realizacji grantu (nr 2016/21/B/HS4/01562, tytuł grantu – *Wspomaganie procesów rozprzestrzeniania treści marketingowych w mediach społecznościowych*) (Załącznik 3, punkt IIJ). Uzyskane wyniki zostały przedstawione w publikacji wchodzącej w skład cyklu habilitacyjnego (artykuł [A1]).

Oprócz tematyki przedstawionej w ramach cyklu publikacji, zajmowałam się zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem procesora graficznego do szybkiego przetwarzania danych graficznych oraz obliczeń dowolnego przeznaczenia, takich jak np. algorytmy genetyczne. W pracy skupiałam się również nad akwizycją oraz przetwarzaniem obrazów HDR, analizą obrazów naturalnych, statystykami wyższego rzędu ściśle związanymi z Systemem Wizualnym Człowieka (HVS) oraz wykorzystaniem algorytmów sortowania do uproszczenia obliczeń w badaniach bazujących na porównywaniu parami. Dodatkowo zaangażowałam się w projekty związane z poprawą jakości obrazów, poprzez odtworzenie informacji o poziomie szumu w obrazie, jak również w temat kontynuujący rozprawę doktorską dotyczący wielowartościowych układów cyfrowych (Załącznik 3, punkt II A i IIE).

Za swoją działalność naukową zostałam nagrodzona w latach 2010-2011 indywidualną nagrodą Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie odpowiednio pierwszego i trzeciego stopnia. Jako Członek Komitetu Naukowego jestem recenzentem prac nadesłanych na konferencje: CESCg (<http://www.cescg.org/>) (od 2009 roku), IADIS Computer Graphics, Visualisation, Computer Vision and Image Processing (CGVCVIP) (<http://www.cgv-conf.org/>)(w latach 2008-2011) oraz ICCVG (<http://iccv.g.wzim.sggw.pl/default.asp>) od 2014 r.

W okresie 10.2012-10.2013 oraz 09.2014-02.2016 przebywałam początkowo na zwolnieniu lekarskim, a następnie na urlopie macierzyńskim. Okres mojej nieobecności w pracy łącznie wynosił około 3 lata. Jednakże, w międzyczasie starałam się prowadzić badania naukowe, które zaowocowały cyklem publikacji w 2016 roku (Załącznik 2a, artykuły [A2-A4]). Obecnie głównym nurtem moich badań jest percepcyjna ocena jakości obrazów komputerowych oraz inwazyjności reklam internetowych. Zaangażowana jestem również w prace nad badaniami percepcyjnymi dla firmy FRIS (<https://fris.pl/>) realizowanymi z wykorzystaniem okulografu.

#### *Współpraca z instytucjami i ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą*

W 2000 roku rozpoczęłam współpracę z *University of Calgary* w Kanadzie. W ramach współpracy odbyłam staż na uczelni w 2000 roku. Wynikiem współpracy jest publikacja *Linearity of word-level representations of multiple-valued networks*, stanowiąca kontynuację pracy doktorskiej (Załącznik 3, punkt A, artykuł [IIA1]).

Następnie, w 2003 roku rozpoczęłam współpracę z ośrodkiem naukowym *Max Planck University for Computer Science in Saarbruecken* w Niemczech (*prof. dr inż. Karol Myszkowski, dr inż. Rafał Mantiuk*) zajmując się tematyką związaną z oceną jakości obrazów HDR na podstawie statystyk naturalnych wyższego rzędu. W ramach współpracy odbyłam w *Instytucie Max Planck* staż naukowy na stanowisku PostDoc (15.10.2007-31.01.2008). Podczas stażu oprócz pracy z technologią HDR, rozpoczęłam pracę nad tematyką percepcji w ocenie jakości obrazów komputerowych. Współpraca zaowocowała kolejną współpracą z *The University of British Columbia*, Vancouver w Kanadzie (*prof. W. Heidrich*) oraz wspólną publikacją w czasopiśmie *Computer Graphics Forum*, pt. *Color correction for tone mapping* dotyczącą korekcji kolorów po kompresji dynamiki obrazów HDR (*artykuł z cyklu habilitacyjnego [A10]*).

W 2008 roku nawiązałam współpracę z ośrodkiem *Comenius University in Bratislava*, w wyniku której w 2010 roku powstała wspólna publikacja (*Załącznik 3, punkt IIE E16*).

W 2010 wznowiłam współpracę z *dr inż. Rafałem Mantiukiem*, pracującym wówczas w *Bangor University* w Wielkiej Brytanii. W ramach współpracy powstała kolejna wspólna publikacja w czasopiśmie *Computer Graphics Forum*, pt. *Comparison of Four Subjective Methods for Image Quality Assessment* (*artykuł z cyklu habilitacyjnego [A5]*). Obecnie kontynuuję współpracę z *dr inż. Rafałem Mantiukiem* (*Senior Lecturer* na *University of Cambridge*) w zakresie percepcyjnej oceny jakości obrazów cyfrowych.

W ramach nowego projektu związanego z oceną stylów myślenia, na podstawie odpowiednio zaprojektowanych przeze mnie eksperymentów percepcyjnych rozpoczęłam współpracę z *Zakładem Psychologii Klinicznej i Psychoprofilaktyki Uniwersytetu Szczecińskiego* (*dr hab. Agnieszka Samochowiec*). Projekt powstaje przy ścisłej współpracy z firmą komercyjną *FRIS* (*dr inż. Anna Samborska-Owczarek*). Wyniki badań wykorzystane zostaną do walidacji badań psychometrycznych dotyczących oceny stylów myślenia ludzi. W tym celu powstała już autorska baza obrazów oraz przeprowadzone zostały badania pilotażowe z wykorzystaniem okulografu.

Na zlecenie firmy *BLStream* wykonywałam ekspertyzę do projektu „MobiAR - innowacyjne narzędzie wspomagające tworzenie Systemów Mobilnych w Rzeczywistości Rozszerzonej”, zatwierdzonego przez *PARP* z Programu Operacyjnego *Innowacyjna Gospodarka 2007-2013* oraz ekspertyzę do projektu „*FRISeye*” – innowacyjne narzędzie do wspomagania działów *HR* (*ang. Human Resources*) na zlecenie firmy *FRIS*, 2016.

#### *Działalność popularyzująca naukę*

Biorę czynnie udział w popularyzacji nauki w środowisku naukowym, jak również dla uczniów szkół podstawowych, gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych. Przez trzy edycje organizowanych w naszym mieście targów gier komputerowych *Szczecin Game Show* (V 2010, XI 2010, XI 2011) koordynowałam spotkania oraz tworzyłam stanowisko, na którym studenci prezentowali gry tworzone na Wydziale Informatyki *ZUT*. Stanowisko cieszyło się dużym zainteresowaniem, szczególnie młodzieży gimnazjalnej oraz ponadgimnazjalnej, stojącej przed wyborem uczelni oraz kierunku studiów. Systematycznie brałam również czynny udział w promowaniu macierzystego Zakładu, Wydziału i Uczelni. Uczestniczyłam aktywnie z ramienia Wydziału Informatyki *ZUT* w *Nocach Naukowca 2010-2011* oraz *Mocy Nauki 2017*. Współpracując ze studentami rozpoczynającymi pracę



naukową w dziedzinie grafiki komputerowej, byłam promotorem ich artykułów, koordynowałam przygotowanie do wyjazdu i uczestniczyłam w wyjeździe studentów na międzynarodową konferencję naukową CESC (Central European Seminar on Computer Graphics for Students) na Słowacji (2005-2010) jako ich opiekun oraz członek Komitetu Naukowego Konferencji.

W trakcie prowadzenia badań naukowych szczególną uwagę zwracam na to, by uzyskane rezultaty prezentowane były na renomowanych konferencjach naukowych. Wyniki uzyskane w trakcie swojej pracy badawczej przedstawiłam na 18 krajowych i międzynarodowych konferencjach tematycznych. Rezultaty prezentowane były w formie referatów ustnych (17) (*Załącznik 3, punkt II L*) i prezentacji plakatowych (6) (*Załącznik 3, punkt II L*). Moje publikacje naukowe w czasopiśmie o szerokim zasięgu zostały zauważone przez środowisko międzynarodowe, czego wyrazem są liczne cytowania moich prac przez zagranicznych autorów. Szczególnie 3 prace, okazały się pionierskie, stanowiąc obecnie podstawowe pozycje cytowane w artykułach związanych z kompensacjami przesunięć pomiędzy obrazami (*artykuł z cyklu habilitacyjnego [A11]*), korekcją kolorów w operatorach tonu obrazów HDR (*artykuł z cyklu habilitacyjnego [A10]*) oraz percepcyjną oceną jakości obrazów (*artykuł z cyklu habilitacyjnego [A5]*). Jeden z moich ostatnich artykułów dotyczący efektywnego modelu reklamy internetowej (*artykuł z cyklu habilitacyjnego [A2]*) spotkał się również z dużym zainteresowaniem naukowców, doczekując się na portalu ResearchGate ponad 800 odczytów.

Poza działalnością naukową prowadzę też aktywną działalność dydaktyczną, starając się angażować w pracę naukową studentów. Efektem tego jest promotorstwo 36 prac inżynierskich i magisterskich oraz wspólne publikacje naukowe. Prowadzę wykłady, ćwiczenia laboratoryjne i projektowe dla studentów następujących kierunków studiów: Informatyka, Bioinformatyka, Inżynieria Cyfryzacji oraz Zarządzanie i Produkcja (*Załącznik 4, punkt Q2*). W latach 2003-2005 pełniłam obowiązki opiekuna I roku Informatyki.

Niezależnie od działalności naukowej i dydaktycznej jestem aktywna na polu działań organizacyjnych. Wyraża się to aktywnym udziałem w kreowaniu nowych treści programowych na studiach informatycznych oraz zaangażowaniem w nawiązywanie współpracy naukowo-badawczej z podmiotami zewnętrznymi. Od pięciu lat pełnię funkcję zastępcy przewodniczącego Komisji Rekrutacyjnej na studia niestacjonarne, w latach 2008-2014 pełniłam funkcję przewodniczącej Komisji do spraw Ewaluacji Pracowników Wydziału Informatyki ZUT. Poza tym w latach 2009-2011 pełniłam funkcję Pełnomocnika Dziekana do spraw Międzynarodowych Wymian Studentów (koordynatora programu Erasmus) w ramach Wydziału Informatyki ZUT. Obecnie jestem członkiem Wydziałowej Komisji ds. Nagród i Odznaczeń.

## Podsumowanie dorobku naukowego

Mój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje **30** opublikowanych artykułów, w tym **6** artykułów zostało opublikowanych w czasopismach z listy JCR. Łączny IF dla prac opublikowanych po doktoracie wynosi **11,244** (IF z roku publikacji) oraz **11,188** (IF<sub>5-letni</sub>). Całkowita liczba cytowań według bazy Web of Science wszystkich publikacji, których jestem autorem lub współautorem wynosi **139** (bez autocytowań **119**). Sumaryczna liczba punktów MNiSW wynosi **349** oraz liczba punktów MNiSW według udziału wynosi **212,05**. Indeks Hirscha moich prac równy jest **5**.

### Wykaz dorobku naukowego

Zestawienie liczbowe czasopism w których opublikowano prace naukowe oraz artykułów indeksowanych w bazie *Web of Science (WoS)* na dzień 24.08.2017 po uzyskaniu stopnia doktora (na podstawie wykazu publikacji przedstawionych w **Załączniku 3**) przedstawiono w **Tabeli 2**.

**Tabela 2.** Wskaźniki całości dorobku naukowego po uzyskaniu stopnia doktora.

Nazwa czasopisma	Rok wydania	Liczba publikacji	IF <sup>a)</sup>	IF <sup>b)</sup>	Suma punktów MNiSW <sup>c)</sup>	Liczba cytowań w WoS
<b>Po uzyskaniu stopnia doktora</b>						
International Journal of Human-Computer Studies	2017	1	2,863	2,657	35	0
Advances in Intelligent Systems and Computing	2017	1	--	--	15	1
Expert Systems with Applications	2016	1	3,928	3,526	35	0
Journal of Electronic Imaging	2016	1	0,754	0,825	20	2
Lecture Notes of Computer Science	2016	1	--	--	15	0
	2014	1			10	1
	2012	4			4x10	3,1,3,4
	2010	1			13	6
Int. Conf. on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems	2016	1	--	--	15	0
Computer Graphics Forum	2012	1	1,638	1,9	30	41
	2009	1	1,681	1,9	20	53
Int. Conf. on Serious	2011	1	--	--	13	12

Games Development and Applications						
Pomiary, Automatyka, Kontrola	2011	2			2x9	0
	2010	2			2x6	0
	2009	1	--	--	6	0
	2007	1			6	0
	2006	2			2x6	0
Seeing paradoxical images, InterFace, Humanities and Technology	2010	1	--	--	2	0
Metody Informatyki Stosowanej	2009	1	--	--	4	0
SCCG '08: Proceedings of the 24th Spring Conference on Computer Graphics	2008	1	--	--	2	0
Journal of Environmental Studies"	2007	1	--	--	2	0
Int. Conf. in Central Europe on Comp. Graphics, Visualisation and Computer Vision, WSCG	2007	1	--	--	10	12
Elektronika	2007	1	--	--	4	0
Int. Journal on Multiple-Valued Logic and Soft Computing	2004	1	0,38 <sup>*</sup>	0,38	10	0
<b>Suma</b>		<b>30</b>	<b>11,244</b>	<b>11,188</b>	<b>349</b>	<b>139</b> (bez autocytowań 119)

<sup>a)</sup> Sumaryczny Impact Factor wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem ukazania się pracy

<sup>b)</sup> 5-letni Impact Factor wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem, w którym przygotowano zestawienie (2017)

<sup>c)</sup> liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW zgodnie z rokiem ukazania się pracy.

\* IF pojawił się rok po publikacji

Dorobek dydaktyczny, popularyzatorski i informacje o współpracy międzynarodowej przedstawiono w **Załączniku 4**.