

Załącznik nr 3  
do Wniosku z dnia 10 sierpnia 2024 roku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

## Autoreferat

Zaawansowane metody analizy i rozpoznawania aktywności behawioralnych i kognitywnych  
z wykorzystaniem sensorów rejestrujących ruchy gałki ocznej i algorytmów SI

### Spis treści

<b>1</b>	<b>Dane osobowe i przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych</b>	<b>3</b>
1.1	Imię i nazwisko	3
1.2	Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
1.3	Przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych	3
<b>2</b>	<b>Wskazanie osiągnięcia naukowego zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b.</b>	<b>4</b>
2.1	Tytuł osiągnięcia naukowego	4
2.2	Wykaz publikacji z IF lub CS stanowiących osiągnięcie naukowe	4
2.2.1	Publikacje z IF lub CS	4
2.2.2	Inne publikacje punktowane i indeksowane przez MNiSW, Scopus i WoS	7
2.2.3	Podsumowanie cyklu artykułów	9
<b>3</b>	<b>Opis osiągnięcia naukowego</b>	<b>10</b>
3.1	Cel naukowy, motywacje i możliwości ich wykorzystania	10
3.2	Komputerowe wspomaganie diagnostyki zachowań poznawczych i aktywności człowieka	12
3.2.1	Osiągnięcia związane z rozpoznawaniem ludzkich wzorców zachowań behawioralnych i kognitywnych	14
3.2.2	Metody klastrowe i statystyczne w określaniu stanów stresowych i ograniczonej percepcji człowieka	14
3.2.3	Modele rzeczywistych aktywności ludzkich oparte o nadzorowane uczenie maszynowe	16
3.3	Modele ludzkich aktywności poznawczych oparte na głębokich sieciach neuronowych	17
3.3.1	Monitorowanie i modelowanie rzeczywistej jazdy kierowcy samochodem z wykorzystaniem 1D CNN	17
3.3.2	Monitorowanie i modelowanie symulowanej jazdy kierowcy samochodem z wykorzystaniem 1D CNN	18
3.3.3	Detekcja symulowanych wypadków i zdarzeń z wykorzystaniem głębokiego uczenia	18
3.4	Wspomaganie rozpoznawania zachowań behawioralno-kognitywnych za pomocą metod mieszanych i ręcznie konfigurowanych	19
3.4.1	Algorytmy uczenia maszynowego i elementów zbiorów rozmytych dedykowane ocenie umiejętności czytania ze zrozumieniem	19
3.4.2	Metody segmentacji zmian obrazów przy pomocy uczenia maszynowego dedykowanym diagnostyce BVRT	20
3.4.3	Ręcznie kalibrowane metody segmentacji zmian sygnału EOG dedykowane rozpoznawaniu aktywności kierowców podczas rzeczywistych przejazdów	20

3.4.4	Ręcznie kalibrowane metody segmentacji zmian sygnału EOG dedykowane rozpoznawaniu stresu wśród grupy studentów stomatologii . . . . .	21
3.5	Monitorowanie i rozpoznawanie wzorców zachowań ludzkich jako część telemedycyny spersonalizowanej . . . . .	22
3.6	Repozytoria sygnałów i rozwiązanie techniczne problemu . . . . .	22
3.7	Podsumowanie . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej</b>	<b>26</b>
4.1	Zagraniczne ośrodki naukowe i towarzystwa . . . . .	26
4.2	Krajowe ośrodki i towarzystwa . . . . .	27
<b>5</b>	<b>Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę</b>	<b>28</b>
5.1	Informacja o promowanych doktoratach . . . . .	28
5.2	Promotorstwo prac dyplomowych magisterskich . . . . .	28
5.3	Promotorstwo projektów inżynierskich i licencjackich . . . . .	29
5.4	Prowadzenie zajęć dydaktycznych . . . . .	30
5.5	Publikacje naukowe w ramach opieki nad studentami . . . . .	30
5.6	Program mentorski . . . . .	32
5.7	Działalność popularyzatorska . . . . .	32
5.8	Działalność organizacyjna . . . . .	33
<b>6</b>	<b>Inne informacje</b>	<b>34</b>
6.1	Informacja o odbytych szkoleniach . . . . .	34
6.2	Nagrody i wyróżnienia . . . . .	36
6.3	Inne nagrody i wyróżnienia . . . . .	36
<b>7</b>	<b>Inne publikacje autora</b>	<b>37</b>
7.1	Udostępnione inne przy udziale autora repozytoria danych . . . . .	37
7.2	Pozostałe publikacje . . . . .	37
	<b>Literatura</b>	<b>42</b>

## Spis rysunków

1	Architektura konwolucyjnej sieci neuronowej do klasyfikacji danych szeregów czasowych. T reprezentuje okno czasowe, S reprezentuje liczbę kanałów czujnika, c reprezentuje klasę, a n reprezentuje liczbę klas. . . . .	13
---	---	----

## Spis tabel

1	Dane publikacji z IF lub CS uzyskane z oświadczenia ewaluacyjnego <a href="https://omega.polsl.pl">https://omega.polsl.pl</a> w dyscyplinie inżynieria biomedyczna na dzień 30.03.2024 r. . . . .	4
2	Dane publikacji z baz WoS lub Scopus uzyskane z oświadczenia ewaluacyjnego <a href="https://omega.polsl.pl">https://omega.polsl.pl</a> w dyscyplinie inżynieria biomedyczna na dzień 30.03.2024 r. . . . .	7
3	Określenie zbiorcze udziału w publikacjach autora. . . . .	9
4	Dane na podstawie z oświadczenia ewaluacyjnego <a href="https://omega.polsl.pl">https://omega.polsl.pl</a> w dyscyplinie inżynieria biomedyczna na dzień 30.03.2024 r. . . . .	9
5	Metodologia wyliczenia parametrów bibliometrycznych osiągnięcia, zgodnie z art. 219 ust. 1, pkt. 2a, b, c p.s.w.n. publikowanej w Dzienniku Ustaw 2023.742 z 10 marca 2023. . . . .	10
6	Powiązanie poszczególnych osiągnięć, zasobów i pozycji z cyklu zgodnie z art. 219 ust. 1, pkt. 2b, p.s.w.n. opublikowanej w Dzienniku Ustaw 2023.742 z 10 marca 2023. . . . .	11
7	Podsumowanie narzędzi statystycznych i skuteczności metod klasyfikacji. . . . .	24
8	Podsumowanie aktywności i osiągnięć autora art. 219 ust. 1, pkt. 2a, b, c p.s.w.n., również tych spoza cyklu, szczegółowo omówione w pozostałych rozdziałach autoreferatu. . . . .	25

# 1 Dane osobowe i przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych

## 1.1 Imię i nazwisko

Rafał Doniec

## 1.2 Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

Doktor nauk technicznych	Gliwice 2010, Politechnika Śląska, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, dyscyplina: biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, praca pt. "Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji do regulacji poziomu insuliny w organizmie człowieka", promotor: prof. dr hab. inż. Ewaryst Tkacz.
Poddyplomowe	Warszawa 2006, Szkoła Główna Handlowa, studia menadżerskie.
Poddyplomowe	Warszawa 2002, Wojskowa Akademia Techniczna, Instytut Systemów Łączności, praca pt. "Projekt sprzętowego zabezpieczenia sieciowego lokalnej sieci komputerowej", promotor porucznik mgr inż. Dariusz Koenig.
Magister inżynier	Gliwice 1999, Politechnika Śląska, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, kierunek: elektronika i telekomunikacja, specjalność: elektronika biomedyczna, praca pt. "Optymalizacja metody pomiaru stężenia glukozy we krwi z wykorzystaniem suchych testów paskowych Accutrend Glucose", której efektem końcowym było zaproponowanie i wyprodukowanie glukometru własnej konstrukcji w firmie "Remed" w Gliwicach. Promotor: dr hab. inż. Ewaryst Tkacz; promotor przemysłowy z firmy "Remed" w Gliwicach: dr inż. Zenon Okrajni.

## 1.3 Przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych

Luty 2024 — Lipiec 2024	Universität zu Lübeck (Niemcy), Institute of Medical Informatics, stanowisko: asystent naukowy w projekcie "KI-Med-Ökosystem".
Listopad 2018 — aktualnie	Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Katedra Biosensorów i Przetwarzania Sygnałów Biomedycznych (do 09.2023); Katedra Informatyki Medycznej i Sztucznej Inteligencji (od 10.2023), stanowisko: adiunkt.
Październik 2017 — Marzec 2019	Universität Siegen (Niemcy), Institute for Vision and Graphics, Medical Data Understanding in Research Group for Pattern Recognition, stanowisko: post-doc.
Wrzesień 2013 — Luty 2019	Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Wydział Informatyki i Komunikacji, stanowisko: adiunkt.
Październik 2007 — Listopad 2014	Telekomunikacja Polska S.A. (od 2012 Orange S.A.), Dyrekcja Spółki w Warszawie, stanowisko: ekspert usług nie-standardowych.
Październik 1998 — Styczeń 1999	Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Sieci Dalekosiężnej Urzędu Łączności w Siemianowicach Śląskich, stanowisko: inżynier eksploatacji.

## 2 Wskazanie osiągnięcia naukowego zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b.<sup>1</sup>

### 2.1 Tytuł osiągnięcia naukowego

Zaawansowane metody analizy i rozpoznawania aktywności behawioralnych i kognitywnych z wykorzystaniem sensorów rejestrujących ruchy gałki ocznej i algorytmów SI (jednotematyczny cykl publikacji).

### 2.2 Wykaz publikacji z IF lub CS stanowiących osiągnięcie naukowe

Tabela 1 zawiera zestawienie artykułów z Impact Factor<sup>2</sup> (IF) lub CiteScore<sup>3</sup> (CS) w bazach Web of Science (WoS)/Scopus, składających się na osiągnięcie naukowe zgodnie z art. 219 p.s.w.n.

Tabela 1: Dane publikacji z IF lub CS uzyskane z oświadczenia ewaluacyjnego <https://omega.polsl.pl> w dyscyplinie inżynieria biomedyczna na dzień 30.03.2024 r.

Lp.	Autor, rok wydania, link DOI publikacji	IF	CS
[DR1]	Doniec et al., 2024, <a href="https://doi.org/10.1016/j.sasc.2024.200078">https://doi.org/10.1016/j.sasc.2024.200078</a>	0,0	2,2
[DR2]	Doniec et al., 2023, <a href="https://doi.org/10.3390/s23125551">https://doi.org/10.3390/s23125551</a>	3,7	6,8
[DR3]	Doniec et al., 2022, <a href="https://doi.org/10.3390/electronics11182960">https://doi.org/10.3390/electronics11182960</a>	2,6	4,7
[DR4]	Hozhabr, et al., 2022, <a href="https://doi.org/10.3390/s22103634">https://doi.org/10.3390/s22103634</a>	3,7	6,8
[DR5]	Mocny-Pachońska, Doniec et al., 2021, <a href="https://doi.org/10.3390/ijerph18094448">https://doi.org/10.3390/ijerph18094448</a>	4,8	4,5
[DR6]	Mocny-Pachońska, Doniec et al., 2021, <a href="https://doi.org/10.3390/app11188648">https://doi.org/10.3390/app11188648</a>	2,7	3,7
[DR7]	Doniec et al., 2021, <a href="https://doi.org/10.3390/healthcare9111513">https://doi.org/10.3390/healthcare9111513</a>	2,5	2,0
[DR8]	Doniec et al., 2020, <a href="https://doi.org/10.3390/electronics9122002">https://doi.org/10.3390/electronics9122002</a>	2,6	2,7
[DR9]	Mocny-Pachońska, Doniec et al., 2020, <a href="https://doi.org/10.7717/peerj.8981">https://doi.org/10.7717/peerj.8981</a>	2,8	1,0
<b>Suma IF i CS w bazach Web of Science lub Scopus</b>		<b>25,4</b>	<b>33,1</b>

#### 2.2.1 Publikacje z IF lub CS

- [DR1] **Doniec Rafał**, Piaseczna Natalia, Duraj Konrad, Sieciński Szymon, Irshad Muhammad Tausif, Ilona Karpiel, Mirella Urzeniczok, Huang Xinyu, Piet Artur, and Grzegorzec Marcin, The Detection of Alcohol Intoxication Using Electrooculography Signals from Smart Glasses and Machine Learning Techniques. Systems and Soft Computing, Volume 6, December 2024, 200078, <https://doi.org/10.1016/j.sasc.2024.200078>. 20 pkt. MNiSW, **SJR**<sup>4</sup> **IF = 0,288**, Scopus **CS = 2,2**, na dzień 12-06-2024.

*Wkład własny: Koncepcja i opracowanie metodologii. Implementacja oprogramowania, analiza formalna, walidacja i wizualizacja danych. Przygotowanie pierwszej i ostatecznej wersji artykułu. Zarządzanie projektem*<sup>5</sup>.

**Udział: 70%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako pierwszy autor, byłem głównym wykonawcą projektu, którego wyniki opisano w artykule. Przygotowałem koncepcję eksperymentów i oprogramowanie do ich interpretacji. Opracowałem metodę oceny ewaluacji zebranych i wyselekcjonowanych danych, wybrane kanały sygnałów poddałem normalizacji oraz filtracji. Pożądane cechy następnie obliczyłem i zastosowałem uczenie maszynowe z wykorzystaniem różnych klasyfikatorów. Przygotowałem roboczą i zaakceptowałem ostateczną wersję artykułu.

- [DR2] **Doniec Rafał**, Konior Justyna, Sieciński Szymon, Piet Artur, Irshad Muhammad Tausif, Piaseczna Natalia, Hasan Md Abid, Li Frédéric, Nisar Muhammad Adeel, Grzegorzec Marcin. Sensor-based classification of primary and secondary car driver activities using convolutional neural networks. Sensors, MDPI, 2023, 23(12), 5551, <https://doi.org/10.3390/s23125551>.

100 pkt. MNiSW, **JCR** **IF = 3,7**, Scopus **CS = 6,8**, **TOP10**, na dzień 12-06-2023.

<sup>1</sup>Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Opublikowane w Dzienniku Ustaw pod numerem Dz.U.2023.742. Akt obowiązujący, wersja od: 7 marca 2024 r. do: 30 września 2024 r., dalej w tekście określany jako art. 219 p.s.w.n.

<sup>2</sup>Impact Factor (IF) jest miarą oceny wpływu czasopism naukowych, obliczaną przez Institute for Scientific Information (ISI), obecnie znane jako Web of Science. Baza danych Web of Science zawiera informacje o cytowaniach artykułów naukowych z różnych czasopism naukowych. IF jest obliczany na podstawie liczby cytowań, jakie artykuły opublikowane w danym czasopiśmie otrzymały w ciągu określonego okresu, zazwyczaj rocznego. IF jest często wykorzystywany jako wskaźnik prestiżu i wpływu czasopisma w danej dziedzinie nauki. <https://clarivate.com/the-institute-for-scientific-information/>, stan na dzień 10 lipca 2024.

<sup>3</sup>CiteScore (CS) to wskaźnik bibliometryczny, w bazie Scopus <https://www.elsevier.com/products/scopus/metrics/citescore>. Stan zgodny na dzień 10 lipca 2024, <https://omega.polsl.pl/>.

<sup>4</sup>SCImago Journal Rank (SJR) to alternatywny dla IF (WoS) wskaźnik bibliometryczny w bazie Scopus.

<sup>5</sup>Termin "Zarządzanie projektem" w przypadkach, w których nie wskazano faktycznego numeru projektu, odnosi się do zarządzania zadaniem badawczym w ramach projektu, z którego artykuł był finansowany, lub grantu habilitacyjnego autora opracowania.

*Wkład własny: Koncepcja systemu umożliwiającego selekcję istotnych danych spośród wszystkich sygnałów zarejestrowanych przy użyciu okularów JINS MEME ES\_R (producent JINS Holdings, Inc., Tokio, Japonia), podczas badania kierowców. Opracowanie i implementacja metodologii klasyfikacji sygnałów akcelerometru, elektrookulogramu i żyroskopu z wykorzystaniem wytrenowanych modeli spłotowych sieci neuronowych. Analiza, ewaluacja i przetwarzanie danych. Przygotowanie artykułu. Zarządzanie projektem rozpoczynając od pozyskania środków umożliwiających akwizycję danych aż do momentu publikacji otrzymanych rezultatów, prowadzenie projektu.*

**Udział: 65%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako pierwszy autor, byłem głównym wykonawcą projektu, w którym zdefiniowałem od podstaw i konfigurowałem stanowisko akwizycji i flagowania danych dla pierwszo- i drugorzędnych aktywności kierowców przy pomocy okularów JINS MEME ES\_R, na symulatorze jazdy samochodem. Przeprowadziłem analizę adnotacji eksperckich pod kątem zgodności opisów, przegląd literatury w zakresie zastosowania 1D CNN<sup>6</sup> w rozpoznawaniu aktywności behawioralnych i kognitywnych kierowców. W ramach prac badawczych, na podstawie eksperymentów opisanych we wcześniejszych publikacjach, przetestowałem możliwość wykorzystania segmentacji danych za pomocą techniki przesuwanego okna (SWS)<sup>7</sup>. Przetestowałem różne ustawienia, aby wybrać długość  $T$  i rozmiar kroku  $\Delta S$  okna czasowego, a najefektywniejsze wartości ustaliłem empirycznie. Merytorycznie i wizualnie opracowałem otrzymane wyniki oraz numerycznie zweryfikowałem zaproponowane podejście. Przygotowałem wstępną i kolejne ewaluacje artykułu, następnie uzupełniłem i zdefiniowałem ostateczną wersję konkludującą przedstawione w artykule rozwiązanie problemu klasyfikacji.

- [DR3] **Doniec Rafał**, Piaseczna Natalia, Li Frédéric, Duraj Konrad, Pour Hawzhin Hozhabr, Grzegorz Marcin, Mocny-Pachońska Katarzyna, Tkacz Ewaryst, Classification of roads and types of public roads using EOG smart glasses and an algorithm based on machine learning while driving a car. Electronics, MDPI, 2022, 11(18), 2960, <https://doi.org/10.3390/electronics11182960>  
100 pkt. MNiSW, JCR IF = 2,6, Scopus CS = 4,7, na dzień 18-09-2022.

*Wkład własny: Zdefiniowanie aktualnego stanu wiedzy. Akwizycja i ewaluacja danych. Koncepcja algorytmu klasyfikacji. Opracowanie i implementacja metodologii segmentacji sygnałów akcelerometru, elektrookulogramu i żyroskopu z wykorzystaniem wytrenowanych modeli: drzew klasyfikacyjnych, predyktorów jądra, gaussowskich, wielomianowych, k-najbliższych sąsiadów, wektorów nośnych i mieszanych. Zarządzanie projektem.*

**Udział: 65%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako pierwszy autor, byłem głównym wykonawcą projektu, w którym zdefiniowałem od podstaw i konfigurowałem stanowisko akwizycji i flagowania aktywności podczas rzeczywistych przejazdów autorsko przygotowanym do takich eksperymentów pojazdem, który otrzymał zgodę na przeprowadzenie badań we współpracy ze szkołą nauki jazdy "Proteko". Wykonałem analizy dostępnych rozwiązań pod kątem wyboru modelu najlepszego do klasyfikacji sygnałów z akademickiej wersji urządzenia JINS MEME ES\_R. Jako autor opracowałem warianty przetwarzania, uwzględniające/niewzględniające ograniczenie krzywej ROC. Optymalizowałem metodę ewaluacji krzywych ROC-AUC z wykorzystaniem technik uczenia maszynowego oraz wszystkie etapy kalibracji algorytmu klasyfikatora (wraz z doбором parametrów wejściowych, wag oraz wybranych standardowych metryk oceny obliczonych na podstawie macierzy pomyłek klasyfikatora). Przygotowałem wszystkie wyniki cząstkowe z wykorzystaniem wyselekcjonowanych modeli uczenia maszynowego. Przygotowałem roboczą i współredagowałem ostateczną wersję artykułu wraz z końcową dyskusją opisującą zalety i ograniczenia zaprojektowanego systemu klasyfikującego. Opracowałem i udostępniłem bazę danych uzyskanych w trakcie eksperymentów.

- [DR4] Pour Hozhabr Hawzhin, Li Frédéric, Wegmeth Lukas, Trense Christian, **Doniec Rafał**, Grzegorz Marcin, Wismüller Roland, A Machine Learning Framework for Automated Accident Detection Based on Multimodal Sensors in Cars. Sensors, MDPI, 2022, 22(10), 3634, <https://doi.org/10.3390/s22103634>.  
100 pkt. MNiSW, JCR IF = 3,7, Scopus CS = 6,8, TOP10 na dzień 10-05-2022.

*Wkład własny: Aktualny stan wiedzy i koncepcja systemu. Działania badawczo-rozwojowe prowadzące do powstania tego artykułu zostały zdefiniowane i wsparte przez Niemieckie Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań Naukowych (BMBF) w ramach projektu LEICAR (numer grantu: 01IS15048B) oraz Niemieckie Federalne Ministerstwo Gospodarki i Działania na rzecz Klimatu (BMWK) w ramach projektu GEMIMEG-II (numer grantu: 01MT20001L).*

**Udział: 8%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor na podstawie wcześniejszego udziału i zebranych doświadczeń uzyskanych w ramach projektu LEICAR, wsparłem powstanie koncepcji

<sup>6</sup>Rozwinięcia skrótów znajdują się w szczegółowym opisie osiągnięcia.

<sup>7</sup>Rozwinięcia skrótów znajdują się w szczegółowym opisie osiągnięcia.

systemu zapobiegania kolizji na drogach w oparciu o analizę danych z okularów JINS MEME ES\_R, byłem autorem korespondencyjnym i współredagowałem końcową wersję artykułu.

- [DR5] Mocny-Pachońska Katarzyna, **Doniec Rafał**, Wójcik Sylwia, Sieciński Szymon, Piaseczna Natalia, Duraj Konrad, Tkacz Ewaryst. Evaluation of the most stressful dental treatment procedures of conservative dentistry among Polish dental students, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(9), 4448; <https://doi.org/10.3390/ijerph18094448>.

140 pkt. MNiSW, JCR IF = 4,799, Scopus CS = 4,5, TOP10 na dzień 22-04-2021.

*Wkład własny: Opracowanie oprogramowania. Przygotowanie i redagowanie manuskryptu. Pozyskanie finansowania.*

**Udział: 15%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor byłem drugim beneficjentem projektu, opracowałem przegląd całościowy literatury. Byłem autorem korespondencyjnym i współredagowałem pierwszą i opublikowaną wersję artykułu związaną z interpretacją statystyczną wyników wraz z doborem adekwatnej dla tej części literatury uzupełniającej.

- [DR6] Mocny-Pachońska Katarzyna, **Doniec Rafał**, Sieciński Szymon, Piaseczna Natalia, Pachoński Marek, Tkacz Ewaryst, The relationship between stress levels measured by a questionnaire and the data obtained by smart glasses and finger pulse oximeters among Polish dental students, Applied Sciences, 2021, 11(18), 8648; <https://doi.org/10.3390/app11188648>.

100 pkt. MNiSW, JCR IF = 2,7, Scopus CS = 3,7, TOP10 na dzień 21-09-2021.

*Wkład własny: Opracowanie koncepcji i implementacja systemu pomiarowego dla sygnałów zarejestrowanych przy użyciu okularów JINS MEME ES\_R. Pozyskanie finansowania.*

**Udział: 25%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor, byłem drugim beneficjentem projektu, opracowałem przegląd literatury oraz metodologię eksperymentów z wykorzystaniem okularów JINS MEME ES\_R. Byłem autorem korespondencyjnym, współpracowałem w przygotowaniu pierwszej i opublikowanej wersji artykułu.

- [DR7] **Doniec Rafał**, Wójcik Sylwia, Valverde Raul, Piaseczna Natalia, Szymon Sieciński, Duraj Konrad, Tkacz Ewaryst. Extreme situation experienced by dental students of the Medical University of Silesia due to the SARS-CoV-2 epidemic during the first lockdown, Healthcare 2021, 9(11), 1513; <https://doi.org/10.3390/healthcare9111513>.

40 pkt. MNiSW, JCR IF = 2,5, Scopus CS = 2,0, na dzień 5-11-2021.

*Wkład własny: Analiza aktualnego stanu wiedzy. Koncepcja i opracowanie algorytmu oceny i skali stresu wraz z opracowaniem skali oceny naśladownictwa wzorca. Przygotowanie pierwszej i edycja ostatniej wersji artykułu. Zarządzanie projektem. Pozyskanie finansowania.*

**Udział: 55%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako pierwszy autor, byłem głównym wykonawcą projektu, opracowałem przegląd literatury, zaproponowałem algorytm oceny stresu w trakcie zajęć studentów stomatologii w pandemii COVID-19 w oparciu o test PSS-10 i autorską ankietę. Dokonałem statystycznej interpretacji i wizualizacji wyników. Brałem udział w przygotowaniu pierwszej i opublikowanej wersji artykułu.

- [DR8] **Doniec Rafał**, Sieciński Szymon, Duraj Konrad, Piaseczna Natalia, Mocny-Pachońska Katarzyna, Tkacz Ewaryst, Recognition of drivers' activity based on 1D convolutional neural network. Electronics, MDPI, 2020, 9(12), 2002, <https://doi.org/10.3390/electronics9122002>.

100 pkt. MNiSW, JCR IF = 2,6, Scopus CS = 2,7, na dzień 25-11-2020.

*Wkład własny: Opracowanie koncepcji i implementacja systemu. Akwizycja danych. Weryfikacja wyników. Przygotowanie manuskryptu. Zarządzanie projektem.*

**Udział: 65%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako pierwszy autor byłem głównym wykonawcą projektu, którego wyniki opisano w artykule. Brałem udział w pracach związanych z opracowaniem wielomodalnego systemu akwizycji danych. Uczestniczyłem w pracach koncepcyjnych budowy stanowiska w pojeździe, w którym przeprowadzono eksperymenty. Ostatecznie opracowałem narzędzie wizualizacji danych, które opisane zostało w artykule. Narzędzie to, wraz z bazą danych jest publicznie dostępne w ramach IEEE DataPort. Uczestniczyłem w pracach związanych z weryfikacją kolejnych etapów analizy, implementacji jednowymiarowej splotowej sieci neuronowej. Przygotowałem pierwszą wersję artykułu, dokonałem edycji całości tekstu, która doprowadziła do jego publikacji.

- [DR9] Mocny-Pachońska Katarzyna, **Doniec Rafał**, Trzcionka Agata, Pachoński Marek, Piaseczna Natalia, Sieciński Szymon, Osadcha Oleksandra, Łanowy Patrycja, Tanasiewicz Marta. Evaluating the stress-response of dental students to the dental school environment, PeerJ 2020, 8, e8981; <https://doi.org/10.7717/peerj>.



8981.

100 pkt. MNiSW, JCR IF = 2,8, Scopus CS = 1,036, na dzień 6-05-2020.

*Wkład własny: Analiza aktualnego stanu wiedzy. Implementacja systemu pomiarowego dla sygnałów zarejestrowanych przy użyciu okularów JINS MEME ES\_R. Koncepcja i opracowanie algorytmu oceny testu dedykowanego studentom stomatologii wraz opracowaniem skali oceny naśladownictwa wzorca. Przygotowanie pierwszej i akceptacja ostatniej wersji artykułu. Koordynacja procesu publikacji.*

**Udział: 15%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor byłem drugim beneficjentem projektu, opracowałem przegląd literatury, zaproponowałem i zaprojektowałem eksperymenty oparte o rejestrację sygnału EOG, przeanalizowałem dane, byłem autorem lub współredaktorem pierwszych szkiców artykułu i zatwierdziłem ostateczną wersję.

### 2.2.2 Inne publikacje punktowane i indeksowane przez MNiSW, Scopus i WoS

Pozostałe artykuły indeksowane w bazach Web of Science (WoS) lub Scopus składające się na osiągnięcie naukowe zgodnie z art. 219 p.s.w.n. zestawiono w Tabeli 2.

Tabela 2: Dane publikacji z baz WoS lub Scopus uzyskane z oświadczenia ewaluacyjnego <https://omega.polsl.pl> w dyscyplinie inżynieria biomedyczna na dzień 30.03.2024 r.

Lp.	Autor, rok wydania, link DOI publikacji	WoS	Scopus
[DR10]	Grabny et al., 2023, <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-99112-8_25">https://doi.org/10.1007/978-3-030-99112-8_25</a>		✓
[DR11]	Gabor et al., 2021, <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-83704-4_1">https://doi.org/10.1007/978-3-030-83704-4_1</a>	✓	✓
[DR12]	Doniec et al., 2021, <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-49666-1_28">https://doi.org/10.1007/978-3-030-49666-1_28</a>		✓
[DR13]	Doniec, et al., 2022, <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-031-38430-1_18">https://doi.org/10.1007/978-3-031-38430-1_18</a>		✓
[DR14]	Piaseczna et al., 2023, <a href="https://doi.org/10.1109/EMBC40787.2023.10340736">https://doi.org/10.1109/EMBC40787.2023.10340736</a>		✓
[DR15]	Mocny-Pachońska, 2019, <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-030-30275-7_43">https://doi.org/10.1007/978-3-030-30275-7_43</a>	✓	✓
[DR16]	Doniec et al., 2022, <a href="https://dx.doi.org/10.21227/4yte-5s06">https://dx.doi.org/10.21227/4yte-5s06</a>		
[DR17]	Doniec et al., 2020, <a href="https://dx.doi.org/10.21227/q163-w472">https://dx.doi.org/10.21227/q163-w472</a>		

- [DR10] Grabny Łukasz, **Doniec Rafał**, Sieciński Szymon, Piaseczna Natalia, Duraj Konrad, The application for reading comprehension and reading speed test. Innovations in Biomedical Engineering. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 409: 245–254, Springer Cham. 2023, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-99112-8\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-99112-8_25).

20 pkt. MNiSW, CS=0.7; materiały konferencyjne indeksowane w WoS, na dzień 03-03-2024.

*Wkład własny: Analiza aktualnego stanu wiedzy. Koncepcja i opracowanie algorytmu. Przygotowanie pierwszej i koordynacja ostatniej wersji artykułu.*

**Udział: 45%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor opracowałem przegląd literatury, skonfigurowałem system pomiarowy, zaproponowałem algorytm oceny szybkości czytania wraz oceną zrozumienia czytanego tekstu oparty o technikę wnioskowania przybliżonego z wykorzystaniem zbiorów rozmytych, umożliwiającą zdefiniowanie parametrów segmentowanych struktur dla sygnału EOG.

- [DR11] Gabor Dominika, **Doniec Rafał**, Sieciński Szymon, Piaseczna Natalia, Duraj Konrad, Tkacz Ewaryst, Automatic assessment of Benton Visual Retention test results: a pilot study. Biocybernetics and biomedical engineering - current trends and challenges: Proceedings of the 22nd Polish Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering, Warsaw, Poland, May 19-21, 2021, vol. 293: 1–8, Springer Cham. 2023, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-83704-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-83704-4_1).

20 pkt. MNiSW, CS=0.7; materiały konferencyjne indeksowane w WoS, na dzień 3-03-2024.

*Wkład własny: Analiza aktualnego stanu wiedzy. Koncepcja i opracowanie algorytmu. Przygotowanie pierwszej i koordynacja ostatniej wersji artykułu.*

**Udział: 45%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor opracowałem przegląd literatury, skonfigurowałem system akwizycji danych, zaproponowałem algorytm oceny testu pamięci wzrokowej Bentona wraz opracowaniem skali oceny naśladownictwa wzorca w oparciu o graficzną metodę grupowania podobieństw w dziesięciu przygotowanych wzorcach.

- [DR12] **Doniec Rafał**, Sieciński Szymon, Piaseczna Natalia, Mocny-Pachońska Katarzyna, Lang Marta, Szymczyk Jacek, The classifier algorithm for recognition of basic driving scenarios. Information Technology in Biomedicine, Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 1186, 2021, Springer, 337 p., ISBN 978-3-030-49665-4, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49666-1\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49666-1_28).

20 pkt. MNiSW, rozdział w monografii, Scopus CS = 0,9, na dzień 12-06-2023.

*Wkład własny: Aktualny stan wiedzy. Koncepcja systemu. Opracowanie algorytmu segmentacji. Opracowanie algorytmu przetwarzania wstępnego. Zaproponowanie modyfikacji danych wejściowych. Implementacja. Przygotowanie artykułu. Zarządzanie projektem.*

**Udział: 80%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: na podstawie szczegółowej analizy dostępnych rozwiązań przetestowałem możliwość zastosowania różnych modeli budowania słowników cech charakterystycznych BSF, pod kątem wspomagania wyodrębnienia cech charakterystycznych dla rzeczywistych scenariuszy przejazdu pojazdem mechanicznym. Opracowałem autorski model budowania i flagowania sygnałów z akademickiej wersji urządzenia JINS MEME ES\_R. Wykorzystując metodę słowników BSF opracowałem architekturę ruchomej segmentacji sygnału ze zmiennym rozmiarem okna, które w oparciu o zasadę entropii określa optymalny rozmiar okna dla określonej cechy sygnału korespondującego z wybraną aktywnością. Zaproponowałem wykorzystanie grupowania wartości prawdopodobieństw oraz zmianę rozmiaru słowników BSF, które dodatkowo poprawiły wyniki segmentacji. Przeprowadziłem analizę wpływu wybranych parametrów uczenia oraz ograniczenia regionu zainteresowań na wynik segmentacji. Zestawiłem uzyskane wyniki, wykonałem ich wizualizację oraz przygotowałem roboczą wersję artykułu. Ustaliłem ostateczną wersję dla dyskusji opisującą zalety i ograniczenia zaprojektowanego systemu.

- [DR13] **Doniec Rafał**, Sieciński Szymon, Piaseczna Natalia, Duraj Konrad, Chwał Joanna, Gawlikowski Maciej, Tkacz Ewaryst, Classification of Recorded Electrooculographic Signals on Drive Activity for Assessing Four Kind of Driver Inattention by Bagged Trees Algorithm: A Pilot Study. The latest developments and challenges in biomedical engineering. Proceedings of the 23rd Polish Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering, Lodz, Poland, September 27-29, 2023 / Strumiłło Piotr [i in.] (red.), Lecture Notes in Networks and Systems, 2024, vol. 746, Cham, Springer, s.225-236, ISBN 978-3-031-38429-5, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-38430-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-031-38430-1_18).

20 pkt. MNiSW, rozdział w monografii, Scopus CS = 0,7; na dzień 12-06-2023.

*Wkład własny: Aktualny stan wiedzy. Koncepcja systemu. Opracowanie metodologii pomiarowej. Opracowanie algorytmu przetwarzania wstępnego. Zaproponowanie modyfikacji danych wejściowych. Implementacja algorytmu. Przygotowanie artykułu. Zarządzanie projektem.*

**Udział: 80%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor w oparciu o zgodę komisji biocybernetycznej przygotowałem eksperymenty tak, aby umożliwiły wyodrębnienie cech charakterystycznych dla wybranych scenariuszy symulujących przejazd pojazdem mechanicznym. Opracowałem autorski model budowania flagowania a następnie filtrowania danych dla zarejestrowanych sygnałów z urządzenia JINS MEME ES\_R. W oparciu o metody statystyczne wyodrębniłem cechy charakterystyczne dla monitorowanych sygnałów. Wykonałem eksperymenty z wykorzystaniem środowiska MATLAB i w oparciu o reguły drzew decyzyjnych zaimplementowałem system ostatecznej klasyfikacji. Zestawiłem uzyskane wyniki, wykonałem ich wizualizację oraz przygotowałem roboczą wersję artykułu. Ustaliłem ostateczną wersję dla dyskusji opisującą zalety i ograniczenia zaprojektowanego systemu.

- [DR14] Piaseczna Natalia, Duraj Konrad, **Doniec Rafał**, Tkacz Ewaryst, Evaluation of Intoxication Level with EOG Analysis and Machine Learning: A Study on Driving Simulator. Institute of Electrical and Electronics Engineers: 45th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Sydney, Australia 24-27 July 2023, 2023, Piscataway, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1500 s.1-4, ISBN 979-8-3503-2448-8, <https://doi.org/10.1109/EMBC40787.2023.10340736>.  
20 pkt. MNiSW, Scopus CS = 2,1; rozdział w monografii naukowej indeksowanej w WoS.

*Wkład własny: Koncepcja i przygotowanie artykułu.*

**Udział: 5%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor opracowałem przebieg eksperymentów z wykorzystaniem alkogogli i symulatora jazdy. Jako autor korespondencyjny kontaktowałem się z wydawcą, edytowałem wstępną i zaakceptowałem ostateczną wersję artykułu.

- [DR15] Mocny-Pachońska Katarzyna, **Doniec Rafał**, Trzcionka Agata, Lang Marta, Pachoński Marek, Piaseczna Natalia, Sieciński Szymon, Twardawa Henryk, Tanasiewicz Marta. The Stress Level Assessment Based on Socio-demographic and Gender Factors Among Polish and Taiwanese Female and Male Junior Dental Students. Information and Software Technologies. ICIST 2019. Communications in Computer and Information Science, vol 1078. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30275-7\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30275-7_43).

20 pkt. MNiSW, Scopus CS = 0,7; materiały konferencyjne indeksowane w WoS.

*Wkład własny: Aktualny stan wiedzy. Opracowanie algorytmu. Weryfikacja wyników. Przygotowanie artykułu.*

**Udział: 10%.**

Szczegółowy opis wkładu stanowiącego osiągnięcie naukowe: jako autor opracowałem przegląd literatury



oraz algorytm klasyfikujący poziomy stresu w zbiorze danych multimodalnych z wykorzystaniem metod statystycznych. Algorytm ten umożliwia porównanie poziomów stresu na bazie sygnałów EOG, ACC, GYRO i pulsu w grupach studenckich polskojęzycznej i angielskojęzycznej, który ma bezpośredni wpływ na wprowadzanie i prowadzenie narzędzia stomatologicznego w trakcie ćwiczebnej procedury wypełniania ubytków zębowych. Efektem końcowym pracy było opracowanie autorskiej skali stresu.

- [DR16] **Doniec Rafał**, Piaseczna Natalia, Li Frédéric, "A dataset for classification of road and types using eog smart glasses", własne repozytorium danych, IEEE DataPort, 2022, License: CC BY 4.0, doi: 10.21227/4yte-5s06.

*Wkład własny: Akwizycja danych multimodalnych związanych symulacją przejazdów samochodem, opis i opracowanie metodologii analizy danych. Przygotowanie repozytorium.*

**Udział: 85%.**

- [DR17] **Doniec Rafał**, Duraj Konrad, Mocny-Pachońska Katarzyna, Piaseczna Natalia, Sieciński Szymon, Tkacz Ewaryst, "Drivers' activity tracking with jins meme smart glasses", własne repozytorium danych IEEE DataPort, V2, 2020, License: CC BY 4.0, doi: 10.21227/q163-w472.

*Wkład własny: Akwizycja danych multimodalnych związanych z rzeczywistymi przejazdami samochodem, Opis i opracowanie danych. Opracowanie metodologii analizy danych. Przygotowanie repozytorium.*

**Udział: 85%.**

### 2.2.3 Podsumowanie cyklu artykułów

W celu zbiorczego zobrazowania ilościowego wkładu własnego autora wniosku w publikacje składające się na osiągnięcie naukowe zgodnie z art. 219 p.s.w.n., w Tabelach 3 i 4 zestawiono dane zgodne z oświadczeniem ewaluacyjnym zamieszczonym na stronie Politechniki Śląskiej <https://omega.polsl.pl>.

Szczegółowy rozkład wkładu własnego oraz współautorów został również przedstawiony w sposób tabelaryczny w Załączniku 6 "Oświadczenia współautorów o indywidualnym wkładzie merytorycznym w publikacje wchodzące w skład omawianego cyklu".

Tabela 3: Określenie zbiorcze udziału w publikacjach autora.

Oznaczenie publikacji	Pierwszy autor lub autor korespondencyjny	Drugi autor
Artykuły od [DR1] do [DR9]	8	1
Artykuły od [DR10] do [DR17]	6	2

Tabela 4: Dane na podstawie z oświadczenia ewaluacyjnego <https://omega.polsl.pl> w dyscyplinie inżynieria biomedyczna na dzień 30.03.2024 r.

Publikacje autora	Data oświadczenia w ramach IB	IF WoS	Pkt MNiSW	Wartość punktowa udziału	Udział jednostkowy autora
Sumarycznie na podstawie danych z ewaluacji IBIO 2018-2021 i 2022–2026	16-02-2024	42,27	1530	540	7,13
Tylko artykuły z wybranego cyklu		25,399	920	321,55	3,89

### 3 Opis osiągnięcia naukowego

#### 3.1 Cel naukowy, motywacje i możliwości ich wykorzystania

Autor przedkłada w ramach postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego cykl 9 powiązanych tematycznie artykułów naukowych, głównie z czasopism z Impact Factor (IF), indeksowanych w bazie Web of Science (WoS) — są to pozycje od [DR1] do [DR9]. Pozycje od [DR10] do [DR15] to 6 rozdziałów w monografiach, uzupełniające cykl, także punktowane lub indeksowane w WoS, przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) lub w ramach bazy Scopus. Dodatkowo autor przedkłada dwa repozytoria danych [DR16] i [DR17], które są indeksowane za pomocą DOI (ang. Digital Object Identifier). Repozytoria te zostały opublikowane w celu umożliwienia weryfikacji wyników otrzymanych przez autora w ramach społeczności zrzeszonej w IEEE DataPort. Ostatnim elementem osiągnięcia jest 1 rozwiązanie techniczne zgłoszone do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej<sup>8</sup>, które nie zostało jeszcze opublikowane w bazach urzędu. Wszystkie pozycje prezentowanego cyklu posiadają następujące parametry bibliometryczne: sumaryczny IF WoS — 25,399 oraz sumaryczną wartość punktową MNiSW — 920 (szczegóły w Tabeli 5).

Tabela 5: Metodologia wyliczenia parametrów bibliometrycznych osiągnięcia, zgodnie z art. 219 ust. 1, pkt. 2a, b, c p.s.w.n. publikowanej w Dzienniku Ustaw 2023.742 z 10 marca 2023.

Rodzaj osiągnięcia	Sumaryczne wskaźniki bibliometryczne	Udział autora
9 artykułów z cyklu [DR1–DR9]	IF = 25,399; CS = 33,138; MNiSW = 800	od 8% do 70%
6 pozostałych publikacji [DR10–DR15]	IF = 0,0; CS=5,8; MNiSW = 120	od 5% do 80%
2 repozytoria danych [DR16, DR17]	–	85%
1 rozwiązanie techniczne	–	–
Razem	IF = 25,399; CS = 38,936; MNiSW = 920	od 5% do 85%

#### **Problem naukowy:**

Obecne metody segmentacji i klasyfikacji sygnałów multimodalnych nie są wystarczająco skuteczne do dokładnej identyfikacji działań kierowców, rozpoznawania zdarzeń drogowych zgodnych z przepisami oraz arbitralnej analizy stanów emocjonalnych w różnych scenariuszach występujących w procesach behawioralnych i kognitywnych dla wybranych grup zawodowych.

#### **Teza:**

Opracowanie i wdrożenie autorskich systemów bazujących na zaawansowanych metodach segmentacji i klasyfikacji sygnałów multimodalnych pozwoli na poprawę dokładności w systemach komputerowego wspomaganie identyfikacji działań kierowców, rozpoznawania zdarzeń drogowych oraz analizy stanów emocjonalnych i poznawczych w określonych kontekstach badawczych związanych z edukacją dla dwóch odrębnych grup zawodowych, kierowców i lekarzy stomatologów.

Celem osiągnięcia naukowego była weryfikacja metod segmentacji oraz klasyfikacji zebranych sygnałów multimodalnych, a następnie opracowanie autorskich systemów do komputerowego wspomaganie:

- identyfikacji pierwszo- i drugorzędnych działań osób kierujących pojazdami mechanicznymi<sup>9</sup> [DR1, DR2, DR8, DR13];
- rozpoznawania zdarzeń drogowych zdefiniowanych przez przepisy i regulacje Polskiego Ministerstwa Infrastruktury [DR3, DR4];
- analizy stanów emocjonalnych wśród studentów uczestniczących w laboratoriach stomatologii zachowawczej z endodoncją Śląskiego Uniwersytetu Medycznego [DR5, DR6, DR9];
- rozpoznawania stanów emocjonalnych i aktywności w innych wybranych scenariuszach badawczych [DR14].

Z uwagi na wyjątkową sytuację spowodowaną pandemią COVID-19, część eksperymentów musiała zostać dostosowana do wymogów epidemiologicznych. Ta nietypowa sytuacja wpłynęła na stan psychiczny społeczeństwa, co zmusiło autora do ponownej oceny wcześniejszych celów. Algorytmy arbitralnej diagnozy stresu i depresji występujących w trakcie pandemii COVID-19 są dodatkowymi osiągnięciami zdefiniowanymi przez autora jako komputerowe wsparcie:

- identyfikacji i klasyfikacji stanów emocjonalnych oraz oceny poziomu stresu studentów stomatologii w kontekście wybuchu pandemii COVID-19 [DR7];

<sup>8</sup>Baza patentowa Rzeczypospolitej Polskiej to zbiór danych zawierający informacje o zgłoszonych i udzielonych patentach oraz wzorach użytkowych w Polsce, <https://uprp.gov.pl/pl/wyszukiwarki>, 10 lipca 2024.

<sup>9</sup>W ramach uprawnień prawa jazdy kategorii "B", zgodnych z wymaganiami Polskiego Ministerstwa Infrastruktury.

- analizy stanów i ocenie poziomu zaawansowania poznawczego w kontekście wybuchu pandemii COVID-19 [DR10, DR11, DR15].

Osiągnięcie to wynik trzech projektów inicjowanych i wykonywanych przez autora:

- "LEICAR"(numer grantu 01IS15048B) na Uniwersytecie w Siegen w latach 2017-2019 - wykonawca,
- "Zastosowanie nowoczesnych technologii informatyczno-matematycznych w celu analizy emocji podczas wykonywania różnych aktywności życiowych"(Uchwała Nr KNW/0022/KB1/79/18 z dnia 16.10.2018, Śląskiego Uniwersytetu Medycznego) - beneficjent,
- projekt habilitacyjny o numerze 07/040/RGH22/1015, wspierany grantem przyznany przez JM Rektora Politechniki Śląskiej - beneficjent.

Tabela 6: Powiązanie poszczególnych osiągnięć, zasobów i pozycji z cyklu zgodnie z art. 219 ust. 1, pkt. 2b, p.s.w.n. opublikowanej w Dzienniku Ustaw 2023.742 z 10 marca 2023.

Zasoby	Projekt "LEICAR"(numer grantu 01IS15048B)	Uchwała ŚUM, KNW/022/KB1/79/18	Projekt habilitacyjny nr 07/040/RGH22/1015
Komputerowe wspomaganie rozpoznawania pierwszo- i drugorzędnych aktywności osób prowadzących pojazdy mechaniczne w ramach uprawnień kategorii "B", zgodnych z wymaganiami Polskiego Ministerstwa Infrastruktury	[DR8], [DR13]	[DR1], [DR2], [DR8], [DR13]	[DR1], [DR2]
Komputerowe wspomaganie rozpoznawania zdarzeń drogowych zdefiniowanych przepisami i regulacjami Polskiego Ministerstwa Infrastruktury	[DR4]	[DR3], [DR4]	[DR3]
Komputerowe wspomaganie rozpoznawania stanów emocjonalnych w grupie studentów uczestniczących w laboratoriach stomatologii zachowawczej z endodoncją ŚUM	[DR9]	[DR5], [DR6], [DR9]	[DR5], [DR6]
Komputerowe wspomaganie rozpoznawania stanów emocjonalnych i aktywności w innych wybranych scenariuszach badawczych	[DR14]	[DR14]	
Komputerowe wspomaganie rozpoznawania i klasyfikacji stanów emocjonalnych oraz ocena poziomu stresu studentów stomatologii w kontekście wybuchu pandemii wirusa SARS-CoV-2	–	[DR7]	[DR7]
Komputerowe wspomaganie rozpoznawania stanów i ocena poziomu zaawansowania poznawczego w kontekście wybuchu pandemii wirusa SARS-CoV-2	–	[DR15]	[DR10], [DR11]

#### **Rozwiązanie problemu naukowego:**

Badania nad rozpoznawaniem aktywności i zachowań poznawczych człowieka rozwijały się wraz z postępem wiedzy i dostępnością narzędzi informatycznych. Autor początkowo stosował dostosowanie oraz połączenie istniejących algorytmów do rozwiązywania nowych problemów, a także dążył do wprowadzenia innowacyjnych metod analizy i klasyfikacji sygnałów. Ze względu na ograniczenia etyczne i prawne w dostępie do danych

medycznych, współpraca z jednostką medyczną stała się niezbędna, co potwierdza pozytywna opinia Komisji Bioetycznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego. Autor kontynuował badania, koncentrując się na komputerowym wspomaganie diagnostyki medycznej osób zdrowych oraz projektowaniu metod segmentacji i klasyfikacji danych medycznych. W eksperymentach związanych z rozpoznawaniem aktywności kierowców wzięło udział 67 ochotników posiadających lub ubiegających się o uprawnienia do prowadzenia pojazdów w ramach kategorii "B". Eksperymenty dotyczące rozpoznawania stanów emocjonalnych, w tym stresu, obejmowały udział 50 losowo wybranych studentów Śląskiego Uniwersytetu Medycznego oraz 360 studentów stomatologii. Prace badawcze autora obejmują implementacje opracowanych algorytmów w obszarze telemedycyny i eZdrowia, co znalazło zastosowanie w okresie pandemii COVID-19. Autor projektu habilitacyjnego zastosował różnorodne metody klasyfikacji oraz statystyczne testy w analizie zachowań i stanów emocjonalnych, co zaowocowało cyklem publikacji naukowych oraz zgłoszeniem jednego rozwiązania technicznego do Urzędu Patentowego w obszarze komputerowego wspomaganie rozpoznawania i klasyfikacji z użyciem:

- testów statystycznych, takich jak  $\chi^2$ , Mann–Whitney, Kruskal–Wallis [DR5, DR7], Dunn–Bonferroni, Friedman’s [DR6], Shapiro–Wilk test [DR9],
- metod uczenia maszynowego, m.in., random forest, bagging, SVM, K-nearest neighbor, kernel predictors [DR3],
- jednowymiarowych konwolucyjnych sieci neuronowych (1D CNN) oraz głębokich sieci neuronowych (DNN) w zadaniach nadzorowanego uczenia maszynowego [DR2, DR4, DR8],
- metod ręcznych i mieszanych [DR10, DR11, DR12, DR13, DR14, DR15].

### 3.2 Komputerowe wspomaganie diagnostyki zachowań poznawczych i aktywności człowieka

Postęp technologiczny, zwłaszcza w dziedzinie analizy danych, uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji, przyczynia się do rewolucji w diagnostyce zachowań i aktywności jednostek, umożliwiając bardziej precyzyjną ocenę stanu zdrowia oraz identyfikację anomalii. Badania prowadzone w dziedzinie inżynierii biomedycznej przyciągają coraz większe zainteresowanie, co potwierdzają publikacje naukowe, jak np. raport opublikowany przez Javaid et al., który podkreśla wykorzystanie zaawansowanych technik czwartej rewolucji przemysłowej w zastosowaniach medycznych na polu analizy danych w połączeniu z danymi z czujników, monitorów zdrowia i innych źródeł, dedykowanym szybkiej i obiektywnej ocenie stanu zdrowia oraz identyfikacji nieprawidłowości w tych diagnozowanych zachowaniach [1]. Ponadto, badania przeprowadzone przez Yang et al. wykazały, że nowoczesne algorytmy uczenia maszynowego mogą przewidywać pewne wzorce zachowań, co może mieć zastosowanie w profilaktyce i leczeniu chorób [2].

Podstawowym sprzętem badawczym dostarczającym dane w projekcie habilitacyjnym jest pakiet akademicki JINS MEME ES\_R przeznaczony do badań akademickich. Zastosowany zestaw przechwytyuje surowe dane z czujników elektrookulograficznych (EOG) i wskaźników 3-osiowych, dedykowanych żyroskopowi (GYRO) i akcelerometrowi (ACC), oferuje wgląd w stany poznawcze i powiązane z nimi ruchy gałek ocznych oraz głowy. Częstotliwość próbkowania standardowa dla JINS MEME ES\_R, w ramach pakietu akademickiego to 100 Hz. Transmisja danych dla bluetooth: 50 Hz lub 100 Hz. Rodzaje danych pozyskiwanych w trybie standardowym: dane EOG (200 Hz), dane z akcelerometru (100 Hz). Tryb pełny akwizycji danych EOG oraz dane z akcelerometru i żyroskopu (100 Hz).

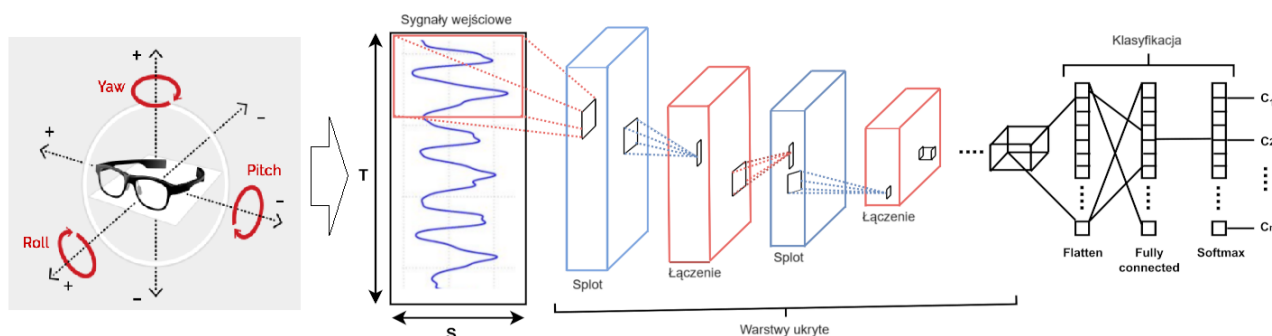
Dzięki JINS MEME ES\_R Academic Pack można z sukcesami opracowywać algorytmy wspomagające bezpieczeństwo na drogach [3], ludzką aktywność fizyczną [4], aktywności poznawcze [5], czy stany emocjonalne [6] i wiele innych zastosowań.

*Osiągnięcie, o którym mowa w Dz.U.2023.742, ust. 1 pkt. 2, rozdział 3 – "Stopień doktora habilitowanego" jest reprezentowane przez cykl publikacji, który wpisuje się w dwa obszary komputerowego wspomaganie interpretacji oraz monitorowania sygnałów multimodalnych, mający na celu wyodrębnienie wzorców wspierających diagnostykę kognitywno-behawioralną w badaniach grup studentów i pracowników wyższych uczelni oraz szkół nauki jazdy, a także zwiększenie efektywności tych procesów w przypadku analizy zaburzonych zachowań kierowców w celu poprawy bezpieczeństwa na drogach. Badanie stresu porównuje poziomy stresu u polskich i zagranicznych studentów stomatologii, jak również czynnych zawodowo lekarzy stomatologów wykorzystując dane fizjologiczne uzyskane dzięki technologii czujników noszonych (ang. wearable technologies). W badaniach nad zachowaniami kierowców zdefiniowano innowacyjne algorytmy oraz klasyfikatory, oparte na analizie sygnałów fizjologicznych i wykorzystujące zaawansowane modele sieci neuronowych.*

Przechodząc do analizy stresu, badanie własne to badania porównawcze poziomu stresu wśród polskich i tajwańskich studentów stomatologii [DR15]. Wykorzystując wcześniejsze doświadczenia i urządzenie JINS MEME

ES\_R oraz tzw. "inteligentne zegarki" (ang. smart wristwatch). W studium analizy stresu rejestrowano dane fizjologiczne towarzyszące podczas wykonywania zadań stomatologicznych. W celu zrozumienia statystycznych różnic poziomów stresu w różnych środowiskach kulturowych i językowych podjęto próbę implementacji arbitralnego systemu pomiaru stresu, który nie opierał się wyłącznie na opiniach i skalach w samych badaniach. Ponadto zbadano złożoną interakcję między postrzeganymi poziomami stresu a sygnałami fizjologicznymi, obejmującymi częstość akcji serca (HR), ruchy głowy (ACC i GYRO) i sygnały elektrookulograficzne (EOG). Urządzenia noszone na ciele stają się kluczowymi narzędziami w ocenie stresu, wykazując istotne zmiany przed i w trakcie zadań. Podobnie eksploracja stresu wśród studentów stomatologii i zawodowo czynnych stomatologów odkrywa się przez pryzmat urządzeń noszonych na ciele, z danymi EOG, HR, ACC i GYRO ujawniając wnioski prezentowane w następnych akapitach autoreferatu dla różnych grup studenckich i zawodowych. Wnioski razem podkreślają potencjał urządzeń noszonych na ciele w monitorowaniu stresu w realnych warunkach, zdolnych do przekształcenia praktycznych ćwiczeń i metod oceny oraz zapobiegania stresu [DR5, DR6, DR9, DR14].

Podczas badań nad zachowaniami kierowców i ich wpływem na bezpieczeństwo ruchu drogowego autor przedstawił w badaniach wiele aspektów. Na początek, wprowadzono nowatorski algorytm rozpoznawczy wykorzystujący sygnały fizjologiczne z okularów JINS MEME ES\_R, aby skutecznie klasyfikować powszechnie spotykane rodzaje dróg. Dane z rzeczywistych sytuacji jazdy od 30 uczestników zostały wykorzystane, a dokładnie wyodrębnione cechy statystyczne umożliwiły szkolenie klasyfikatora lasu decyzyjnego, losowego. To ręcznie kalibrowane podejście osiągnęło ogólną dokładność na poziomie 87,64%, precyzję na poziomie 86,30%, czułość (ang. recall) na poziomie 88,12% i wynik F1 na poziomie 87,08% na zestawie testowym, w sposób adekwatny rozpoznając ulice miejskie, autostrady, osiedla mieszkalne i obszary niezagospodarowane [DR3]. W międzyczasie, podejmując temat wzorców wypadków w analizie jazdy, przedstawiono innowacyjną strukturę dla automatycznego wykrywania wypadków samochodowych. Wykorzystując sensory wewnątrz pojazdu, dokładnie oceniono szereg metod ekstrakcji cech, prezentując obiecujące wyniki, szczególnie w przypadku cech wyodrębnionych przez CNN wspólnie z klasyfikatorem SVM. Przechodząc do obszaru zachowań kierowcy, badanie to wprowadza klasyfikator podstawowych działań w prowadzeniu, wykorzystując jednowymiarowe konwolucyjne sieci neuronowe, w połączeniu z sygnałami EOG [DR1, DR2, DR4, DR8, DR13]. Proponowana architektura modelu CNN wraz z schematem implementowanym została przedstawiona na Rysunku 1. Wyniki prezentują imponujące dokładności biorąc pod uwagę złożoność procesu prowadzenia samochodu, czy nieuchwytność stanów emocjonalnych i podkreślając potencjał zaawansowanego rozpoznawania zachowań poznawczych.



Rysunek 1: Architektura konwolucyjnej sieci neuronowej do klasyfikacji danych szeregów czasowych. T reprezentuje okno czasowe, S reprezentuje liczbę kanałów czujnika, c reprezentuje klasę, a n reprezentuje liczbę klas.

Proces przetwarzania sygnału biomedycznego wraz z proponowaną implementacją 1D CNN stanowi istotny obszar badań. Autor dokonuje oceny wydajności najbardziej zaawansowanego modelu w zdefiniowanych zadaniach klasyfikacji, gdzie etykiety lub klasy są skategoryzowane w sposób dyskretny. Kategoryczna utrata entropii, wykorzystywana w tej ocenie, mierzy różnicę między rzeczywistymi etykietami a przewidywanymi etykietami poprzez obliczenie entropii krzyżowej.

Entropia krzyżowa jest miarą różnicy między dwoma rozkładami prawdopodobieństwa, gdzie w przypadku klasyfikacji, rzeczywiste etykiety stanowią jeden rozkład, a przewidywane etykiety - drugi. Im niższa wartość entropii krzyżowej, tym lepiej model radzi sobie z przewidywaniem etykiet. Wzór na kategoryczną utratę entropii krzyżowej zazwyczaj przyjmuje następującą postać:

$$J(\Theta) = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M y_{ij} \log(\hat{y}_{ij}), \quad (1)$$

gdzie:

$N$  to liczba próbek w zbiorze danych,

$M$  to liczba klas,

$y_{ij}$  to rzeczywista wartość próbki  $i$  i klasy  $j$ ,  
 $\hat{y}$  to przewidywalna wartość próbki  $i$  i klasy  $j$ ,  
 $\Theta$  oznacza parametry modelu.

Pomimo tych znaczących postępów, istnieje potrzeba dalszych badań nad doskonaleniem algorytmów i metod analizy danych w celu osiągnięcia jeszcze większej dokładności i wszechstronności w diagnostyce zachowań i aktywności człowieka zwiększając liczbę eksperymentów i rozpatrywanych scenariuszy, budując swoisty cyfrowy ślad ludzkich zachowań i aktywności poznawczych.

### 3.2.1 Osiągnięcia związane z rozpoznawaniem ludzkich wzorców zachowań behawioralnych i kognitywnych

Rozpoznawanie wzorców za pomocą uczenia maszynowego to proces, w którym maszyny uczą się rozpoznawania charakterystycznych wzorców lub zależności w danych, korzystając z różnorodnych metod i algorytmów uczenia maszynowego. Dzięki temu komputery automatycznie wykrywają i klasyfikują wzorce w danych.

Kluczowym elementem projektu jest wykorzystanie pakietu akademickiego JINS MEME ES\_R, który dostarcza surowe dane z czujników EOG i wskaźników 3-osiowych. Dzięki jego częstotliwości próbkowania i możliwości przechwytywania danych z różnych czujników, możliwa jest analiza stanów poznawczych, ruchów oczu oraz innych parametrów fizjologicznych. To pozwala na opracowywanie algorytmów wspierających bezpieczeństwo na drogach, monitorowanie aktywności fizycznej, analizę stanów emocjonalnych i inne zastosowania.

Publikacje naukowe wynikające z tego osiągnięcia habilitacyjnego skupiają się na interpretacji danych pozyskanych za pomocą JINS MEME ES\_R oraz innych urządzeń noszonych na ciele, aby wyodrębnić wzorce zachowań i aktywności człowieka. Badania te mają na celu wspieranie diagnostyki kognitywno-behawioralnej wśród grup studentów oraz zwiększenie bezpieczeństwa na drogach poprzez analizę zachowań kierowców.

W obszarze analizy stresu badania koncentrują się na porównaniu poziomu stresu w różnych grupach studentów stomatologii oraz na opracowaniu arbitralnego systemu pomiaru stresu, wykorzystując urządzenia noszone na ciele oraz dane fizjologiczne. Celem tych badań jest zrozumienie różnic w poziomach stresu w różnych środowiskach językowych oraz opracowanie arbitralnych i praktycznych metod oceny stresu w rzeczywistych warunkach.

*Autor przyczynił się do rozwoju dziedziny inżynierii biomedycznej poprzez stworzenie arbitralnej skali stresu opartej na sygnałach biomedycznych, takich jak EOG i puls, służących do monitorowania stanu fizjologicznego i psychicznego w reakcji na wyzwania lub sytuacje wymagające dostosowania się lub przystosowania.*

*Kolejnym wkładem było wykorzystanie sygnałów multimodalnych i algorytmów sztucznej inteligencji do rozpoznawania wzorców związanych z aktywnościami poznawczymi człowieka oraz ich wykorzystanie w predykcji i diagnostyce zdarzeń. Autor skupił się również na opracowaniu innowacyjnych algorytmów rozpoznawczych, analizując anomalie związane z bezpieczeństwem jazdy.*

*Budowa bazy danych cyfrowego śladu zachowań ludzkich stanowiła główne osiągnięcie, umożliwiające precyzyjne monitorowanie aspektów mentalnego zdrowia człowieka, takich jak radzenie sobie ze stresem czy funkcjonowanie poznawcze. Zasoby te zostały udostępnione poprzez inicjatywę IEEE DataPort nie tylko społeczności inżynierii biomedycznej, wspierając rozwój i weryfikację algorytmów autora w przyszłości.*

W kolejnym segmencie autoreferatu zostaną omówione publikacje oraz obszary naukowe wspierające maszynowe rozpoznawanie zachowań behawioralno-kognitywnych, przedstawiając także narzędzia i opracowane modele, które obrazują postęp wiedzy wobec rosnących wyzwań w trakcie kolejnych projektów badawczych.

### 3.2.2 Metody klastrowe i statystyczne w określaniu stanów stresowych i ograniczonej percepcji człowieka

W przypadku artykułu [DR5], przeprowadzono analizę statystyczną za pomocą oprogramowania Statistica w wersji 9.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Ze względu na istotne różnice między studentami reprezentującymi kolejne lata nauki oraz płcią, zastosowano nieparametryczny test niezależności  $\chi^2$ . Do oceny istotności różnic w skalach między płciami dla kolejnych lat nauki wykorzystano test Manna-Whitneya. Różnice płciowe między kolejnymi latami nauki oceniono za pomocą testu Kruskala-Wallisa. Analizę statystyczną wsparto testami post hoc w dwóch wariantach: testem Dunna (testem Dunna-Bonferroniego) oraz testem Conovera. Poziom istotności statystycznej  $p$  ustalono na poziomie 0,05. Ostatnim krokiem była implementacja wyodrębnionych progów stresu w formie ankiety elektronicznej.

W kolejnym badaniu problem skalowania stresu jako wskaźnika elektrycznej aktywności gałki ocznej na reakcję psychiczną lub emocjonalną zmianę stanowi istotne zagadnienie w współczesnym społeczeństwie [DR6]. Oprócz kwestionariuszy, poziom stresu można ocenić poprzez monitorowanie sygnałów fizjologicznych, takich



jak fotopletyzogram (PPG), elektroencefalogram (EEG), elektrokardiogram (EKG), aktywność elektrodermalna (EDA), wyrazy twarzy oraz ruchy głowy i ciała. W badaniu starano się zidentyfikować związek między postrzeganym poziomem stresu a sygnałami fizjologicznymi, takimi jak częstość akcji serca (HR), ruchy głowy oraz sygnały elektrookulograficzne (EOG). Poziom postrzeganego stresu określono za pomocą samoopiniujących kwestionariuszy, w których uczestnicy oceniali swój poziom stresu przed, w trakcie i po wykonywaniu zadania. Częstość akcji serca mierzono za pomocą pulsoksymetru na palec, natomiast ruchy głowy (przyspieszenie liniowe i prędkość kątowna) oraz sygnały elektrookulograficzne rejestrowano za pomocą okularów JINS MEME ES\_R (producent: JINS Holdings, Inc., Tokio, Japonia). Zaobserwowano istotne różnice między postrzeganym poziomem stresu, częstością akcji serca, mocą przyspieszenia liniowego, prędkością kątowną oraz sygnałami EOG przed wykonaniem zadania oraz w trakcie jego wykonywania. Jednak, z wyjątkiem HR, te sygnały słabo korelowały z postrzeganym poziomem stresu uzyskanym podczas zadania. Postrzegany poziom stresu między trzema próbkami (przed, w trakcie i po zadaniu) został wyrażony w skali porządkowej (0-6), dlatego wykorzystano test Friedmana opisany w [7, 8, 9], aby ocenić różnice między analizowanymi fazami eksperymentu.

W trzech analizowanych fazach mierzona jest częstość akcji serca, wyrażana w skali przedziałowej. W tym badaniu dokonano oceny normalności rozkładu całej próbki za pomocą testu Shapiro-Wilka, zgodnie z definicją zawartą w pracy [10]. Następnie, przeprowadzono test sferyczności, opisany przez Mauchly'ego [11], w celu sprawdzenia symetrii składu danych, na zakończenie zastosowano test Friedmana. Statystyczną istotność różnic między analizowanymi fazami oszacowano przy użyciu testów post-hoc Conovera i Dunn-Bonferroni, które są powszechnie stosowane po przeprowadzeniu testu Friedmana. Do analizy sygnałów EOG, przyspieszenia liniowego i prędkości kątowej zastosowano test  $\chi^2$ . Związek między zmierzonymi wartościami częstości akcji serca, sygnałem EOG, sygnałami ruchu głowy a zgłoszonym poziomem postrzeganego stresu został oceniony poprzez korelację rangową Spearmana, uwzględniając zastosowanie skali porządkowej [12]. Poziom istotności statystycznej  $\alpha$  ustalono na poziomie 0,05. Podobnie jak w przypadku [DR5] ostatnim krokiem była implementacja wyodrębnionych progów stresu w formie ankiety elektronicznej, stanowiska akwizycji sygnałów i interpretatora wyników.

Pandemia COVID-19, ogłoszona w 2020 roku, zakłóciła realizację projektu habilitacyjnego autora, jednocześnie otwierając nowe obszary badawcze ze względu na swoją unikalność. W badaniu przeprowadzonym wśród studentów stomatologii na Śląskim Uniwersytecie Medycznym w Katowicach oceniano poziom stresu w związku z wybuchem pandemii COVID-19 [DR7]. Wyniki wykazały, że 67,7% studentów zgłosiło wysoki poziom stresu, a starsze studentki doświadczały go bardziej niż młodsze. Wiek średni uczestników wynosił 23 lata. Badanie było dostępne online, a wskaźnik odpowiedzi wyniósł 0,8. Badanie obejmowało 164 spośród 225 studentów stomatologii. Badania przeprowadzono wśród studentów między 10 a 24 kwietnia 2020 roku, podczas pandemii COVID-19 ogłoszonej w Polsce i globalnie. Link do autorskiego kwestionariusza został umieszczony na stronie internetowej uczelni i przesłany e-mailem do studentów. Dla odniesienia została użyta skala PSS-10 Cohena, która powszechnie stosowana jest do pomiaru poziomu stresu [13]. Metoda ta, została zaproponowana jako metoda samooceny i narzędzie przesiewowe do identyfikacji osób wymagających wsparcia psychologicznego lub medycznego [14]. Artykuł zaleca intensywniejszą opiekę psychologiczną na uczelniach jako strategię pierwszej pomocy w przypadku katastrof naturalnych lub epidemii.

Wykorzystując doświadczenia nabyte w projektach związanych z uniwersytetem medycznym. Przeprowadzono badania dotyczące zachowań kierowców pod wpływem spożycia alkoholu, który może negatywnie wpływać na ich zdolności poznawcze, reakcję, koordynację oraz zdolność podejmowania decyzji, zwiększając ryzyko wypadków drogowych. Istotne jest więc opracowanie niezawodnych metod detekcji i oceny poziomu upojenia alkoholowego [DR14]. Jednym z podejść jest elektrookulografia (EOG), technika mierzenia i monitorowania zakresu ruchów gałek ocznych, która została skorelowana z poziomem upojenia alkoholowego i może być użyteczna w jego oszacowaniu. W ostatnich latach algorytmy uczenia maszynowego wykorzystywane są do analizy sygnałów EOG w celu oceny stanów fizjologicznych i zachowań. Dane uzyskane z okularów JINS MEME ES\_R zawierały dane z trzech kanałów akcelerometru o częstotliwości próbkowania 100 Hz oraz czterech kanałów EOG o częstotliwości 200 Hz. W niniejszym badaniu wykorzystano jedynie sygnały EOG. Przed ekstrakcją cech, każdy sygnał został znormalizowany i poddany filtracji medianowej trzeciego rzędu. Następnie sygnały zostały podzielone na okna po 200 próbek (1 s) z krokiem 50 próbek. W każdym oknie obliczono szereg cech, takich jak amplituda, skośność, kurtoza, wariancja,  $\mu$  (średnia) i  $\sigma$  (odchylenie standardowe) rozkładu normalnego dopasowanego do danych [15]. Otrzymano macierz cech o wymiarach 22679x24, która została następnie podzielona na zbiory treningowy (70%), walidacyjny (20%) i testowy (10%), wykorzystane do stworzenia klasyfikatora. W celu wyboru odpowiedniego klasyfikatora, skorzystano z narzędzia wbudowanego w środowisko MATLAB, które po pierwszych testach wykazało, że najlepsze wyniki osiąga się przy użyciu drzew decyzyjnych. Następnie w oparciu o biblioteki języka programowania przeprowadzono proces optymalizacji bayesowskiej w celu wyboru najlepszych hiperparametrów, co zaowocowało wyborem klasyfikatora opartego na drzewach decyzyjnych z adaptacyjnym wzmocnieniem, 443 zbiorami uczącymi i 2073 rozgałęzieniami.

Ponieważ celem badania było sprawdzenie wykonalności wykorzystania analizy EOG i uczenia maszynowego do oszacowania poziomu upojenia alkoholowego w symulowanym scenariuszu jazdy. Sygnały EOG mierzono za pomocą okularów JINS MEME ES\_R, a poziom upojenia symulowano za pomocą okularów imitujących stan po

spożyciu alkoholu. Wykorzystano tradycyjne techniki przetwarzania sygnałów i inżynierię doboru cech. W celu klasyfikacji zastosowano wzmacniane drzewa decyzyjne, osiągając dokładność przewidywania ponad 94% dla czterech klas. Wyniki sugerują, że analiza EOG i uczenie maszynowe mogą być skutecznymi narzędziami do dokładnego oszacowania poziomu upojenia alkoholowego w symulowanym scenariuszu jazdy. Badanie przeprowadzono na dziewięciu zdrowych uczestnikach, w tym siedmiu mężczyznach i dwóch kobietach w wieku od 20 do 25 lat, którzy wyrazili zgodę na udział.

Ostatecznym i kluczowym wnioskiem z badań nad stresem i zaburzeniami percepcji było sprawdzenie w praktyce, czy grupy zawodowe, takie jak stomatolodzy, doświadczają istotnych poziomów stresu już od czasów studenckich w szkołach stomatologicznych [DR9]. Stres związany z nauką stomatologii może mieć negatywny wpływ na życie osobiste i zawodowe lekarzy dentystów, szczególnie pod względem jakości ich pracy klinicznej [16, 17, 18, 19, 20]. Stres wynikający z czynników zewnętrznych, zarówno fizycznych, jak i psychicznych, może wpłynąć na dobrostan fizyczny i psychiczny jednostki, a także obniżyć wydajność pracy oraz wpłynąć na dokładność decyzji diagnostycznych i terapeutycznych [16, 18].

Na podstawie wyżej opisanych doświadczeń zdecydowano się na stworzenie obiektywnej skali oceny poziomów stresu u studentów na różnych etapach edukacji oraz u praktykujących lekarzy dentystów. W badaniu uczestniczyło trzydziestu studentów stomatologii, po dziesięciu z każdego roku studiów: trzeciego (junior), czwartego (mid-senior) i piątego (senior). Zostali oni losowo podzieleni na dwie grupy, z których jedna była poddawana stresorom, podczas gdy druga grupa nie. Do zbierania danych użyto okularów JINS MEME ES\_R oraz smartwatchy Garmin Vivoactive 3, które rejestrowały elektrookulografię (EOG), tętno (HR), oraz dane z akcelerometru (ACC) i żyroskopu (GYRO). Badani wykonywali ćwiczenia stomatologiczne na fantomowym zębie. Tętno bardziej doświadczonych studentów wyższych roczników było niższe niż tętno studentów trzeciego roku. Sygnały EOG, ACC i GYRO wykazały wiele różnic w pomiarze amplitudy i częstotliwości epizodów. Wyniki pilotażowe pokazują, że elektroniczne narzędzia, takie jak małosilnikowe okulary z oprogramowaniem i czujnikami, mogą być użyteczne w monitorowaniu poziomu stresu u studentów stomatologii w warunkach przedklinicznych.

### 3.2.3 Modele rzeczywistych aktywności ludzkich oparte o nadzorowane uczenie maszynowe

Interesującym wyzwaniem było stworzenie modelu zdolnego do identyfikowania aktywności kierowców podczas podróży. Prowadzenie pojazdu stało się nieodłącznym elementem naszej codzienności, również w obecnych czasach pierwszych pojazdów autonomicznych. Badania nad bezpieczeństwem na drogach nabierają coraz większego znaczenia. W publikacji [DR3] proponowany jest algorytm rozpoznawania oparty na sygnałach fizjologicznych, gromadzonych za pomocą okularów JINS MEME ES\_R (elektrookulografia, przyspieszenie i prędkość kątowna), mający na celu klasyfikację czterech typów dróg: droga miejska, autostrada, osiedle mieszkaniowe i obszar niezagospodarowany. Dane od 30 kierowców zostały zebrane w rzeczywistych warunkach jazdy. Z sygnałów fizjologicznych zostały wyodrębnione ręcznie opracowane cechy statystyczne, które posłużyły do treningu i oceny klasyfikatora lasu losowego. Podczas testowania różnych zestawów hiperparametrów wybrano zestaw o najmniejszym błędzie klasyfikacji. Testowane hiperparametry obejmowały:

- Preset: określa typ klasyfikatora do użycia, dostępne typy to drzewa wzmacniane, drzewa baggingowe, dyskryminacja w podprzestrzeni, KNN w podprzestrzeni i drzewa RUSBoost.
- Metoda łączenia: metoda łączenia słabych uczących się w model wysokiej jakości, dla każdego presetu dostępny był inny wybór metod łączenia.
- Liczba uczących się: parametr określający liczbę słabych uczących się do użycia w łączeniu.
- Współczynnik uczenia: reguluje prędkość procesu uczenia, mniejszy współczynnik uczenia pomaga uniknąć nadmiernego dopasowania modelu.
- Maksymalna liczba podziałów: parametr kontrolujący głębokość drzew uczących się (czyli "punkty rozgałęzienia").

Najskuteczniejszym modelem był model RUSBoosted Trees [21], w którym każdy słabo uczący się algorytm (np. drzewo decyzyjne) jest uczony na losowym podzbiórze całego zestawu treningowego, który jest następnie próbkowany pod względem dominującej klasy. Wagi są inicjowane zgodnie z rozkładem jednostajnym dla pierwszej iteracji, a następnie iteracyjnie aktualizowane na podstawie straty z poprzedniej iteracji. Ostatecznie optymalne hiperparametry modelu były następujące:

- Preset: Drzewa RUSBoosted Trees.
- Metoda łączenia: AdaBoost.
- Typ uczenia: drzewo decyzyjne.

- Maksymalna liczba podziałów: 2078.
- Liczba cykli uczących: 451.
- Współczynnik uczenia: 0,81048.

Uzyskano ogólną dokładność, precyzję, czułość i wynik F1 wynoszący odpowiednio 87,64%, 86,30%, 88,12% i 87,08% na zestawie testowym. Ostatecznie krzywą ROC (ang. receiver operator characteristic) wykorzystano jako narzędzie do oceny skuteczności klasyfikatora. Jest to narzędzie umożliwiające wspólną ocenę czułości i specyficzności; innymi słowy, przedstawia ono zależność między odsetkiem prawdziwie pozytywnych a fałszywie pozytywnych wyników [22, 23]. W modelu wieloklasowym można narysować N krzywych AUC (ang. area under the curve) i ROC dla N klas, stosując metodologię jeden przeciwko wszystkim. Dla progu klasy 1, minimalizującego lub maksymalizującego nakładanie się rozkładów, AUC wynosiło około 0,9, co oznaczało 90% szans na poprawne rozróżnienie klasy pozytywnej od negatywnej [24]. Porównując uzyskane wyniki z podobnymi pracami dotyczącymi oceny senności lub gniewu kierowców za pomocą ROC-AUC, wyniki AUC dla modeli wyniosły odpowiednio 0,904, 0,863 i 0,805 dla klasyfikacji równoważącej AUC i krzywej ROC dla senności [25], oraz 0,7914–0,8635 oraz 0,7914–0,8635 dla oceny gniewu kierowcy [26].

### 3.3 Modele ludzkich aktywności poznawczych oparte na głębokich sieciach neuronowych

Postęp w dziedzinie metod uczenia maszynowego w ostatnich latach stworzył nowe perspektywy analizy danych. Konwolucyjne sieci neuronowe (ang. convolutional neural networks, CNN) ogólnie, stanowią rozwinięcie koncepcji sztucznych sieci neuronowych (ang. artificial neural networks, ANN), które są gałęzią algorytmów uczenia maszynowego. Struktura sztucznych sieci neuronowych obejmuje warstwy, gdzie każdy neuron jest połączony z innymi, posiadając wagę połączeń oraz próg pobudzenia, który, gdy zostaje przekroczony, powoduje aktywację neuronu do przekazywania informacji do kolejnej warstwy sieci. Sieć składa się z warstw: wejściowej, wyjściowej oraz warstw ukrytych między nimi. Działanie sieci jest zadaniowe, a podczas procesu uczenia modyfikowane są wagi połączeń, przy minimalizacji funkcji kosztu, w celu rozwiązania postawionego problemu (np. klasyfikacji). W ciągu lat powstało wiele modeli sieci oraz odpowiednich algorytmów uczenia. W modelach z uczeniem nadzorowanym, sieć uczy się na podstawie wzorców danych wejściowych, które są później wykorzystywane do analizy nowych przypadków. Najprostsze modele sieci składają się z jednej lub kilku warstw. W przypadku sieci z większą liczbą warstw, mówimy o sieciach głębokich (ang. deep neural networks, DNN), których nauka wymaga dużej liczby przykładów uczących. W dziedzinie analizy obrazów szczególną wagę mają sieci spłotowe (CNN), które składają się z wielu warstw detektorów cech.

#### 3.3.1 Monitorowanie i modelowanie rzeczywistej jazdy kierowcy samochodem z wykorzystaniem 1D CNN

Prowadzenie pojazdu to jedna z aktywności poznawczych, charakteryzująca się kompleksowością, obejmująca ruchy całego ciała. Istnieje wiele badań mających na celu poprawę bezpieczeństwa na drodze, w tym analizę zachowań kierowców, na przykład podczas oceny ograniczeń lub predyspozycji do prowadzenia pojazdów. Te badania obejmują rejestrowanie i analizę wielu sygnałów, takich jak elektroencefalografia (EEG), elektrookulografia (EOG) oraz obrazy twarzy kierowcy. Analiza ruchów oczu może dostarczyć istotnych informacji na temat przyczyn i przebiegu aktywności. Jednakże większość ruchów oczu jest nieświadoma i pozostaje poza kontrolą świadomego działania. W badaniach próbowano opracować klasyfikator scenariuszy związanych z prowadzeniem pojazdu na podstawie danych zebranych w rzeczywistych warunkach ruchu drogowego za pomocą okularów JINS MEME ES\_R [DR8]. Ocena działań kierowców wykorzystywała zarówno elektrookulografię (EOG), jak i podejście oparte na głębokim uczeniu. Dane pozyskano za pomocą okularów JINS MEME ES\_R, wyposażonych w elektrody EOG 3-punktowe, akcelerometr 3-osiowy i żyroskop 3-osiowy. Dane sensorów były gromadzone od 20 kierowców (dziesięciu doświadczonych i dziesięciu uczących się) podczas podróży tą samą trasą o długości 28,7 km w realnych warunkach drogowych na południu Polski. Podczas jazdy kierowcy wykonali kilka zadań, które były nagrywane za pomocą okularów i flagowane. Do rozpoznawania czterech działań (parkowanie, jazda przez rondo, ruch miejski i jazda przez skrzyżowanie) wykorzystano jednowymiarową konwolucyjną sieć neuronową (1D CNN). Wydobyty sygnał EOG był następnie przetwarzany w celu wykrywania ruchów gałki ocznej związanych z wykonywaniem w/w działań przez prowadzącego pojazd. Najlepszy model oparty na 1D CNN osiągnął dokładność na poziomie 95,6% na zbiorze walidacyjnym i 99,8% na zbiorze treningowym. Wyniki te potwierdzają, że model oparty na 1D CNN jest skuteczny w klasyfikacji działań wykonywanych przez kierowców.

### 3.3.2 Monitorowanie i modelowanie symulowanej jazdy kierowcy samochodem z wykorzystaniem 1D CNN

W celu zachowania bezpieczeństwa innych uczestników ruchu drogowego, niektóre sytuacje i scenariusze nie mogą być praktykowane podczas rzeczywistej jazdy, dlatego modelowanie tych tzw. czynności drugorzędnych (niezwiązanych bezpośrednio z prowadzeniem pojazdu) zazwyczaj odbywa się za pomocą symulatorów jazdy. Aby prowadzić pojazd w sposób bezpieczny, kierowca musi być świadomy otoczenia, zwracać uwagę na ruch drogowy i być gotowy do dostosowania się do zmieniających się okoliczności. Większość badań nad bezpieczeństwem jazdy koncentruje się na wykrywaniu nieprawidłowości w zachowaniu kierowcy oraz monitorowaniu jego zdolności poznawczych [27, 18]. W ramach tego badania zaproponowano klasyfikator podstawowych aktywności podczas prowadzenia pojazdu, oparty na podobnym podejściu, które można zastosować do rozpoznawania podstawowych aktywności w codziennym życiu, wykorzystując sygnały EOG oraz 1D CNN [DR2]. Klasyfikator osiągnął dokładność na poziomie 80% dla 16 podstawowych i wtórnych aktywności. Skuteczność związana z aktywnościami podczas jazdy, takimi jak skręcanie, parkowanie, poruszanie się przez rondo i inne, wynosiła odpowiednio 97,9%, 96,8%, 97,4% i 99,5%. Wynik F1 dla działań wtórnych podczas prowadzenia (0,99) był wyższy niż dla podstawowych aktywności kierowcy (0,93–0,94). Ponadto, ten sam algorytm pozwolił na rozróżnienie czterech aktywności związanych z codziennym życiem (jedzenie, picie, pochylanie się, sięganie po coś), które stają się wtórnymi podczas prowadzenia pojazdu.

Zadania związane bezpośrednio z prowadzeniem pojazdu są uważane za podstawowe aktywności kierowcy, podczas gdy pozostałe są traktowane jako wtórne. Wykrywanie nieprawidłowości w zachowaniu kierowcy w celu zapobieżenia wypadkom, przy użyciu spersonalizowanych wskaźników stylu jazdy poprzez rozpoznawanie twarzy lub technologie sensorów spersonalizowanych, umożliwia monitorowanie prawidłowych zachowań kognitywnych i bezpiecznych zachowań kierowcy. Aby zgłębić dalsze problemy badawcze, następnym celem było zidentyfikowanie warunków drogowych z pomocą monitorowanego w czasie przejazdu sygnału EOG oraz sprawdzenie czy podróżujący kierowcy poprawiają swoje umiejętności, na przykład związane z parkowaniem pojazdu. Ponieważ okulary JINS MEME ES\_R to urządzenie składające się z trzypunktowej elektrookulografii (EOG) i jednostki pomiarowej inercyjnej (IMU) z żyroskopem i akcelerometrem pozyskano dziesięć kanałów: liniowe i kątowe przyspieszenie w osiach X, Y i Z, oraz cztery kanały EOG: potencjały elektryczne na elektrodach po prawej (EOG\_R) i lewej (EOG\_L), oraz różnicę pionową (EOG\_V) i poziomą (EOG\_H) między nimi. Warunki drogowe zostały rozpoznane na podstawie elektrookulogramów pozyskiwanych od kierowców noszących okulary JINS MEME ES\_R.

Najwyższa precyzja, czułość i wynik F1 zostały zaobserwowane dla aktywności spożywania napojów (1,00 dla każdej miary), podczas gdy najniższe wyniki zaobserwowano dla równoległego parkowania po lewej stronie (precyzja 0,44, czułość 0,4 i wynik F1 0,42). Najwięcej błędnych klasyfikacji miało miejsce w grupie aktywności wzajemnie podobnych, takich jak parkowanie po lewej i parkowanie po prawej stronie. Binarna klasyfikacja między aktywnościami wtórnymi a podstawowymi osiągnęła dokładność na poziomie 99,5%. W niniejszym badaniu wykorzystano rozpoznawanie podstawowych i wtórnych aktywności kierowcy oparte na przetwarzaniu sygnałów EOG przy użyciu konwolucyjnej sieci neuronowej, co zaowocowało doskonałą wydajnością rozpoznawczą, ale istnieją pewne ograniczenia. Pierwszym z nich było uzyskanie sygnałów EOG w symulowanym eksperymencie na temat prowadzenia pojazdów. Chociaż wyniki eksperymentów pokazały, że stan skrętu lub parkowania został skutecznie wywołany i zweryfikowano skuteczność schematu eksperymentalnego, nie można go porównać z trudnościami prowadzenia w prawdziwym ruchu drogowym. Drugim ograniczeniem było ograniczenie liczby segmentów danych eksperymentalnych. Taki układ może być stosowany w przyszłych badaniach, które nie narażają ochotników na niebezpieczeństwo rzeczywistego ruchu drogowego. Modele klasyfikacji były szkolone na krótkich próbkach sygnałów. Trzecim ograniczeniem było stosowanie tylko jednej szerokości okna czasowego (5,6 s) do obliczania cech EOG, bez pełnego zbadania wpływu innych podziałów okien czasowych na wyniki klasyfikacji. Model uczenia maszynowego oparty na CNN został użyty do klasyfikacji dziewięciu podstawowych i czterech wtórnych aktywności kierowcy na podstawie danych z czujników fizjologicznych JINS MEME ES\_R. Zaproponowany system osiągnął imponującą ogólną dokładność na poziomie 97% ( $\pm 2$ ) i średni wynik F1 na poziomie 95% ( $\pm 2$ ) w rozpoznawaniu tych aktywności. Ponadto model ma potencjał do zapobiegania wypadkom drogowym informując o niewłaściwym zachowaniu kierowcy, nie wymagając implementacji drogiego sprzętu bezpieczeństwa a jedynie instalacji aplikacji w urządzeniach mobilnych. Aby zweryfikować podejście, przyszłe badania będą obejmować pozyskiwanie dodatkowych danych z prawdziwych warunków ruchu drogowego. Taki sposób użycia może być korzystny dla kierowców, zwłaszcza osób starszych lub osób z niepełnosprawnością.

### 3.3.3 Detekcja symulowanych wypadków i zdarzeń z wykorzystaniem głębokiego uczenia

Analiza wypadków drogowych i identyfikacja ich wzorców stanowią istotny obszar badań w dziedzinie analizy jazdy. Zastosowania związane z bezpieczeństwem środowiskowym oraz zarządzaniem flotą pojazdów coraz częściej korzystają z badań nad wykrywaniem wypadków w celu minimalizowania ryzyka dla kierowców i pojazdów. W poprzednich badaniach literaturowych zaproponowano różne rozwiązania do automatycznego wykrywania

wypadków, bazujące na danych dotyczących ruchu lub zastosowaniu zewnętrznych czujników nanoszonych na człowieka. Jednakże dostęp do danych w rzeczywistym ruchu drogowym może być ograniczony, a zewnętrzne czujniki mogą być trudne do skonfigurowania i niestabilne w zależności od warunków użytkowania a nawet zabronione. Ponadto ograniczona dostępność danych dotyczących wykrywania i przebiegu wypadków drogowych wpływała znacząco na rodzaje podejść stosowanych dotychczas. Pozostawiając obszar uczenia maszynowego wykorzystywany w wykrywaniu anomalii drogowych stosunkowo niezbadany. W związku z tym proponowany jest algorytm uczenia maszynowego do automatycznego wykrywania wypadków drogowych oparty na wielosensorycznych czujnikach montowanych w pojazdach [DR4]. Praca ta stanowi unikalne i innowacyjne badanie wykrywania wypadków drogowych w praktyce, wykorzystujące metody ekstrakcji cech za pomocą podstawowych czujników w pojazdach. W sumie przetestowano pięć różnych podejść do ekstrakcji cech, w tym techniki oparte na inżynierii doboru cech sygnałów multimodalnych (ang. feature engineering) oraz uczeniu się nadzorowanym, wykorzystując uczenie głębokie na danych dotyczących wypadków w naturalistycznym badaniu prowadzenia w ramach Strategic Highway Research Program 2 (SHRP2).

Główne wnioski z tego badania są następujące: (1) Cechy CNN z klasyfikatorem SVM osiągają bardzo obiecujące wyniki, przewyższając wszystkie inne testowane podejścia. (2) Podejścia oparte na inżynierii cech i uczeniu się nadzorowanym wykazywały różne cechy o najlepszej wydajności. Eksperyment z fuzją wskazuje, że te dwa zestawy cech można efektywnie połączyć. (3) Ekstrakcja cech bez nadzoru osiągnęła znakomite wyniki wydajności. Zaproponowano algorytm do wykrywania wypadków z wykorzystaniem najbardziej podstawowych czujników w pojazdach w zestawie danych naturalistycznych dotyczących wypadków w ramach programu badawczego Strategic Highway Research Program 2 (SHRP2), wykorzystując uczenie maszynowe. Metody ekstrakcji cech najnowszego typu, w tym tradycyjna ręczna ekstrakcja cech oraz uczenie nadzorowane, zostały połączone z dwoma klasyfikatorami. Cechy CNN z klasyfikatorem SVM przewyższały wszystkie inne testowane podejścia, osiągając dokładność na poziomie 85,72%, ważoną wartość F1 na poziomie 84,9% oraz średnią wartość F1 na poziomie 79,10%. Ten wynik jest bardzo obiecujący, biorąc pod uwagę, że dane użyte w tym badaniu opierają się na naturalistycznych wypadkach, a bardzo niewiele próbek to poważne wypadki, rozpoznawalne tylko za pomocą czterech podstawowych czujników w pojazdach. Ponadto badania nad interpretowalnością wykazały, że podejście ręcznego wyliczania cech oraz opartego na DNN wydobywały swoje optymalne cechy z różnych kanałów czujników i mogły dlatego skutecznie być łączone ze względu na ich uzupełniający charakter.

### 3.4 Wspomaganie rozpoznawania zachowań behawioralno-kognitywnych za pomocą metod mieszanych i ręcznie konfigurowanych

Zaangażowanie autora wniosku w rozwój systemów komputerowego rozpoznawania wzorców behawioralno-kognitywnych (KRWBK) w znacznym stopniu dotyczy problematyki analizy zachowań i aktywności kierowców oraz próby opracowania autorskiej skali pomiaru stresu, opartej na identyfikacji i powiązaniu ruchów gałki ocznej zarejestrowanych za pomocą urządzenia JINS MEME ES\_R.

Jak wspomniano we wstępie, realizacja projektu habilitacyjnego została zakłócona przez wprowadzenie przepisów epidemiologicznych na terenie całego kraju. W okresie od 2019 do 2021 roku kontynuacja badań zgodnie z pierwotnymi założeniami wymagałaby naruszenia ograniczeń. Niemniej jednak ten szczególny okres umożliwił przeprowadzenie innych badań, które również dotyczyły wspomaganie rozpoznawania zachowań behawioralno-kognitywnych. Algorytmy dedykowane tym zagadnieniom, zaproponowane przez autora, stanowią jego zdaniem wartościowe uzupełnienie. Opis tych metod został opublikowany w artykułach i monografiach indeksowanych w bazach WoS oraz SCOPUS [DR10, DR11, DR12, DR15].

#### 3.4.1 Algorytmy uczenia maszynowego i elementów zbiorów rozmytych dedykowane ocenie umiejętności czytania ze zrozumieniem

Sygnały elektrookulograficzne (EOG) znalazły zastosowanie w analizie umiejętności czytania ze zrozumieniem [DR10]. W tym badaniu sygnały EOG były rejestrowane przy pomocy okularów JINS MEME ES\_R, wyposażonych w akcelerometr 3-osiowy, żyroskop 3-osiowy oraz trzy suche elektrody EOG wykonane z stali nierdzewnej [28]. Okulary te były wyposażone w moduł Bluetooth, umożliwiającą bezprzewodową komunikację z komputerem lub urządzeniem mobilnym. Aby nawiązać połączenie między komputerem a okularami za pomocą Bluetooth, konieczne było podłączenie modułu Bluetooth przez USB oraz skorzystanie z aplikacji ES\_R Development Kit. Częstotliwość próbkowania sygnału EOG wynosiła 100 Hz.

W ramach badania opracowano aplikację do pomiaru prędkości czytania i oceny zrozumienia tekstu przy użyciu okularów, które mogą wizualizować proces czytania, śledząc ruchy oczu za pomocą EOG. Algorytm detekcji opierał się na wstępnej obróbce sygnału oraz rozmytej klasteryzacji, zwłaszcza rozmytym c-means. Do projektowania algorytmów przetwarzania sygnałów użyto oprogramowania MATLAB, a interfejs graficzny został zaimplementowany w .NET Windows Presentation Foundation (WPF) z uwagi na konieczność integracji z okularami.

Metoda detekcji okazała się wysoce efektywna i precyzyjnie określała czasową pozycję ruchów sakkadowych oka, nawet przy niskim stosunku sygnału do szumu. Przedstawiona metoda może być potencjalnie użyteczna w systemach przetwarzania sygnałów EOG do oceny ostrości wzroku. Jednakże jakość zarejestrowanego sygnału EOG była uzależniona od mrugania i wrażliwa na brak kontaktu skóry z elektrodami, co determinowało wizualizację czytania. W badaniu stwierdzono, że animacja czytania tekstu była wiarygodna w 7 z 9 przypadków (77%). Z uwagi na ograniczoną liczbę uczestników badania, należy traktować je jako badanie pilotażowe. Niemniej jednak opracowana aplikacja działa poprawnie, o ile sygnał EOG nie zawierał artefaktów z czynników zakłócających.

Analiza ruchu oczu ma istotne zastosowanie zarówno w praktyce klinicznej, jak i badaniach naukowych. Aplikacja z animacją do śledzenia tekstu i oceny zrozumienia może być przydatna w badaniach nad poziomem świadomości podczas procesu nauki nowych treści. Wykorzystany klasyfikator osiągnął dokładność na poziomie około 92%, co pozwala na zastosowanie aplikacji w bardziej złożonych przypadkach klinicznych, związanych z rehabilitacją po częściowej utracie wzroku lub upośledzeniem wzroku.

### 3.4.2 Metody segmentacji zmian obrazów przy pomocy uczenia maszynowego dedykowanym diagnostyce BVRT

Badania nad funkcjonowaniem pamięci wzrokowej odgrywają istotną rolę w procesach nauki czytania, pisania, pisania na klawiaturze lub rysowania. Dysfunkcje pamięci wzrokowej można identyfikować za pomocą testów, takich jak test Bentona (ang. Benton Visual Retention Test, BVRT), który polega na prezentowaniu dziesięciu wzorów przez dziesięć sekund każdy i prośbieniu badanego o ich odtworzenie. Celem badania było zautomatyzowanie testu Bentona poprzez opracowanie aplikacji komputerowej [DR11].

Automatyzacja oceny ręcznie rysowanych kształtów geometrycznych (trójkąty, koła, prostokąty) została osiągnięta za pomocą technik uczenia maszynowego i przetwarzania obrazu, w tym sieci ResNet50, która została wytrenowana do rozpoznawania trójkątów, kół, prostokątów i innych kształtów, wypełniania kształtu oraz określania rodzaju trójkąta. Proponowany algorytm udowodnił swoją skuteczność, szczególnie w przypadku osób mających ograniczoną zdolność rysowania kształtów i został włączony do aplikacji komputerowej, która może być używana w badaniach percepcji wzrokowej i pamięci wzrokowej.

Badanie przeprowadzono na grupie 9 mieszkańców domu opieki w Borowej Wsi, dzielnicy Mikołowa (Polska), którzy posiadali umiejętność czytania, pisania i rysowania. Osoby te zostały podzielone na trzy kategorie ze względu na stopień niepełnosprawności: lekki (A), umiarkowany (B) i ciężki (C). Stopień niepełnosprawności każdej osoby został określony przez placówkę opieki podstawowej po ich przyjęciu do domu opieki.

Proces rozpoznawania kształtów obejmował przetwarzanie wstępne oraz wykorzystanie sieci DNN (ang. Deep Neural Network) wytrenowanej na 40 przykładach trójkątów, prostokątów, kół i innych kształtów pomalowanych na czerwono. Każdy kształt geometryczny był reprezentowany przez 10 przykładów. Sieć DNN została zaimplementowana w języku C# i korzystała z TensorFlow do przeprowadzenia transfer learning, wykorzystując sieć ResNet50 [29]. Wynik klasyfikacji został przedstawiony w postaci opisu kształtu ("p" dla prostokąta, "t" dla trójkąta, "o" dla koła i "i" dla innego kształtu).

Wyniki testu BVRT zostały ocenione na podstawie opisu opublikowanego przez [30]. Dla każdej kategorii, liczba poprawnie rozpoznanych obrotów, zniekształceń, zmian rozmiaru, pominięć, trójkątów, kół i prostokątów wynosiła 10 na 10 ocenianych kształtów geometrycznych. Liczba poprawnie rozpoznanych błędnych obrotów wynosiła 6, co wynikało z nieprawidłowego kodowania ręcznie rysowanych trójkątów. W czterech przypadkach klasyfikacja trójkątów była nieprawidłowa ze względu na nieprawidłowe rozpoznanie poprawnego obrotu.

### 3.4.3 Ręcznie kalibrowane metody segmentacji zmian sygnału EOG dedykowane rozpoznawaniu aktywności kierowców podczas rzeczywistych przejazdów

Analizowanie ludzkich aktywności fizycznych stanowi istotną dziedzinę, która, jak można stwierdzić, ma już ustalone kategorie aktywności [31, 32, 33]. Szczególnie dobrze opisane są te, które dotyczą podstawowych potrzeb życiowych: oddychania, jedzenia, spania, chodzenia [34, 31, 35] i tak dalej. Poza sygnałami życiowymi, każda osoba może być określona przez swoje zdolności poznawcze. Poznanie, procesy umysłowe obejmujące zrozumienie, świadomość, percepcję, wiedzę, intuicję i osąd, jest ważnym aspektem dla kierowców [33]. W oparciu o tę konwencję, postanowiono zbadać aktywności towarzyszące zadaniu prowadzenia samochodu [DR12].

Klasyfikacja aktywności i scenariuszy oparta była na wyznaczeniu Najlepiej Dopasowanej Sekwencji (ang. best fit sequence, BFS) z cech pochodzących z danych uzyskanych za pomocą okularów JINS MEME ES\_R. Metoda ta opiera się na podejściu z książką kodową opisanym w pracach [36, 37, 33]. Omawiana automatyczna metoda klasyfikacji składa się z kilku kroków, w trakcie których dane wejściowe modelu są segmentowane, a następnie grupowane są najczęściej statystycznie istotne elementy aktywności kierowcy. Przed właściwymi etapami analizy sygnałów występuje faza zakłóceń sygnału i detekcji sekwencji amplitud sygnałów, gdzie detektor kroczący osiąga maksymalną liczbę powtórzeń. Klasyfikacja działań i scenariuszy opiera się na wyznaczaniu



Najlepszych Sekwencji Dopasowania z sekwencji oznaczonych aktywności widocznych w danych. Najlepsza Sekwencja Dopasowania (BFS) reprezentuje najczęstszą sekwencję sygnałów związanych z oznaczonymi aktywnościami. Następnie oznaczone aktywności są podzielone na określone interwały czasowe i wynikają z serii podsekwencji przesuniętych w czasie. Słownik Najlepszej Sekwencji Dopasowania (ang. Best Fit Sequence Dictionary - BFS-D) jest konstruowany z zestawu BFS jako część fazy szkoleniowej. Pierwszym etapem w tworzeniu BFS-D jest znalezienie najbardziej odpowiednich BFS, gdzie długość każdej BFS odpowiada długości zestawów danych podsekwencji z zestawu treningowego klasyfikatora, co pasuje do określonej szerokości okna czasowego 'w'. Użyto dwóch różnych metod przesuwania okna czasowego: przesunięcie i nakładanie. Kolejnym krokiem klasyfikacji było grupowanie wszystkich wyodrębnionych podsekwencji w N różnych klastrów. Po zgrupowaniu, każdy środek klastra stał się BFS, a następnie każda podsekwencja została przypisana do najbardziej podobnego BFS w danej sekwencji. Następnie wyodrębniono histogram reprezentujący częstość każdej BFS. Po utworzeniu BFS-D, użyto połowy oznakowanego zestawu danych do szkolenia klasyfikatora aktywności związanych z jazdą, opartego na sekwencyjnych, wielowymiarowych danych z czujników odpowiadających pomiarom trzech wielkości (akcelerometr o trzech osiach, żyroskop o trzech osiach i czterokanałowe EOG). Wyniki nie były jednak obiecujące — maksymalna dokładność wynosiła 62% przed uśrednieniem wyników dwukrotnej walidacji krzyżowej. Dlatego w kolejnym eksperymencie użyto tylko 4 klasy aktywności związanych z prowadzeniem samochodu, do których przypisano zebrane dane, co pozwoliło osiągnąć znacznie lepsze wyniki, przy najlepszej średniej wartości prawdopodobieństwa z dwóch prób wynoszącej 85%.

Wyniki eksperymentów wskazują, że podejście BFS-D może być skutecznie wykorzystane do diagnozowania aktywności związanych z prowadzeniem samochodu. Dodatkowo, test oparty na entropii BFS okazał się użytecznym narzędziem analitycznym do pozyskiwania informacji o charakterystyce okna czasowego dla danej klasy aktywności. Te wyniki mogą być pomocne w budowie bazy wiedzy na temat aktywności poznawczych związanych z prowadzeniem pojazdów, gdzie brakuje wystarczającej liczby badań nad charakterystyką poszczególnych klas aktywności poznawczych w tej dziedzinie.

#### **3.4.4 Ręcznie kalibrowane metody segmentacji zmian sygnału EOG dedykowane rozpoznawaniu stresu wśród grupy studentów stomatologii**

Ocena poziomu stresu wśród studentów pierwszego roku stomatologii na podstawie czynników społeczno-demograficznych i płci, porównanie polskich i tajwańskich studentów [DR15]. Celem pracy było zbadanie postrzeganych poziomów i źródeł stresu u polskich studentów stomatologii pierwszego roku, zarówno kobiet, jak i mężczyzn, studiujących w Polsce, a następnie porównanie tych wyników z tajwańskimi studentami stomatologii pierwszego roku, którzy uczą się w języku angielskim, nie będącym ich językiem ojczystym. W ramach badania wykorzystano urządzenie JINS MEME ES\_R, wyposażone w elektrookulografię trójpunktową (EOG) oraz sześciosiową jednostkę pomiaru inercji (IMU) (trzyosiowy akcelerometr i trzyosiowy żyroskop). Do pomiaru tętna użyto zegarka GPS Smartwatch Garmin Vivoactive 3 [17, 18, 19]. Urządzenie to wyposażone jest w czujnik umożliwiający pomiar aktualnego tętna wyrażonego w uderzeniach na minutę (bpm), który jest prezentowany na zegarku w postaci wykresu.

Jak wcześniej wspomniano stres zawodowy zaczyna się już na studiach stomatologicznych [DR9]. Ten stres może negatywnie wpływać na życie osobiste i zawodowe - zwłaszcza jeśli chodzi o jakość pracy klinicznej. Wyniki zgłoszone przez [38] pokazują, że wykwalifikowani dentyści mieli niższy poziom stresu w porównaniu ze studentami i ogólnymi dentystami, co jest zgodne z innymi badaniami [39, 40, 41]. Gdy stres utrzymuje się, studenci mogą mieć trudności z kontynuowaniem pracy, a także mogą napotykać problemy w interakcjach z pacjentami [42, 43]. Można również oczekiwać, że studenci z innych krajów, którzy muszą radzić sobie w obcym środowisku i dodatkowo są narażeni na stres związany z konfrontacją społeczno-kulturową, mogą być mniej odporni na stres w kontakcie z pacjentem, na przykład z powodu bariery językowej. Podczas eksperymentów oceniano występowanie mrugania oczu (jego prędkość i siłę), ruchy pionowe i poziome oka oraz ruch głowy (rotacja w płaszczyźnie wokół osi X, Y i Z) [31].

Badanie przeprowadzono na dwudziestu studentach trzeciego roku Wydziału Stomatologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, którzy zostali podzieleni na cztery grupy: Polskie Studentki Stomatologii (PFJS), Polscy Studenci Stomatologii (PMJS), Tajwańskie Studentki Stomatologii (TFJS) i Tajwańscy Studenci Stomatologii (TMJS). Studenci tajwańscy zostali uwzględnieni w celu zbadania wpływu komunikacji w języku angielskim jako dodatkowego czynnika stresującego. Wszyscy uczestnicy eksperymentu otrzymali szczegółowe informacje na temat zadania do wykonania, obejmującego uzupełnienie testu wiedzy stomatologicznej składającego się z 5 pytań z pięcioma deskryptorami, analizę modelu 3D oraz wyjaśnienie dotyczące limitu czasowego na przygotowanie.

Polscy studenci z grup PFJS i PMJS otrzymali instrukcje w ich języku ojczystym, a sam test był również w języku polskim. Natomiast test przygotowany dla studentów tajwańskich (grupy: TFJS i TMJS) był w języku angielskim. Wszyscy uczestnicy eksperymentu podczas wykonywania testu i procedury przygotowywania ubytku zostali wyposażeni w zestaw urządzeń monitorujących (okulary i zegarek) w celu kontrolowania parametrów życiowych definiujących intensywność stresu. Średni czas wykonania testu w grupie PFJS wyniósł 2 minuty

i 11 sekund, przy czym osiągnięte wyniki obejmowały dwie dobre oceny, jedną zadowalającą i dwie niezdane. W grupie PMJS uzyskano wyniki: dwie niezdane próby, jedną ocenę zadowalającą i dwie dobre oceny, przy średnim czasie wykonania testu wynoszącym 2 minuty i 13 sekund. W przypadku grupy TFJS średni czas wykonania wyniósł 2 minuty, przy czym studenci uzyskali dwie dobre oceny, dwie zadowalające i jeden student nie zdał. W grupie TMJS uzyskano cztery dobre oceny i jedną zadowalającą, przy średnim czasie wykonania testu wynoszącym 2 minuty i 25 sekund.

Analiza tętna nie wykazała istotnych statystycznie różnic między grupami. Jednakże zaobserwowano wyższą częstość akcji serca u kobiet w porównaniu do mężczyzn, gdy wykonywali te same zadania. Tętno było mierzone zarówno przed rozpoczęciem procedury (modelowanie zęba lub napisanie testu), jak i po jej zakończeniu. Dane z elektrokulografii, opisujące ruch gałek ocznych w osi poziomej (prawy-lewy) i pionowej (góra-dół), wykazały wyższe amplitudy sygnałów u kobiet, zarówno polskich, jak i tajwańskich, w porównaniu do mężczyzn.

Analiza statystyczna wykazała, że średnia arytmetyczna jest najczęstszą wartością w rozkładzie normalnym, choć może nie być obserwowana w zestawie danych. Natomiast mediana jest preferowanym miernikiem tendencji centralnej w sytuacji stresu. Sugeruje to, że średnia wartość może nie być najlepszym sposobem na dokładne odzwierciedlenie różnic w amplitudzie sygnału. W przypadku analizy różnic między płciami i różnymi okolicznościami przeprowadzania testu, przedział ufności dla różnicy między dwiema miarami określa zakres wartości, w którym może wystąpić różnica między średnimi dwóch populacji.

### 3.5 Monitorowanie i rozpoznawanie wzorców zachowań ludzkich jako część telemedycyny spersonalizowanej

Istotnym uzupełnieniem projektowanych systemów Komputerowego Rozpoznawania Wzorców Behawioralno Kognitywnych (KRWBK) jest artykuł podsumowujący siedmioletni okres istnienia konferencji "Telemedycyna i eZdrowie" (2014–2021). Pomimo że nie odnosi się on bezpośrednio do komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, zdaniem autora podnosi bardzo istotny aspekt związany z tematyką medycyny spersonalizowanej. Badania, których efekty były prezentowane na kolejnych corocznych konferencjach, pozwoliły śledzić i wykazać wpływ wystąpień konferencyjnych na ich naukową dojrzałość, wyrażoną w publikacjach bezpośrednio z nimi związanych. Narracja przeglądu odnosiła się do wybranych osiągnięć telemedycyny i eZdrowia w Polsce i ukazywała całe zjawisko w kontekście rozwoju telekomunikacji.

Zwrócono także uwagę na technologiczne i historyczne aspekty środowiskowe wyzwań telemedycyny. Ten przegląd odnosił się także do obecnych wyzwań, polityki i rozwiązań w krajach, gdzie innowacje w dziedzinie rozwoju telemedycyny są szeroko wprowadzane. Okres pandemii niewątpliwie zwiększył i przyspieszył zainteresowanie i wykorzystanie telemedycyny jako bezpiecznej i skutecznej ścieżki dostarczania usług zdrowotnych, a KRWBK może okazać się istotnym narzędziem wstępnej diagnostyki chorób [44].

### 3.6 Repozytoria sygnałów i rozwiązanie techniczne problemu

Zbiór danych obejmuje nagrania sygnałów uzyskanych od kierowców pojazdów (samochodów), w tym dziesięciu doświadczonych kierowców i dziesięciu uczących się prowadzić pojazd, którzy przejechali tą samą trasę o długości 28,7 km w województwie śląskim, na południu Polski. Doświadczeni kierowcy wykonywali te zadania w swoich własnych samochodach, podczas gdy uczący się kierowcy wykonywali zadania pod nadzorem instruktora jazdy w specjalnie oznakowanych pojazdach (z tabliczką "L"). Zadania obejmowały jazdę po autostradzie, ruch miejski w Bytomiu, Radzionkowie, Piekary Śląskie, Tarnowskie Góry, jazdę po obszarach mieszkalnych, jazdę na rondzie, parkowanie oraz jazdę przez skrzyżowanie. Repozytorium zatytułowano "Drivers' activity tracking with Jins meme smart glasses" [DR17].

Drugi zestaw danych to "Acoustic signals from the knee", który zawiera sygnały akustyczne pozyskanych z powierzchni kolana od 14 uczestników i jest dostępny na [DR18].

*W kontekście rozwiązania problemu technicznego, objętego prawami autorskimi i patentowymi, autor informuje, że w okresie od listopada 2014 do grudnia 2016 zajmował stanowisko Kierownika Projektu w ramach projektu POIG.01.04.OO-24-275/13. Głównym celem tego projektu było opracowanie innowacyjnego stanowiska sprzedaży detalicznej oraz kasy rejestrującej. Całkowity koszt projektu wyniósł 1 772 363,60 złotych. Realizacja zakresu merytorycznego i finansowego projektu została zakończona do końca czerwca 2015 roku, natomiast wdrożenie części praktycznej do końca grudnia 2017 roku. Prace rozwojowe obejmowały zgłoszenia patentowe i wzory przemysłowe, mianowicie: patent: FLASH FILE SYSTEM, patent: MODUŁ KASOWY, numer prawa wyłącznego: Pat.228389. Wzory przemysłowe otrzymały oznaczenia od 002877787-0001 do 0004 (Załącznik nr 7, str. 2).*

### 3.7 Podsumowanie

W niniejszym autoreferacie przedstawiono osiągnięcia naukowe autora wniosku w zakresie badań i projektowania zaawansowanych metod analizy sygnałów EOG i multimodalnych do zastosowań w systemach Komputerowego Wspomagania Rozpoznawania Aktywności Kognitywno-Behawioralnych (KWRAKB). Zestawiono i opisano treść publikacji stanowiących jednotematyczny cykl badań i osiągnięć autora, wśród których należy wymienić:

- opracowanie nowatorskiej metody segmentacji sygnałów służących do budowania modeli dla słowników cech charakterystycznych BSF związanych z rozpoznawaniem fizycznych aktywności kierowców [DR12];
- opracowanie nowatorskiej i jednocześnie pierwszej w oparciu o głębokie sieci neuronowe metody klasyfikacji aktywności kierowców podczas pierwszorzędnych i drugorzędnych czynności związanych z prowadzeniem samochodu, zaimplementowanej i zweryfikowanej za pomocą autorskiej architektury sieci 1D CNN [DR2, DR8];
- zaimplementowanie komputerowego wspomaganie rozpoznawania pierwszo- i drugorzędnych aktywności osób prowadzących pojazdy mechaniczne w ramach uprawnień kategorii "B" zgodnych z wymaganiami Polskiego Ministerstwa Infrastruktury [DR1, DR2, DR8, DR13];
- opracowanie nowatorskiej i jednocześnie pierwszej w oparciu o komputerowe wspomaganie metody rozpoznawania zdarzeń drogowych zdefiniowanych przepisami i regulacjami Polskiego Ministerstwa Infrastruktury [DR3, DR4];
- opracowanie nowatorskiej i jednocześnie pierwszej arbitralnie wyznaczanej na podstawie składowych sygnału EOG metody wspomaganie rozpoznawania stanów emocjonalnych w grupie studentów uczestniczących w laboratoriach stomatologii zachowawczej z endodoncją ŚUM [DR5, DR6, DR9];
- zaproponowanie autorskiej metody pomiarowej i częściowej realizacji koncepcji rozpoznawania stanów odurzenia alkoholowego w innych wybranych scenariuszach związanych z prowadzeniem samochodu [DR14];
- opracowanie koncepcyjne i wykonawcze autorskich stanowisk do akwizycji danych multimodalnych dedykowanych rozpoznawaniu wzorców kognitywno-behawioralnych [DR1, DR2, DR3, DR6, DR7, DR8, DR9, DR12, DR13];
- opracowanie koncepcyjne wykorzystania sygnałów EOG do rozpoznawania umiejętności czytania ze zrozumieniem [DR10];
- opracowanie koncepcyjne i implementacyjne protokołów pomiarowych i realizacyjnych do wspomnianych stanowisk archiwizacji i pozyskiwania danych [DR1, DR2, DR3, DR6, DR7, DR8, DR9, DR12, DR13, DR14, DR15].

W ramach realizowanych eksperymentów, zgodnych z uchwałą Nr KNW/0022/KB1/79/18 z dnia 16 października 2018 Komisji Bioetycznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, ogółem poddano badaniu 374 ochotników. W kontekście eksperymentów dotyczących identyfikacji aktywności kierowców, udział wzięło 67 ochotników w wieku od 19 do 70 lat, posiadających lub aspirujących do uzyskania uprawnień kierowania pojazdami w ramach kategorii "B", zgodnie z obwieszczeniem Dz.U.2017 poz.978. Natomiast w ramach eksperymentów związanych z identyfikacją stanów emocjonalnych, w tym stresu, udział wzięło 50 losowo wybranych studentów Śląskiego Uniwersytetu Medycznego. Ponadto, zaproszono do wzięcia udziału w badaniu ankietowym ogółem 360 studentów stomatologii na Wydziale Nauk Medycznych Śląskiego Uniwersytetu Medycznego (Zabrze, Polska), reprezentujących III, IV i V rok na podstawie programu studiów. Przeprowadzenie badania miało miejsce w okresie od 7 do 31 stycznia 2020 roku, a w sumie zakończyło je 257 uczestników.

W Tabeli 7 przedstawiono porównanie metod odwzorowywania z dziesięciu zgłoszonych artykułów z podziałem na jakość precyzji odwzorowania wzorca. Wartości "Wysoka" i "Zależy od danych" są ogólnymi oznaczeniami i mogą być dostosowane na podstawie konkretnych wyników i kontekstu danego badania. Precyzja odwzorowania wzorca może być mierzona przy użyciu różnych metryk oceny jakości modelu, takich jak dokładność, krzywa ROC, czy współczynnik F1, w zależności od specyfiki problemu i danych.

W Tabeli 8 znajduje się podsumowanie aktywności i osiągnięć autora zgodnie z art. 219 ust. 1, pkt. 2a, b, c p.s.w.n., również tych spoza cyklu, szczegółowo omówione w pozostałych rozdziałach autoreferatu.

Tabela 7: Podsumowanie narzędzi statystycznych i skuteczności metod klasyfikacji.

Publikacja	Wykorzystane narzędzia	Precyzja odwzorowania wzorca (dokładność)
[DR1]	Klasyfikator mieszany (bagged trees), uczenie nadzorowane	Wysoka, zależy od danych (79%)
[DR2]	Jednowymiarowa konwolucyjna sieć neuronowa, uczenie nadzorowane	Wysoka (97%)
[DR3]	Klasyfikator mieszany (boosted trees), uczenie nadzorowane	Wysoka (88%)
[DR4]	Klasyfikator mieszany (konwolucyjna sieć neuronowa, SVM)	Wysoka (86%)
[DR5]	Analiza z wykorzystaniem testów statystycznych danych	-
[DR6]	Analiza z wykorzystaniem testów statystycznych danych	-
[DR7]	Analiza z wykorzystaniem testów statystycznych danych	-
[DR8]	Jednowymiarowa konwolucyjna sieć neuronowa	Wysoka (96%)
[DR9]	Analiza z wykorzystaniem testów statystycznych danych	-

Tabela 8: Podsumowanie aktywności i osiągnięć autora art. 219 ust. 1, pkt. 2a, b, c p.s.w.n., również tych spoza cyklu, szczegółowo omówione w pozostałych rozdziałach autoreferatu.

<b>I Informacja o osiągnięciach naukowych, o których mowa w art.219 ust. 1. pkt. 2 Ustawy (cykl)</b>			
Aktywność autora wniosku	Przed dok-toratem	Po dokto-racie	Razem
Publikacje z bazy WoS zgłoszone w ramach cyklu habilitacyjnego (pierwszy lub korespondencyjny autor)	-	8 (7)	8 (7)
Rozdziały w monografiach zgłoszone w ramach cyklu habilitacyjnego	-	7	7
Repozytoria danych	-	2	2
Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych	-	1	1
Cytowania (WoS CS GS)	2 - -	78 110 230	80 110 230
Cytowania bez autocytowań (WoS SC GS)	2 - -	58 - -	60 - -
<b>II Informacja o aktywności naukowej (poza cyklem)</b>			
Publikacje indeksowane w bazie WoS	1	9	10
Repozytoria danych	-	1	1
Monografie i pozostałe	-	25	25
Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych	1	5	6
Współpraca w konferencjach naukowych (zagraniczne)	7 (4)	32 (7)	39 (11)
Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych konferencji	-	11	11
Członkostwo w międzynarodowych organizacjach (zagraniczne)	2 (0)	4 (1)	4 (1)
Liczba odbytych staży w zagranicznych instytucjach naukowych	-	2	2
Liczba recenzowanych pracy naukowych (czasopisma konferencje)	-	14 9	14 9
Aktywność naukowa w jednostkach naukowych (zagraniczne)	1 (0)	15 (12)	16 (12)
<b>III Informacja o aktywności dydaktyczno-popularyzatorskiej (poza cyklem)</b>			
Informacja o promowanych doktoratach (zagraniczne)	-	5 (3)	5 (3)
Promotorstwo prac dyplomowych magisterskich (zagraniczne)	-	4 (1)	4 (1)
Promotorstwo projektów inżynierskich i licencjackich	-	16	16
Prowadzenie zajęć dydaktycznych PŚ UE	-	12 7	12 7
Publikacje naukowe w ramach opieki nad studentami (zagranicznymi)	-	13 (2)	13 (2)
Działalność popularyzatorsko-mentorska	-	5	5
Nagrody i wyróżnienia	-	8	8
Szkolenia i certyfikaty	24	31	55
<b>IV Informacja o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym (poza cyklem)</b>			
Wdrożenia ramach dorobku technologicznego (projekty wdrożenia patenty)	- - -	2 4 2	2 4 2
Współpracujące instytucje z sektora gospodarczego i samorządowego (zagraniczne)	-	7(3)	7(3)

## 4 Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Autor, wypełniając wymagania art. 219 pkt 3 p.s.w.n., wskazuje, że stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Przedstawia, chronologicznie od najnowszych, 12 jednostek zagranicznych w tym 8 uniwersytetów i 4 towarzystwa zagraniczne, wraz z opisem aktywności autora w tych ośrodkach. Następnie wykaz uzupełnia o 4 krajowe ośrodki i towarzystwa również z opisem, okresem pobytu i aktywnościami w nich podejmowanych.

### 4.1 Zagraniczne ośrodki naukowe i towarzystwa

1. Universität zu Lübeck Niemcy – w lutym – lipiec 2024, sześciomiesięczny pobyt w ramach grantu habilitacyjnego autor brał udział w projektach "KI-Med-Ökosystem". Celem projektu, finansowanego przez kraj związkowy Szlezwik-Holsztyn, jest znaczne przyspieszenie rozwoju pierwotnie utworzonego ekosystemu sztucznej inteligencji w systemie opieki zdrowotnej na Uniwersytecie w Lubece, poprzez, z jednej strony, dalszy rozwój istniejących podejść, a z drugiej strony promowanie nowych działań, zwłaszcza w zakresie uzupełniania niezbędnej infrastruktury komputerowej, aktywnego zaangażowania klinik w projekty innowacji aplikacyjnych lub produktowych, we współpracy z firmami oraz obsługi inicjatyw start-upowych. Załącznik nr 9, str. 4 – współpraca trwa nadal.
2. Fraunhofer IMTE, Niemcy – w lutym – lipiec 2024, sześciomiesięczny pobyt w ramach grantu habilitacyjnego autor brał udział w projektach instytutu w zakresie uzupełniania i testowania niezbędnej infrastruktury komputerowej, aktywnego zaangażowania klinik i szpitali w projekty innowacji aplikacyjnych lub produktowych, we współpracy z firmami oraz obsługi inicjatyw start-upowych.
3. Université du Québec en Outaouais, Kanada. W ramach pracy naukowej habilitant w roku 2019 na zaproszenie prof. Stéphane Gagnon, przez dwa tygodnie pobytu brał udział w projektach i wykładach związanych z zarządzaniem rynkiem zdrowia prowadzonych przez Department of Administrative Sciences. Merytorycznie współpraca związana z wykorzystywaniem ontologii w systemach diagnostycznych zaowocowała między innymi projektem "Implementation of an application that supports diagnosis of major cardiovascular disease". Załącznik nr 9, str. 3 - współpraca trwa nadal.
4. Academy for Information Technology (ITE), Halmstad University, Halmstad, Sweden. W ramach pracy naukowej autor w roku 2019 na zaproszenie prof. Stéphane Gagnon udzielał wsparcia jego doktorantowi Abidowi Ali Fareedi, w zagadnieniach związanych z zarządzaniem europejskim i krajowym rynkiem zdrowia.
5. Concordia University, Consciousness Research Foundation Kanada, współpraca z prof. Raul Valverde, podczas pobytu w Kanadzie w 2019 zakończona wspólną publikacją [DR7] i trwa nadal.
6. Technische Universität München, Niemcy współpraca z prof. Subhamoy Mandal i prof. Nassir Navab, rozpoczęła się podczas realizacji wspólnego tematu pracy "Deformable registration for AR assisted surgery", której wymiernym rezultatem jest wspólna publikacja [DR27] opisaną w punkcie 5.2 - od 2020.
7. Universidade de Porto, Portugalia, w ramach projektu europejskiego V.I.B.E: Virtual Biomedical and STEM/STEAM Education - ERASMUS +, którego celem jest stworzenie systemu edukacyjnego, wspierającego wdrażanie umiejętności STEM (Science, Technology, Engineering and Math) równolegle z edukacją biomedyczną w oparciu o platformy VR i AR. Rezultatami są publikacje i udział w certyfikowanych warsztatach zorganizowanych w ramach konferencji od 01.11.2021 do 31.10.2024.
8. University of Pecs, Węgry w ramach projektu europejskiego V.I.B.E: Virtual Biomedical and STEM/STEAM Education - ERASMUS + jest stworzenie systemu edukacyjnego, który wspiera wdrażanie umiejętności STEM (Science, Technology, Engineering and Math) równolegle z edukacją biomedyczną w oparciu o platformy VR i AR. Rezultatami są publikacje i udział w certyfikowanych warsztatach zorganizowanych w ramach konferencji od 01.11.2021 do 31.10.2024. Załącznik nr 9, str. 48.
9. International Society for Telemedicine & eHealth - ISfTeH, Szwajcaria - współpraca stowarzyszeniowa w ramach działalności Polskiego Stowarzyszenia Telemedycyny i eZdrowia, efektem jest coroczna organizacja międzynarodowej konferencji Telemedycyna i eZdrowie z udziałem zaproszonych gości z zagranicy. Załącznik nr 9, str. 53 - współpraca trwa nadal.



10. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: Piscataway, NJ, US – współpraca uhonorowana certyfikatem uznania aktywnego uczestnika program mentorskiego dla studentów inżynierii biomedycznej w Kenii i Peru – grudzień 2020 – grudzień 2021.
11. The International Institute for Applied Knowledge Management FL, US, - współpraca związana z przygotowaniem wydarzenia związanego z Knowledge Management Conference w 2015.
12. Universität Siegen, Niemcy – dwuletni staż naukowy (2017-2019), wykonawca w ramach projektu nastąpiło wskazanie źródła funduszy w publikacji: German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) (grant numer: 01IS15048B). Współpraca kontynuowana, była jeszcze po zakończeniu stażu. W ramach pracy naukowej autor brał udział w projektach: "LEICAR": Lernbasierte multimodale Interpretation von Sensordaten zur Ereigniserkennung in Carsharing-Flotten. Podczas tego stażu naukowego, inicjował działania badawcze w obszarze klasyfikacji kontekstu automatycznego prowadzenia pojazdów przy użyciu sensorów zintegrowanych w okularach. Ta działalność badawcza była zgodna z projektem LEICAR (Learn-based Multimodal Interpretation of Sensor Data for Event Recognition in Carsharing), finansowanym przez Niemiecki Federalny Ministerstwo Edukacji i Badań Naukowych, prowadzonym w Siegen wspólnie przez Grupę Badawczą ds. Rozpoznawania Wzorców oraz Grupę Badawczą ds. Informatyki Medycznej i Projektowania Mikrosystemów. Dzięki dostępowi do infrastruktury i wiedzy Grupy Badawczej ds. Rozpoznawania Wzorców i Informatyki Medycznej, powstały publikacje autora w czasopiśmie naukowych [DR1, DR2, DR3, DR4, DR8, DR13] oraz zaprezentowanie na 41 Międzynarodowej Konferencji Inżynierii w Medycynie i Biologii, która odbyła się w Berlinie od 23 do 27 lipca 2019 roku i została ogłoszona przez IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. W ramach konferencji autor przedstawił referat pt. "Rozpoznawanie podstawowych scenariuszy jazdy". Potwierdzenie referencjami w/w aktywności w/w Załączniku 9 str. 8 – 9 – współpraca trwa nadal.

## 4.2 Krajowe ośrodki i towarzystwa

1. Śląski Uniwersytet Medyczny - współpraca w ramach przeprowadzenia eksperymentów medyczno-badawczych zgodnie z dokumentem zgody komisji bioetycznej zatytułowanego: "Zastosowanie nowoczesnych technologii informatyczno – matematycznych w celu analizy emocji podczas wykonywania różnych aktywności życiowych"(Uchwała Nr KNW/0022/KB1/79/18 z dnia 16.10.2018) – (Załącznik 9, str. 10). Badania prowadzone w projekcie, z wyszczególnieniem udziału autora, zostały pozytywnie zaopiniowane przez komisję bioetyczną. Autor wniosku był odpowiedzialny za część związaną z dostarczeniem wyposażenia i aparatury wraz analizą, klasyfikacją i interpretacją danych z kontynuacją również wcześniejszych wspólnych prac, prowadzonych z członkami multidyscyplinarnego zespołu badawczego. Dotychczasowym rezultatem prowadzonych badań są między innymi publikacji zgłoszone w ramach osiągnięcia naukowego zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b. p.s.w.n. oraz publikacjami z zakresu telemedycyny i spersonalizowanej medycyny. Współpraca zapoczątkowana w roku 2019 i trwa nadal.
2. Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach - współpraca z katedrą Inżynierii Wiedzy związana z przygotowaniem wspólnych wniosków grantowych i wymiany wiedzy dydaktyczno-edukacyjnej od 2014 i trwa nadal.
3. Polskie Towarzystwo Telemedycyny i eZdrowia - współpraca w ramach badań związanych z analizą wszelkich aspektów związanych z cyfryzacją rynku zdrowia publicznego Polsce. We współpracy z pracownikami Rady do spraw Ochrony Zdrowia Narodowej Rady Rozwoju powstał szereg interpretacji prawa w zakresie regulacji funkcjonowania usług zdrowotnych w zakresie centralnej elektronicznej rejestracji na wybrane świadczenia opieki zdrowotnej oraz ambulatoryjnej opieki specjalistycznej. W ramach stowarzyszenia została nawiązana współpraca z ośrodkami naukowymi i medycznymi konieczna do prowadzenia badań. Współpraca na różnych szczeblach organizacji od 2012 roku jako członek, a od 2020 jako członek zarządu - współpraca trwa nadal. Załącznik nr 9, str. 53 – 57.
4. Polskie Towarzystwo Inżynierii Biomedycznej - współpraca w ramach aktywnego udziału w konferencjach organizowanych przez towarzystwo, w tym w 2010 jako współorganizator edycji KKBIB 2011, 11-14 października, Gliwice/Tarnowskie Góry, od 2009 roku jako członek i współpraca trwa nadal. Załącznik nr 9, str. 52.

## 5 Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

Autor, wypełniając wymagania art. 219 pkt 3 p.s.w.n., wskazuje, że stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Habilitant udziela informacji o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę, chronologicznie od najświeższych wymienia: 5 postępowań doktorskich w funkcji promotora pomocniczego, z czego trzy zostały ukończone, 20 postępowań zakończonych nadaniem tytułu magistra inżyniera bądź licencjata, w tym 4 postępowań o nadanie tytułu magistra z funkcją promotora głównego w ramach dyscypliny Inżynieria Biomedyczna oraz 16 w pozostałych, również z opisem tematów i funkcji w nich podejmowanych. Ponadto autor wniosku recenzował w sumie 12 projektów licencjackich na kierunku Informatyka i Ekonometria oraz inżynierskich na kierunku Inżynieria Biomedyczna. Autor wykazał, wraz z potwierdzającymi to załącznikami, udział w przygotowaniu lub prowadzeniu 19 różnych przedmiotów, w 2 ośrodkach akademickich: Politechnice Śląskiej w Gliwicach i Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach, obejmujących wykłady, laboratoria i ćwiczenia. W ramach sprawowania funkcji opiekuna naukowego w 2 kołach naukowych: IEEE Silesian University of Technology Student Branch i Studenckiego Koła Naukowego Inżynierii Biomedycznej "BioSoft", wymieniono 14 przygotowanych wystąpień konferencyjnych, oraz uzupełniono wykaz o sprawozdanie z prowadzenia dla 2 studentów kursów magisterskich w swoich krajach (Kenii i Peru) programu mentorskiego związanego z zagadnieniami telemedycyny i eZdrowia. Podobną funkcję mentora pełnił w 3 krajowych projektach mentorskich. W uzupełnieniu aktywności organizacyjnej i popularyzującej naukę autor podał udział, wraz z funkcją, w 3 organizacjach, w tym 2 krajowych: Zespole ds. Rekrutacji Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej Politechniki Śląskiej, Wydziału Inżynierii Biomedycznej oraz Polskim Towarzystwie Telemedycyny i eZdrowia, gdzie autor pełni od 2020 roku funkcję sekretarza Zarządu Głównego. Organizację o międzynarodowym zasięgu autor wymienił European HealthTech Innovation Center (EHTIC), jako koordynator projektu.

### 5.1 Informacja o promowanych doktoratach

W latach 2021-nadal autor wniosku pełnił funkcję promotora pomocniczego w 5 pracach doktorskich:

1. Wykorzystanie algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów w celu analizy wybranych zachowań podczas prowadzenia pojazdu", realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu, przez mgr inż. Natalia Piaszcza 2023. Załącznik nr 9, str. 15.
2. "Wpływ palenia papierosów elektronicznych i tradycyjnych na wybrane parametry układu oddechowego i sercowo-naczyniowego pacjentów, na podstawie analizy wektorów danych, uzyskanych z rejestracji wielomodalnych sygnałów biomedycznych.", realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu, przez mgr inż. Joanna Chwał 2023, Załącznik nr 9, str. 14.
3. "Multimodal Sensor Data Analysis for the Investigation of Physical and Mental States Using Machine Learning, realizowana na Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck, przez mgr inż. Muhammad Tausif Irshad, przewód zakończony obroną pracy w dniu 9 kwietnia 2024. Załącznik nr 9, str. 11.
4. "Short-Term Load Forecasting using Intelligent Methods", realizowana na Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck, przez mgr inż. Sylwii Henselmeyer, przewód zakończony obroną pracy w dniu 24.05.2024. Załącznik nr 9, str. 12.
5. "Machine Learning Methods for Pain Investigation Using Physiological Signals", realizowana na Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck, przez mgr inż. Philipa Johannes Gouveneur, przewód zakończony obroną pracy w dniu 15.04.2024. Załącznik nr 9, str. 13.

### 5.2 Promotorstwo prac dyplomowych magisterskich

W latach 2012-2021 autor wniosku pełnił rolę promotora 4 ukończonych prac dyplomowych magisterskich na kierunku inżynieria biomedyczna:

1. "Development of a classification algorithm for basic and distracting driving activities, based on multimodal signals and (deep) machine learning methods", praca w języku angielskim, realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu (ukończono: 2022).
2. "Deformable registration for AR Assisted Surgery", praca w języku angielskim, realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu i Uniwersytecie Technicznym w Monachium (ukończono: 2021).

3. "Algorytm testu pamięci wzrokowej – Bentona z wykorzystaniem AI", realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu (ukończono: 2019).
4. "Opracowanie algorytmu klasyfikatora opartego o machine learning dla aktywności związanej z prowadzeniem samochodu", realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu (ukończono 2019).

### 5.3 Promotorstwo projektów inżynierskich i licencjackich

W latach 2012-2021 autor wniosku pełnił rolę promotora 16 ukończonych projektów inżynierskich i licencjackich:

1. "Wykonanie aplikacji edukacyjnej wspierającej określenie grupy docelowej pacjentów dla wybranego modelu glukometru", realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu (ukończono: 2024).
2. "Wykonanie aplikacji wspomagającej rozpoznawanie znaków języka migowego w oparciu o opaskę EMG i algorytm sztucznej inteligencji", realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu, (ukończono: 2024).
3. "Opracowanie aplikacji do szybkości czytania i oceny czytania ze zrozumieniem" realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu (ukończono: 2020).
4. "Baza danych dla placówki medycznej w środowisku MariaDB", realizowana na Politechnice Śląskiej w Zabrzu (ukończono: 2019).
5. "Projekt systemu zarządzania małymi przedsiębiorstwami, na przykładzie rodzinnego przedsiębiorstwa: pralni ekologicznej", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2019).
6. "Aplikacja wspierająca diagnostykę cukrzycy typu 2", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2019).
7. "Analiza i realizacja systemu rozliczania delegacji pracowników.", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach, (ukończono: 2019).
8. "Regulowa baza danych na temat chorób metabolicznych", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2019).
9. "System raportowy wykorzystujący hurtownie danych w celu analizowania danych produkcyjnych" realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2019).
10. "Budowa forum dyskusyjnego opartego o technologię CakePHP z wykorzystaniem Twitter Bootstrap", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach, (ukończono: 2019).
11. "Aplikacja porównująca ceny badań laboratoryjnych z domowymi testami diagnostycznymi", (ukończono: 2019), realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach.
12. "Aplikacja mobilna gromadząca informacje o wydarzeniach e-sportowych", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2019).
13. "System informatyczny z funkcjonalnością porównywania oraz dodawania ofert siłowni i klubów fitness", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach, (ukończono: 2019).
14. "Aplikacja wspierająca proces selekcji na stanowisko programista urządzeń elektronicznych", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2018).
15. "Aplikacja wspomagająca analizę danych sprzedażowych w sieci handlowych w oparciu o narzędzia BI", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2017).
16. "System wspomagający organizację wydarzeń masowych jako przykład szybszego i bezpieczniejszego funkcjonowania systemu informatycznego e-biznesu", realizowana na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach (ukończono: 2017).

Ponadto, autor wniosku recenzował w sumie 12 projektów: inżynierskich na kierunku inżynieria biomedyczna i licencjackich na kierunku Informatyka i Ekonometria.

## 5.4 Prowadzenie zajęć dydaktycznych

W latach 2013-2023 autor wniosku opracował wykłady z prezentacjami multimedialnymi i programami demonstracyjnymi w ramach kierunku Inżynierii Wiedzy na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach oraz Inżynierii Biomedycznej na Politechnice Śląskiej w Gliwicach z następujących przedmiotów (patrz Załącznik nr 8):

1. Technologia informacyjna (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach),
2. Metrologia (Politechnika Śląska w Gliwicach),
3. Python - programowanie (Politechnika Śląska w Gliwicach),
4. Patern Recognition (Politechnika Śląska w Gliwicach),
5. Cyberbezpieczeństwo w medycznych bazach i systemach danych (Politechnika Śląska w Gliwicach),
6. Telematyka (Politechnika Śląska w Gliwicach),
7. Artificial Organs (Politechnika Śląska w Gliwicach).

W latach 2013-2023 autor wniosku prowadził zajęcia dydaktyczne oraz opracował szereg ćwiczeń laboratoryjnych, wraz z instrukcjami i materiałami w ramach kierunku inżynieria wiedzy na Uniwersytecie Ekonomicznym w Katowicach oraz inżynieria biomedyczna na Politechnice Śląskiej w Gliwicach z następujących przedmiotów (patrz Załącznik nr 8):

1. Informatyka w zarządzaniu — instrukcje do ćwiczeń, projekt (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach),
2. Informatyka w logistyce — instrukcje do ćwiczeń, projekt (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach),
3. Informatyzacja pracy biurowej — instrukcje do ćwiczeń, projekt (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach),
4. Sieci komputerowe — instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach),
5. Lokalne bazy danych lab — instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach),
6. Wstęp do baz danych — instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach),
7. Metrologia - instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera (Politechnika Śląska w Gliwicach),
8. Python — programowanie. instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Politechnika Śląska w Gliwicach),
9. Patern Recognition — instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Politechnika Śląska w Gliwicach),
10. Cyberbezpieczeństwo w medycznych bazach i systemach danych — instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Politechnika Śląska w Gliwicach),
11. Automatic and Control Systems — instrukcje do pięciu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Politechnika Śląska w Gliwicach),
12. Artificial Organs — instrukcje do siedmiu laboratoriów, przygotowanie stanowisk laboratoryjnych "od zera"(Politechnika Śląska w Gliwicach).

## 5.5 Publikacje naukowe w ramach opieki nad studentami

Efektom badań prowadzonych w ramach współpracy ze studentami jest opublikowanie powiązanych tematycznie artykułów naukowych, wymienionych w wykazie publikacji [DR10, DR11]. Kolejnymi referatami konferencyjnymi i publikacjami pokonferencyjnymi złożonymi wraz z studentami i członkami koła studenckiego IEEE Silesian University of Technology Student Branch i Studenckiego Koła Naukowego Inżynierii Biomedycznej "BioSoft"są:

1. Julia Bodak, Marta Piwko, Emilia Skwarek, Piotr Ferst, Kamil Pilarski, Marcin Pieniążek, Julia Mieszczanin, Katarzyna Bryzik, Katarzyna Mocny-Pachońska, Joanna Chwał, Natalia Piaseczna and Rafał Doniec, "The Classifier Algorithm for Recognition of the Secondary Distracting Factors while Driving a Car", HealthTech Innovations Conference 23, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology, Zabrze, Poland, 9-10th Octoberber, <https://www.polsl.pl/rib/htic-23/>,
2. Rafał Doniec, Natalia Piaseczna, Eva Odima Berepiki, Muhammad Tausif Irshad, Xinyu Huang, Szymon Sieciński, Marcin Grzegorzec, "Introducing a Non-Invasive App for Cardiovascular Disease Diagnosis Support - (a pilot study.)", Telemedicine and eHealth, Polish Telemedicine and eHealth Society, Institute of Metrology and Biomedical Engineering Faculty of Mechatronics, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland, 7 September 2023. <https://www.telemedycyna.org/konferencja/>.
3. Wojciech Glinkowski, Tomasz Cedro, Rafał Doniec, Bartłomiej Michalak. "Introducing Polish version of Translating User Version of Mobile Application Rating Scale (uMARS)", Telemedicine and eHealth, Polish Telemedicine and eHealth Society, Institute of Metrology and Biomedical Engineering Faculty of Mechatronics, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland, 7 September 2023. <https://www.telemedycyna.org/konferencja/>,
4. Rafał Doniec, Natalia Piaseczna, Ewaryst Tkacz, "Road type recognition with smartglasses and machine learning", International Conference of Biomedical Engineering and Innovation - iCBEI 2022, Szentágotthai Research Centre, Pécs, Hungary, 24-26th Octoberber 2022, <https://icbei.ptehu.hu>,
5. Kruczkowski Adam, Lovell Dominic, Szymczyk Sebastian, Wojtowicz Marcin, Piaseczna Natalia, Doniec Rafał, Tkacz Ewaryst, Mocny-Pachońska Katarzyna, "The influence of sleep duration on the feeling of well-being during the Covid-19 lockdown", HealthTech Innovations Conference 22, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology, Zabrze, Poland, 10-11th Octoberber, [http IEEE EMBS Kruczkowski Adam, Lovell Dominic, Szymczyk Sebastian, Wojtowicz Marcin, Piaseczna Natalia, Doniec Rafał, Tkacz Ewaryst, Mocny-Pachońska Katarzyna, "The influence of sleep duration on the feeling of well-being during the Covid-19 lockdown", HealthTech Innovations Conference 22, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology, Zabrze, Poland, 10-11th Octoberber 2022, DOI: 10.1007/978-3-031-52382-3\\_4, Załącznik nr 9, str. 47](http://IEEE-EMBS-Kruczkowski-Adam-Lovell-Dominic-Szymczyk-Sebastian-Wojtowicz-Marcin-Piaseczna-Natalia-Doniec-Rafał-Tkacz-Ewaryst-Mocny-Pachońska-Katarzyna-The-influence-of-sleep-duration-on-the-feeling-of-well-being-during-the-Covid-19-lockdown-HealthTech-Innovations-Conference-22-Faculty-of-Biomedical-Engineering-Silesian-University-of-Technology-Zabrze-Poland-10-11th-Octoberber-2022-DOI-10.1007/978-3-031-52382-3_4-Załącznik-nr-9-str-47),
6. Rafał Doniec, Natalia Piaseczna, "The Database of home tests for rapid diagnosis (pilot study)", Telemedicine and eHealth, Polish Telemedicine and eHealth Society, Institute of Metrology and Biomedical Engineering Faculty of Mechatronics, Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland, 1st September 2022. <https://www.telemedycyna.org/konferencja/>,
7. Duraj Konrad, Sieciński Szymon, Doniec Rafał [et al.], In: 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Glasgow, United Kingdom, 11-15 July 2022, Piscataway, Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp.662-665, ISBN 978-1-7281-2783-5. DOI:10.1109/EMBC48229.2022.9871477,
8. Łach Agnieszka, Kalim Faisal, Heiliger Christian [et al.], In: 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Glasgow, United Kingdom, 11-15 July 2022, Piscataway, Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp.562-565, ISBN 978-1-7281-2783-5. DOI:10.1109/embc48229.2022.9871029,
9. Agnieszka Radziun, Rafał Doniec, Szymon Sieciński, Natalia Piaseczna, Katarzyna Mocny-Pachońska, Marta Cieślík-Wegemund, Konrad Duraj, Marta Tanasiewicz, Ewaryst Tkacz, "Smartphone-Based Color Measurement of Tooth Shade Guide in Clinical Lighting Conditions." In Maria Ganzha, Leszek Maciaszek, Marcin Paprzycki, Dominik Ślęzak (eds.) Pre-proceedings of the 2021 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, September 2-5, 2021, Online, pages 421–425. <https://annals-csis.org/proceedings/2021/pliki/fedcsis.pdf>, Sofia, Bulgaria. <https://fedcsis.org/>,
10. Antony M. Gitau, Anghelo Danny Romero Parra, Rafał Doniec, "Telemedicine in response to the challenges of Kenia.", Telemedicine and eHealth, Polish Telemedicine and eHealth Society, IPPT PAN -Institute of Fundamental Technological Research Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, 17-18th September 2021., <https://www.telemedycyna.org/konferencja/>,
11. Anghelo Danny Romero Parra, Antony M. Gitau, Rafał Doniec, "Telemedicine in response to the challenges of Peru.", Telemedicine and eHealth, Polish Telemedicine and eHealth Society, IPPT PAN -Institute of Fundamental Technological Research Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, 17-18th September 2021. <https://www.telemedycyna.org/konferencja/>,

12. Rafał Doniec, Antony M. Gitau, Anghelo Danny Romero Parra, "Telemedicine in response to the challenges in Poland and Summary.", Telemedicine and eHealth, Polish Telemedicine and eHealth Society, IPPT PAN -Institute of Fundamental Technological Research Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, 17-18th September 2021, <https://www.telemedycyna.org/konferencja/>,
13. Rafał Doniec, Antony M. Gitau, "Summary of the development of Telemedicine and the development of the provision of health services remotely during the pandemic in Kenya and Poland.", I International Congress of Biomedical Engineering "BIOCON", Student Branch Chapter IEEE EMBS UNMSM of SBC03221E - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, EMB18, 2021, 17-19th December 2021. <https://students.iee.org/schedule/i-congreso-internacional-de-ingenieria-biomedica-biocon-2021-el-futuro-de-la-bioingenieria/>.
14. Rafał Doniec, Katarzyna Mocny-Pachońska, Natalia Piaseczna, Szymon Siecinski, Jacek Szymczyk, Marta Wadas, "Recognition of Basic Driving Scenarios", 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), July 23-27, 2019, Berlin, Germany. [https://embs.papercity.net/conferences/conferences/EMBC19/program/EMBC19\\_ContentListWeb\\_2.html](https://embs.papercity.net/conferences/conferences/EMBC19/program/EMBC19_ContentListWeb_2.html).

## 5.6 Program mentorski

Działalność mentorska dla studentów zagranicznych drugiego stopnia studiów magisterskich, Antony M. Gitau z Kenyatta University w Nairobi i Anghelo Danny Romero Parra z Universidad Nacional Mayor de San Marcos w Limie, w ramach programu IEEE EMBS Students Mentoring Program (SMP). Studenci uczestniczący w tym programie mentorskim byli objęci jego działaniami przez cały czas trwania studiów drugiego stopnia w swoich krajach (<https://www.embs.org/students/>). Efektem wspólnych działań naukowo-badawczo-dydaktycznych było zaprezentowanie ich podczas konferencji Telemedicine and e-Health 2021, która odbyła się w dniach 17-18 września 2021 roku, a opieka nad studentami trwała w latach (2020-2022). Następnie Komisja ds. Działalności Studenckiej IEEE EMBS (SAC) zaprosiła habilitanta do udziału w charakterze prelegenta w dniu 8 września 2022 roku na 30-minutowy warsztat i 15-minutową sesję QA, dotyczącą doświadczeń związanych z aktywnym uczestnictwem w środowisku akademickim i telemedycynie. Ponadto, 19 grudnia 2021 roku, w ramach "I International Congress of Biomedical Engineering BIOCON 2021", zostałem zaproszony do wygłoszenia wykładu pod tytułem: "Future of Bioengineering", (certyfikaty potwierdzające udział w Załączniku 9, str. 17 i 18).

## 5.7 Działalność popularyzatorska

1. Mentor dla studentów Studenckiego Koła Naukowego Inżynierii Biomedycznej "BioSoft",
2. Mentor w programie IEEE EMBS Students Mentoring Program (SMP) w latach 2022-2023,
3. Uzyskanie dofinansowania w ramach VIII konkursu kształcenia zorientowanego projektowo – PBL, w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza, z tematem "Wykorzystanie technik uczenia maszynowego do stworzenia klasyfikacji i oprogramowania aplikacji oceniającej na podstawie sygnału EOG i ALCOGOLGI różnice w stanach zaburzenia koncentracji podczas symulacji jazdy pojazdem mechanicznym"(2022),
4. Uczestnictwo w działaniach promocyjnych kierunku inżynieria biomedyczna na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej i podpisanie listu intencyjnego pomiędzy Centrumelektroniki.pl a Kołem Naukowym Biosoft, którego efektem było wyposażenie koła w sprzęt za kwotę 10 tys. złotych (2019). Załącznik nr 9, str. 19,
5. Mentor w projekcie ALIK: Akademickie Laboratorium Innowacji i Kreatywności. Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego ze środków programu "Uniwersytet Młodego Odkrywcy, Oś III Szkolnictwo Wyższe dla Gospodarki i Rozwoju, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020", Działanie 3.1 Kompetencje w szkolnictwie wyższym. Projekt realizowany był przez Kolegium Nauk Społecznych i Filologii Obcych Politechniki Śląskiej przy współpracy z Wydziałem Edukacji Urzędu Miasta w Bytomiu w latach 2018-2020. W ramach projektu przygotowano realizację zajęć dla dzieci w wieku 6-15 lat z obszaru m. i gminy Bytom w liczbie 192 osób (w tym dzieci z niepełnosprawnością). W ramach projektu zrealizowano cztery cykle powtarzających się bloków szkoleń. Każdy z cykli był adresowany do 48 dziewczynek i chłopców podzielonych na 3 grupy wiekowe (6-9; 10-12; 13-15). Organizacja zajęć i obowiązki w ramach projektu. W ramach czterech cykli, dla każdego uczestnika (dzieci i młodzież) przygotowano w ramach modułu matematyczno-przyrodniczy - 8 h wykładów i 16 h laboratorium. Tematy zajęć dla dzieci: Myślenie komputacyjne: programować każdy może (grupa 6-9 r.ż.). Udział zakontraktowany w okresie 11.2018 - 06.2019,



6. Mentor przemysłowy w projekcie pn.: "ZIP – ZOSTAŃ INŻYNIEREM PRZYSZŁOŚCI" realizowane tematy w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Selekcja alarmów systemów teletransmisyjnych na przykładzie sieci telekomunikacji komórkowej. Analiza permanentna stanu usług telekomunikacyjnych DSL, Business Everywhere i LTE. Konfigurowanie urządzeń dostępowych dla usług IP VPN oraz programowanie z wykorzystaniem usług IP VPN. Udział zakontraktowany 1.1.2011-31.12.2015. Załącznik nr 9, str. 20.

## 5.8 Działalność organizacyjna

1. Uczestnictwo w Komitecie organizacyjnym w corocznej międzynarodowej konferencji naukowej przygotowywanej przez Polskie Towarzystwo Telemedycyny i eZdrowia: Telemedicine and eHealth (od 2014 – nadal).
2. Uczestnictwo w Komitecie konsultacji publicznych dla projektu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie programu pilotażowego w zakresie centralnej elektronicznej rejestracji na wybrane świadczenia opieki zdrowotnej z zakresu ambulatoryjnej opieki specjalistycznej oraz programów zdrowotnych.
3. Pełnienie funkcji koordynatora procesu budowy i wyposażenia European HealthTech Innovation Center (EHTIC), Europejskie Centrum Innowacyjnych Technologii dla Zdrowia na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej (od 2020).
4. Praca w Zespole ds. Rekrutacji Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej Politechniki Śląskiej, Wydziału Inżynierii Biomedycznej w tym udział w Targi Edukacyjne w Katowickim Spodku (2022).

## 6 Inne informacje

W ramach pozostałej do wypełnienia informacji, wypełniając wymagania art. 219 pkt 3 p.s.w.n. wskazuje, że stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Przedstawia informację o pozostałych zdaniem autora szkoleniach, certyfikatach, nagrodach i wyróżnieniach. Wyszczególniając chronologicznie od najnowszych, 55 pobyków związanych z szkoleniami i certyfikacją zawodową, 4 nagrody w postaci otrzymania grantu i 4 wyróżnienia, w tym 3 oznaczenia i jedno uhonorowanie publikacyjne.

### 6.1 Informacja o odbytych szkoleniach

1. Pobyt na Uniwersytecie w Lübeck, Niemcy, wymiana w ramach programu ERASMUS +, ze względu na obostrzenia sanitarne pobyt został przeniesiony i podzielony na kolejne lata (2023). Załącznik nr 9, str. 5.
2. Pobyt na Uniwersytecie w Lübeck, Niemcy, wymiana w ramach programu ERASMUS +, ze względu na obostrzenia sanitarne pobyt został przeniesiony i podzielony na kolejne lata (2022).
3. Certyfikat Wiedza i Inspiracja z szkolenia "Podnoszenie świadomości na temat potrzeb osób z niepełnościami"(2022). Załącznik nr 9, str. 23.
4. Pobyt na Uniwersytecie w Lübeck, Niemcy, wymiana w ramach programu ERASMUS +, ze względu na obostrzenia sanitarne pobyt został przeniesiony i podzielony na kolejne lata (2020). Załącznik nr 9, str. 6.
5. Certyfikat korupcja w administracji publicznej (2021). Załącznik nr 9, str. 26.
6. Certyfikat korupcja w biznesie (2021). Załącznik nr 9, str. 27.
7. Certyfikat przeciwdziałanie korupcji (2021). Załącznik nr 9, str. 25.
8. Kurs i certyfikat Data Scientist with Python Track, (2020).
9. Intensywny miesięczny kurs języka niemieckiego w Siegen <https://sps-si.de> (2019).
10. Kurs i certyfikat Unsupervised Learning in Python (2019).
11. Pobyt na Uniwersytecie w Siegen, Niemcy, wymiana w ramach programu ERASMUS + (2018). Załącznik nr 9, str. 8.
12. Kurs Efektywna praca w Sublime Text (2018).
13. Kurs wprowadzenie do programowania w Python dla inżynierów danych DataCamp (2018).
14. Kurs średnio-zaawansowany do programowania w Python dla inżynierów danych DataCamp (2018).
15. Kurs narzędzia do programowania w Python dla inżynierów danych DataCamp, (2018).
16. Kurs importowanie danych do programowania w Python dla inżynierów danych, (2018).
17. Kurs narzędzia do importu danych w Python dla inżynierów danych DataCamp, (2018).
18. Kurs Stanford online "Machine Learnig, (2017). Załącznik nr 9, str. 28.
19. Pobyt na Uniwersytecie w Siegen, Niemcy, wymiana w ramach programu ERASMUS + (2017). Załącznik nr 9, str. 9.
20. Szkolenie "Szkolenia serwisowe produktów Elzab szkolenie licencyjne ELZAB (2015).
21. Szkolenie "Jak planować działania promocyjne w internecie", Zabrze (2015).
22. Szkolenie "Kreowanie wizerunku pracodawcy szkolenie licencyjne, Warszawa, (2014).
23. Kurs pedagogiczny i certyfikat. Załącznik nr 9, str. 30.
24. Certyfikat Cisco CCNA Network Fundamentals, Gliwice (2013). Załącznik nr 9, str. 32.
25. Certyfikat Cisco CCNA Routing Protocols and Concepts, Gliwice (2013). Załącznik nr 9, str. 33.
26. Certyfikat Cisco CCNA LAN Switching and Wireless, Gliwice (2013). Załącznik nr 9, str. 34.

27. Certyfikat Cisco CCNA Accessing the WAN, Gliwice (2013). Załącznik nr 9, str. 31.
28. Szkolenie "Mentoring w wymagających relacyjnie i komunikacyjnie czasach", Warszawa (2013).
29. Szkolenie "Wstęp do zarządzania projektami - szkolenie licencyjne Orange", Warszawa (2013).
30. Warsztaty doskonalenia przemowy, Warszawa (2012).
31. Unijny projekt pogłębiania wiedzy "Profesjonalna Szkoła Finansów", Warszawa (2011). Załącznik nr 9, str. 35.
32. Szkolenie "Innovations day", Warszawa (2009).
33. Kurs zawodowy i certyfikat "Kraina Kwitnącej Innowacyjności", Kraków (2009). Załącznik nr 9, str. 40 i 41.
34. Szkolenie i test Cisco "CCNA & CCNP - NetworkTypes – SkillSoft"(2007).
35. Szkolenie i test Cisco "CCNA & CCNP - Basic Cisco Campus Switching Design – SkillSoft"(2007).
36. Szkolenie i test "Relation with Client Achieve Global, Warszawa (2007). Załącznik nr 9, str. 39.
37. Szkolenie i test "IP VPN Architecture Orange Business Services, Warszawa (2007).
38. Kurs zawodowy i test "Metro Ethernet from Atrica", Warszawa (2006).
39. Kurs zawodowy "New functionality of Customer Relationship Management system", Kraków (2005).
40. Kurs zawodowy "Base of NGP 2.1.1 - Geographic Information System", Kraków (2005).
41. Kurs zawodowy "NGP 2.1.1 - Geographic Information System: analyzes, maps, data", Warszawa, (2005).
42. Kurs zawodowy "Exploitation of application NGP.2.1.1 – Map Maintenance", Kraków (2005).
43. Kurs zawodowy "Development Integrated Environment Data Transmission Services of Business Everywhere", Katowice (2005).
44. Szkolenie i test "Cisco CCNA, CCNP - IP Routing and Addressing – SkillSoft"(2005).
45. Szkolenie i test "Cisco CCNA, CCNP - Introduction Networking – SkillSoft"(2005).
46. Kurs zawodowy i certyfikat na dozór i eksploatację sieci do 1kV SEP, Katowice (2004).
47. Kurs zawodowy "Mission, values and principle of strategic TP group", Katowice (2003).
48. Kurs zawodowy i certyfikat "Exploitation of SDXC network system from Alcatel 1641SX", Warszawa (2002). Załącznik nr 9, str. 42.
49. Kurs zawodowy i certyfikat "Exploitation of speech compressor DTX 240", ECI, Poznań (2001). Załącznik nr 9, str. 43.
50. Kurs zawodowy "Chosen problems of network and information systems", Warszawa (2001). Załącznik nr 9, str. 44.
51. Kurs zawodowy "Model of signal time and frequencies in telecommunication. Satellite navigation", Poznań (2000). Załącznik nr 9, str. 45.
52. Kurs zawodowy "Synchronization signal in telecommunication", Poznań (2000). Załącznik nr 9, str. 46.
53. Kurs zawodowy "Hierarchy SDH. Optical networks with WDM systems", Poznań (2000).
54. Kurs zawodowy "Technique and marketing in telecommunication", Cambrige, GB (2000).
55. Kurs językowy i certyfikat London, Great Britain (1994).

## 6.2 Nagrody i wyróżnienia

Nagrody rektora w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza:

1. Grant za publikację wydaną w czasopiśmie w czasopiśmie TOP10: "Sensor-Based Classification of Primary and Secondary Car Driver Activities Using Convolutional Neural Networks"2023, 23(12), 5551; <https://doi.org/10.3390/s23125551> we współpracy z autorem reprezentującym University of Lubeck, Germany, wydaną w czasopiśmie "Sensors". Załącznik nr 9, str. 61–62;
2. Grant za publikację wydaną w czasopiśmie w czasopiśmie TOP10: "A Machine Learning Framework for Automated Accident Detection Based on Multimodal Sensors in Cars."Sensors, 2022, 22(10), 3634; <https://doi.org/10.3390/s22103634>, wydaną w czasopiśmie "Sensors". Załącznik nr 9, str. 59;
3. Grant za publikację "Evaluation of the Most Stressful Dental Treatment Procedures of Conservative Dentistry among Polish Dental Students.", wydaną w czasopiśmie : Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 4448, <https://doi.org/10.3390/ijerph18094448>, wydaną przy współpracy z naukowcami Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Załącznik nr 9, str. 60;
4. Grant za publikację "Evaluating the stress-response of dental students to the dental school environment.", PeerJ 2020, <https://doi.org/10.7717/peerj.8981>, wydaną w współpracy z partnerem przemysłowym. Załącznik nr 9, str. 63.

## 6.3 Inne nagrody i wyróżnienia

1. Wyróżnienie brązową odznaką "Polskiego Stowarzyszenia Telemedycyny i eZdrowia", 2017. Załącznik nr 9, str. 57;
2. Wyróżnienie srebrną odznaką "Polskiego Stowarzyszenia Telemedycyny i eZdrowia", 2018. Załącznik nr 9, str. 56;
3. Wyróżnienie złotą odznaką "Polskiego Stowarzyszenia Telemedycyny i eZdrowia", 2019. Załącznik nr 9, str. 55;
4. Wyróżnienie referatu "Elementy telemedycyny i regulacji prawnych Międzynarodowej Konferencji Telemedycyna i eZdrowie", 2020.

## 7 Inne publikacje autora

Spis obejmuje w sumie 51 publikacji autora, 43 po doktoracie i 8 przed doktoratem. W tej części są wyszczególnione te publikacje, które nie zostały ujęte w głównej części wniosku, w której prezentowany był cykl "jednotematycznie powiązany". Ich indeksy są tożsame w Załącznikach nr 3 i 4, czego rezultatem jest ciągłość numeracji poniżej, jednak dotyczą one odrębnych obszarów badawczych takich jak komputerowe wspomaganie diagnostyki chorób serca i metabolicznych oraz telemedycyny i eZdrowia.

### 7.1 Udostępnione inne przy udziale autora repozytoria danych

- [DR18] Sawaryn Bartłomiej, Piaseczna Natalia, Sieciński Szymon, **Doniec Rafał**, Duraj Konrad, Komorowski Dariusz, Tkacz Ewaryst, <https://dx.doi.org/10.21227/kqdk-w748>. License: CC BY 4.0 Szczegółowy opis bazy danych znajduje się w publikacji [DR23].

*Wkład własny: Akwizycja i segmentacja danych. Opracowanie danych, które również udostępnione zostało w ramach repozytorium.*

**Udział: 30%.**

### 7.2 Pozostałe publikacje

- [DR19] **Doniec Rafał**, Krzepina Tymoteusz, Sieciński Szymon, Irshad Muhammad Tausif, Grzegorzek Marcin, "An Educational App for the Selection of Blood Glucose Meters: A Cross-Sectional Study.", BMT 2024, 58th Annual Conference of the German Society for Biomedical Engineering, 18 - 20 September 2024, Stuttgart, Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik, ISSN: 0013-5585, De Gruyter, Germany 2024. 20 pkt. MNiSW, **IF = 1,3**, **CS=3.5**; materiały konferencyjne indeksowane w bazach WoS i SCOPUS, zatwierdzone do publikacji.

*Wkład własny: Analiza aktualnego stanu wiedzy. Koncepcja i opracowanie algorytmu oceny jakości glukometrów. Przygotowanie pierwszej i koordynacja ostatniej wersji artykułu.*

**Udział: 60%.**

- [DR20] Sieciński Szymon, **Doniec Rafał**, Grzegorzek Marcin, "Linear classification of healthy people and patients with valvular heart diseases based on heart rate variability indices derived from electrocardiograms.", BMT 2024, 58th Annual Conference of the German Society for Biomedical Engineering, 18 - 20 September 2024, Stuttgart, Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik, ISSN: 0013-5585, De Gruyter, Germany 2024.

20 pkt. MNiSW, **IF = 1,3**, **CS=3.5**; materiały konferencyjne indeksowane w bazach WoS i SCOPUS, zatwierdzone do publikacji.

*Wkład własny: Analiza aktualnego stanu wiedzy. Przygotowanie pierwszej i koordynacja ostatniej wersji artykułu.*

**Udział: 40%.**

- [DR21] Adam Kruczkowski, Dominic Lovell, Sebastian Szymczyk, Marcin Wojtowicz, Natalia Piaseczna, **Rafał Doniec**, Ewaryst Tkacz & Katarzyna Mocny-Pachońska, "The Influence of Sleep Quality and Duration on the Feeling of Mental Acuity During the COVID-19 Lockdown – A Pilot Study. "Innovations in Biomedical Engineering 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 875: 33–40, Springer Cham. 2024, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-52382-3\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-52382-3_4).

20 pkt. MNiSW, **CS=0.7**; materiały konferencyjne indeksowane w bazie SCOPUS, na dzień 03-03-2024

*Wkład własny: Analiza aktualnego stanu wiedzy. Koncepcja i opracowanie algorytmu oceny jakości snu. Przygotowanie pierwszej i koordynacja ostatniej wersji artykułu.*

**Udział: 15%.**

- [DR22] Natalia Piaseczna, **Rafał Doniec** [i in.]: "Driving Reality vs Simulator: Data Distinctions", Electronics, Basel, 2024, vol. 14, nr 3, s.1-16, Numer artykułu: 1320. DOI:10.3390/app14031320.

100 pkt. MNiSW, **IF = 2,6**.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Akwizycja danych. Koncepcja metodologii z wykorzystaniem techniki uczenia maszynowego. Edycja, korekta artykułu.*

**Udział: 30%.**

- [DR23] **Rafał Doniec**, Eva Odima Berepiki, Natalia Piaseczna [i in.]: "Cardiovascular disease preliminary diagnosis application using SQL queries: filling diagnostic gaps in resource-constrained environments", w: Applied Sciences-Basel, 2024, vol. 14, nr 3, s.1-16, Numer artykułu: 1320. DOI:10.3390/app14031320.

100 pkt. MNiSW, **IF = 2,7**.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koncepcja metodologii z wykorzystaniem techniki ontologii. Edycja, korekta artykułu.*

**Udział: 50%.**

- [DR24] Rimsha Fatima, Muhammad Adeel Nisar, **Rafał Doniec**, [i in.]: "A systematic evaluation of feature encoding techniques for gait analysis using multimodal sensory data", W: Sensors 2024, 24(1), 75, e-ISSN 1424-8220. DOI: DOI:10.3390/s24010075.

100 pkt. MNiSW, **IF = 3,847.**

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koncepcja metodologii segmentacji sygnałów multimodalnych z wykorzystaniem techniki "codebook" i za pomocą algorytmu k-średnich (k-means clustering). Edycja, korekta artykułu.*

**Udział: 30%.**

- [DR25] **Doniec Rafał**, Piaseczna Natalia, Szymczyk Karen A. [i in.]: Experiences of the telemedicine and eHealth conferences in Poland - a cross-national overview of progress in telemedicine, Applied Sciences-Basel, 2023, vol. 13, nr 1, s.1-19, Numer artykułu:587. DOI:10.3390/app13010587.

100 pkt. MNiSW, **IF = 2,838.**

*Wkład własny: Koncepcja i opracowanie zbioru cech opisujących analizowane struktury w oparciu o macierze kookurencji oraz transformatę falkową, dyskusja. Przegląd istniejących rozwiązań. Przygotowanie artykułu.*

**Udział: 60%.**

- [DR26] Duraj Konrad, Sieciński Szymon, **Doniec Rafał** [i in.]: "Heartbeat detection in seismocardiograms with semantic segmentation", W: 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Glasgow, United Kingdom, 11-15 July 2022, 2022, Piscataway, Institute of Electrical and Electronics Engineers, s.662-665, ISBN 978-1-7281-27835. DOI:10.1109/EMBC48229.2022.9871477.

20 pkt. MNiSW, rozdział w monografii naukowej.

*Wkład własny: Przygotowanie artykułu. Wsparcie końcowe edycji artykułu.*

**Udział: 30%.**

- [DR27] Łach Agnieszka, Kalim Faisal, Heiliger Christian [i in.]: Local shape preserving deformations for augmented reality assisted laparoscopic surgery, W: 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Glasgow, United Kingdom, 11-15 July 2022, 2022, Piscataway, Institute of Electrical and Electronics Engineers, s.562-565, ISBN 978-1-7281-2783-5. DOI:10.1109/embc48229.2022.9871029.

20 pkt. MNiSW, rozdział w monografii naukowej.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu. (Promotorstwo pracy magisterskiej, na podstawie, której powstał artykuł.)*

**Udział: 50%.**

- [DR28] Sawaryn Bartłomiej, Piaseczna Natalia, Sieciński Szymon [i in.]: "The assessment of the condition of knee joint surfaces with acoustic emission analysis", Sensors, 2021, vol. 21, nr 19, s.1-22, Numer artykułu:6495. DOI:10.3390/s21196495.

100 pkt. MNiSW, **IF = 3,847.**

*Wkład własny: Współpraca w zakresie akwizycji danych z wykorzystaniem wkładek mikrofonowych i wsparcie edycji artykułu wstępne i końcowe.*

**Udział: 15%.**

- [DR29] Agnieszka Radziun, **Rafał Doniec**, Szymon Sieciński, [i in.]: "Smartphone-based color measurement of tooth shade guide in clinical lighting conditions.", Annals of Computer Science and Information Systems, 2021, vol. 25, Institute of Electrical and Electronics Engineers, s. 409-413, ISBN 978-83-959183-6-0. DOI:10.15439/2021F40.

70 pkt. MNiSW, materiały konferencyjne indeksowane w WoS.

*Wkład własny: Koncepcja i opracowanie zbioru cech opisujących analizowane struktury w oparciu o macierze refleksometryczne, dyskusja. Przegląd istniejących rozwiązań. Przygotowanie artykułu. Współpraca w zakresie akwizycji danych z wykorzystaniem wkładek mikrofonowych i wsparcie edycji artykułu wstępne i końcowe.*

**Udział: 45%.**

- [DR30] Katarzyna Mocny-Pachonka, Agata Trzcionka, [i in.]: "The influence of gender and year of study on stress levels and coping strategies among Polish dental.", Medicina 2020, 56(10), 531; <https://doi.org/10.3390/>

medicina56100531.

40 pkt. MNiSW, materiały konferencyjne indeksowane w WoS.

*Wkład własny: Koncepcja i opracowanie statystyczne zbioru cech opisujących analizowane kwestionariusze dedykowane określeniu poziomu stresu, dyskusja. Przegląd istniejących rozwiązań. Przygotowanie artykułu. Wsparcie końcowe edycji artykułu.*

**Udział: 15%.**

- [DR31] **Doniec Rafał**, Mocny-Pachońska K., Piaseczna Natalia [i in.]: "Recognition of basic driving scenarios." W: 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), Berlin, Germany, 23-27 July 2019, 2019, Institute of Electrical and Electronics Engineers, s.1, ISBN 978-1-5386-1312-2.

20 pkt. MNiSW, materiały konferencyjne indeksowane w WoS.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Akwizycja danych. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem obszaru zainteresowania. Przygotowanie, redakcja i korekta artykułu. Końcowe wsparcie przy edycji artykułu.*

**Udział: 70%.**

- [DR32] Mocny-Pachońska K., **Doniec Rafał**, Trzcionka A. [i in.]: "The stress level assessment based on socio-demographic and gender factors among Polish and Taiwanese female and male junior dental students Information and software technologies", 25th International Conference. ICIST 2019, Vilnius, Lithuania, October 10-12, 2019. Proceedings/Damasevicius R., Vasiljeviene G. (red.), Communications in Computer and Information Science, 2019, vol. 1078, Springer, s.553-564, ISBN 978-3-030-30274-0. DOI:10.1007/978-3-030-30275-7\_43.

20 pkt. MNiSW, materiały konferencyjne indeksowane w WoS.

*Wkład własny: Przygotowanie artykułu. Wsparcie końcowe edycji artykułu.*

**Udział: 30%.**

- [DR33] Meiser Dariusz, Doniec Rafał, W: Projekty lokalne i regionalne - interesariusze projektu/Brandenburg H., Tobor G. (red.), "Projekty wytwórcze a ryzyko", Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2017, Katowice, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, s.242-260, ISBN 978-83-7875-365-0.

0 pkt. MNiSW, materiały konferencyjne indeksowane w bazach Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 50%.**

- [DR34] **Doniec Rafał**, "Limiting the functionality of IT systems monitoring patients with diagnosed metabolic.", Biomedical engineering 2016: 20th International Conference, Kaunas, Lithuania, 24th-25th November 2016, 2016, [B.m.], [b.w.], s.4-9.

0 pkt. MNiSW, materiały konferencyjne indeksowane w bazach Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR35] **Doniec Rafał**, Spangler Scott., "The functionality of IT systems monitoring patients with diagnosed metabolic disorders in Poland", Abstracts Proceedings - KM Conference 2016 - Lisbon, Portugal: Refereed Proceedings - Abstracts, 2016, [B.m.], International Institute for Applied Knowledge Management, s.39.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 50%.**

- [DR36] Meiser Dariusz, **Doniec Rafał**, "Ryzyko w projektach wytwórczych.", Projekty regionalne i lokalne - interesariusze projektu. Projets régionaux et locaux - parties prenantes : VI Konferencja naukowa, Radzionków, 13-15 czerwca 2016, 2016, [B.m.], [b.w.], s.31-32.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 50%.**

- [DR37] **Doniec Rafał**, Scheller S., "Establishing best practices in innovation on the basis of elements of cooperation between the government, educational institutions, and a private sector.", OJAKM, 2015, vol. 2, nr 2, s.54-67

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 50%.**

- [DR38] **Doniec Rafał**, Meiser Dariusz. Optymalizacja organizacji prac narzędziowni wydziału mechanicznego.", Projekty regionalne i lokalne - sukces projektu. Projets régionaux et locaux - le succès du projet: V Konferencja naukowa, Radzionków, 9-10 czerwca 2015, 2015, [B.m.], [b.w.], s.20-21.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 50%.**

- [DR39] **Doniec Rafał**, "Development of the educational-research standards based on the cooperation of academic centers with employees of the international corporation on the basis of own research.", Refereed proceedings of KM Conference 2014, Blagoevgrad, Bulgaria [online], 2014, [B.m.], International Institute for Applied Knowledge Management, s. 11-19.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR40] **Doniec Rafał**, "Internetowy dziennik zmian dobowych DiabLab i inne sposoby monitorowania stężenia glukozy we krwi diabetyka.", Telemedicine & eHealth 2014: International conference, Warszawa, 24 September 2014. Book of abstracts, 2014, [B.m.], [b.w.], s.16.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR41] **Doniec Rafał**, "Podnoszenie jakości kształcenia zawodowego poprzez kreatywne rozwijanie umiejętności.", Projekty regionalne i lokalne - najlepsze praktyki. Projets régionaux et locaux - les meilleures pratiques : III Konferencja naukowa, Radzionków, 21 maja 2013, 2013, s. 19

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR42] **Doniec Rafał**, "Internetowy dziennik zmian dobowych stężenia glukozy we krwi diabetyka – DiabLab", Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna: XVII Krajowa konferencja, Gliwice/Tarnowskie Góry, 11-14 października 2011, 2011, s. 31.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR43] **Doniec Rafał**, Doniec Kalina, "Scenariusz rozwoju systemu zdalnej regulacji poziomu insuliny w organizmie człowieka z wykorzystaniem teorii zbiorów rozmytych.", Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna: XVII Krajowa konferencja, Gliwice/Tarnowskie Góry, 11-14 października 2011, 2011, [B.m.], [b.w.], s.48.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie części metodologii związanej z ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 80%.**

- [DR44] **Doniec Rafał**, "Projekt struktury falkowo-neuronowej odwzorowującej krzywą cukrową, otrzymaną w wyniku pomiaru cukru we krwi pacjentów zarejestrowanych w dedykowanej do tego projektu bazie danych.", W: Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna: XVI Krajowa konferencja, Warszawa, 26-29 kwietnia 2010, 2010, Warszawa, IBIB PAN, s.211.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Opracowanie całości metodologii związanej z przygotowaniem i opracowaniem algorytmu opartego o strukturę falkowo-neuronową ograniczeniem regionu zainteresowań. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR45] **Doniec Rafał**, "The remote control system of the insulin level.", Journal of Medical Informatics and Technologies, 2010, vol. 15, s.201-208.

*Wkład własny: Koncepcja i realizacja badań. Koordynacja prac. Koncepcja, opracowanie i implementacja systemu zdalnej regulacji insuliny. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR46] **Doniec Rafał**, Doniec Kalina, Doniec-Wolnik Jolanta, Goworek Krzysztof, "Remote control system of the human body insulin level.", Analysis of biomedical signals and images: 19th International Eurasip



Conference (Biosignal), Brno, Czech Republic, June 2008. Proceedings paper, Biosignal-Brno, 2008, Brno University of Technology, s. 512-519.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Koncepcja, opracowanie i implementacja systemu zdalnej regulacji poziomu glukozy we krwi. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 65%.**

- [DR47] **Doniec Rafał**, Doniec Kalina, Doniec-Wolnik Jolanta, Goworek Krzysztof, "Website control system of the human body insulin level", Journal of Medical Informatics and Technologies, 2008, vol. 12, s.103-108.

*Wkład własny: Koncepcja badań. Koordynacja prac. Koncepcja, opracowanie i implementacja systemu webowego. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 65%.**

- [DR48] **Doniec Rafał**, "The optimization of closed-loop insulin-blood glucose model with the use of bar dry tests.", The Seventh International PhD Students' Workshop Control and Information Technology: IW-CIT'08, Gliwice, 18-19 September 2008, 2008, [Gliwice], [Politechnika Śląska. Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki], s.136-139.

*Wkład własny: Koncepcja i realizacja badań. Koordynacja prac. Koncepcja, opracowanie i implementacja systemu. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR49] **Doniec Rafał**, Doniec-Wolnik Jolanta, Doniec Kalina, "System zdalnej regulacji poziomu insuliny w organizmie człowieka.", Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna: XV Krajowa konferencja naukowa, Wrocław, wrzesień 2007. Streszczenia prac konferencyjnych, 2007, [Warszawa], [Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. Zarząd Główny], s.60.

*Wkład własny: Koncepcja i realizacja badań. Koordynacja prac. Koncepcja, opracowanie i implementacja systemu. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 80%.**

- [DR50] **Doniec Rafał**, "The optimization of measuring method of blood glucose from dry bar code tests", The Fifth International Workshop Control and Information Technology: IWCIT'06, Gliwice, 21-22 September 2006, 2006, s. 115-118.

*Wkład własny: Koncepcja i realizacja stanowiska pomiarowego. Przebieg eksperymentów Koordynacja prac. Koncepcja, opracowanie i implementacja systemu. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

- [DR51] **Doniec Rafał**, "An optimization measurement of glucose concentration and comparison polynomial with wavelet regression method.", International Workshop Control and Information Technology: IWCIT 2005, Ostrava, Czech Republic, 15-16 September 2005, Ostrava, Vysoka Skola Banska - Technicka Univerzita, s. 363-366.

*Wkład własny: Koncepcja i realizacja stanowiska pomiarowego. Przebieg eksperymentów Koordynacja prac. Koncepcja, opracowanie i implementacja systemu. Przygotowanie, edycja i korekta artykułu.*

**Udział: 100%.**

## Literatura

- [1] Mohd Javaid, Abid Haleem, Ibrahim Haleem Khan, Ravi Pratap Singh, and Abid Ali Khan. Industry 4.0 and circular economy for bolstering healthcare sector: A comprehensive view on challenges, implementation, and futuristic aspects. *Biomedical Analysis*, 1(2):174–198, 2024.
- [2] Guang Yang, Qinghao Ye, and Jun Xia. Unbox the black-box for the medical explainable ai via multi-modal and multi-centre data fusion: A mini-review, two showcases and beyond. *Information Fusion*, 77:29–52, January 2022. Publisher: Elsevier.
- [3] Md Abid Hasan and Mohammad Nasimuzzaman Mishuk. MEMS IMU Based Pedestrian Indoor Navigation for Smart Glass. *Wireless Personal Communications*, 101(1):287–303, July 2018.
- [4] Yuji Uema and Kazutaka Inoue. JINS MEME algorithm for estimation and tracking of concentration of users | Proceedings of the 2017 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers.
- [5] Takafumi Ogawa, Makoto Takahashi, and Ryuta Kawashima. Human Cognitive Control Mode Estimation Using JINS MEME. *IFAC-PapersOnLine*, 49(19):331–336, January 2016. Publisher: Elsevier.
- [6] Dillam Jossue Diaz-Romero, Adriana María Ríos Rincón, Antonio Miguel-Cruz, Nicholas Yee, and Eleni Stroulia. Recognizing Emotional States With Wearables While Playing a Serious Game. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 70:1–12, 2021. Conference Name: IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.
- [7] Milton Friedman. The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis of Variance. *Journal of the American Statistical Association*, 32(200):675–701, December 1937. Publisher: Taylor & Francis \_eprint: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01621459.1937.10503522>.
- [8] Milton Friedman. A Correction: The Use of Ranks to Avoid the Assumption of Normality Implicit in the Analysis of Variance. *Journal of the American Statistical Association*, 34(205):109–109, 1939. Publisher: [American Statistical Association, Taylor & Francis, Ltd.].
- [9] Milton Friedman. A Comparison of Alternative Tests of Significance for the Problem of  $m$  Rankings. *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(1):86–92, March 1940. Publisher: Institute of Mathematical Statistics.
- [10] S. S. Shapiro and M. B. Wilk. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4):591–611, 1965. Publisher: [Oxford University Press, Biometrika Trust].
- [11] John W. Mauchly. Significance Test for Sphericity of a Normal  $n$ -Variate Distribution. *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(2):204–209, 1940. Publisher: Institute of Mathematical Statistics.
- [12] Khalid Al-Jabery, Tayo Obafemi-Ajayi, Gayla Olbricht, and Donald Wunsch. Computational Learning Approaches to Data Analytics in Biomedical Applications, First Edition. *Mathematics and Statistics Faculty Research & Creative Works*, November 2019.
- [13] Sheldon Cohen, Tom Kamarck, and Robin Mermelstein. A Global Measure of Perceived Stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24(4):385–396, 1983. Publisher: [American Sociological Association, Sage Publications, Inc.].
- [14] Antoinette Lee, Josephine Wong, Grainne McAlonan, Vinci Cheung, Charlton Cheung, Pak C. Sham, Chung-Ming Chu, Poon-Chuen Wong, Kenneth W. T. Tsang, and Siew E. Chua. Stress and Psychological Distress among SARS Survivors 1 Year after the Outbreak - Antoinette M Lee, Josephine GWS Wong, Grainne M McAlonan, Vinci Cheung, Charlton Cheung, Pak C Sham, Chung-Ming Chu, Poon-Chuen Wong, Kenneth WT Tsang, Siew E Chua, 2007.
- [15] Peng Ping, Cong Huang, Weiping Ding, Yongkang Liu, Miyajima Chiyomi, and Takeda Kazuya. Distracted driving detection based on the fusion of deep learning and causal reasoning. *Information Fusion*, 89:121–142, January 2023. Publisher: Elsevier.
- [16] Robert E. Rada and Charmaine Johnson-Leong. Stress, burnout, anxiety and depression among dentists. *The Journal of the American Dental Association*, 135(6):788–794, June 2004. Publisher: Elsevier.
- [17] Carrie A. Piazza-Waggoner, Lindsey L. Cohen, Kavita Kohli, and Brandie K. Taylor. Stress Management for Dental Students Performing Their First Pediatric Restorative Procedure. *Journal of Dental Education*, 67(5):542–548, 2003. \_eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.0022-0337.2003.67.5.tb03656.x>.

- [18] Hawazin W. Elani, Paul J. Allison, Ritu A. Kumar, Laura Mancini, Angella Lambrou, and Christophe Bedos. A Systematic Review of Stress in Dental Students. *Journal of Dental Education*, 78(2):226–242, 2014. \_eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.0022-0337.2014.78.2.tb05673.x>.
- [19] Elham Farokh-Gisour and Marjan Hatamvand. Investigation of stress level among dentistry students, general dentists, and pediatric dental specialists during performing pediatric dentistry in kerman, iran, in 2017. *The open dentistry journal*, 12:631, 2018.
- [20] Balamanikandasrinivasan CHANDRASEKARAN, Navaneetha CUGATI, and Ramesh KUMARESAN. Dental Students' Perception and Anxiety Levels during their First Local Anesthetic Injection. *The Malaysian Journal of Medical Sciences : MJMS*, 21(6):45–51, 2014.
- [21] Chris Seiffert, Taghi M. Khoshgoftaar, Jason Van Hulse, and Amri Napolitano. RUSBoost: A Hybrid Approach to Alleviating Class Imbalance. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 40(1):185–197, January 2010. Conference Name: IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans.
- [22] Jerome Fan, Suneel Upadhye, and Andrew Worster. Understanding receiver operating characteristic (roc) curves. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 8(1):19–20, 2006.
- [23] Peter A. Flach. ROC Analysis. In Claude Sammut and Geoffrey I. Webb, editors, *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*, pages 1–8. Springer US, 2016.
- [24] Santosh Kumar, Xiaoying Gao, Ian Welch, and Masood Mansoori. A Machine Learning Based Web Spam Filtering Approach. In *2016 IEEE 30th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*, pages 973–980, March 2016. ISSN: 1550-445X.
- [25] Farbod Farhangi, Abolghasem Sadeghi-Niaraki, Ali Nahvi, and Seyed Vahid Razavi-Termeh. Spatial modelling of accidents risk caused by driver drowsiness with data mining algorithms. *Geocarto International*, 37(9):2698–2716, May 2022. Publisher: Taylor & Francis \_eprint: <https://doi.org/10.1080/10106049.2020.1831626>.
- [26] Ping Wan, Chaozhong Wu, Yingzi Lin, and Xiaofeng Ma. Optimal threshold determination for discriminating driving anger intensity based on eeg wavelet features and roc curve analysis. *Information*, 7(3):52, 2016.
- [27] Neale Kinnear and Alan Stevens. The battle for attention: Driver distraction – a review of recent research and knowledge, 2015.
- [28] S. Kanoh, S. Ichi-Nohe, S. Shioya, K. Inoue, and R. Kawashima. Development of an eyewear to measure eye and body movements: 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC 2015. *2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBC 2015*, pages 2267–2270, November 2015. Publisher: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- [29] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun. Deep Residual Learning for Image Recognition. In *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, pages 770–778, June 2016. ISSN: 1063-6919.
- [30] Arthur L Benton. A visual retention test for clinical use. *Archives of Neurology & Psychiatry*, 54(3):212–216, 1945.
- [31] Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Yuji Uema, Koichi Kise, Masahiko Inami, and Katsuma Tanaka. Smarter eyewear: using commercial EOG glasses for activity recognition. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication*, UbiComp '14 Adjunct, pages 239–242, New York, NY, USA, September 2014. Association for Computing Machinery.
- [32] P. Lagodzinski, K. Shirahama, and M. Grzegorzec. Codebook-based electrooculography data analysis towards cognitive activity recognition. *Computers in Biology and Medicine*, 95:277–287, April 2018.
- [33] Kimiaki Shirahama and Marcin Grzegorzec. On the Generality of Codebook Approach for Sensor-Based Human Activity Recognition. *Electronics*, 6(2):44, June 2017. Number: 2 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- [34] Marcin Grzegorzec. *Sensor Data Understanding*. Logos Verlag Berlin, December 2017.

- [35] Shoya Ishimaru, Kai Kunze, Katsuma Tanaka, Yuji Uema, Koichi Kise, and Masahiko Inami. Smart Eyewear for Interaction and Activity Recognition. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '15, pages 307–310, New York, NY, USA, April 2015. Association for Computing Machinery.
- [36] Andreas Bulling, Ulf Blanke, and Bernt Schiele. A tutorial on human activity recognition using body-worn inertial sensors. *ACM Comput. Surv.*, 46(3):33:1–33:33, January 2014.
- [37] Liming Chen, Jesse Hoey, Chris D. Nugent, Diane J. Cook, and Zhiwen Yu. Sensor-Based Activity Recognition. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 42(6):790–808, November 2012. Conference Name: IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews).
- [38] A. Boran, M. Shawaheen, Y. Khader, Z. Amarin, and V. Hill Rice. Work-related stress among health professionals in northern Jordan. *Occupational Medicine (Oxford, England)*, 62(2):145–147, March 2012.
- [39] Liselotte N. Dyrbye, Matthew R. Thomas, and Tait D. Shanafelt. Systematic review of depression, anxiety, and other indicators of psychological distress among U.S. and Canadian medical students. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 81(4):354–373, April 2006.
- [40] M. A. Fredericks, P. Mundy, M. A. Fredericks, and P. Mundy. Dental students: relationship between social class, stress, achievement, and attitudes. *Journal of the American College of Dentists*, 34(4):218–228, January 1967. Number: 4.
- [41] E. L. Davis, L. A. Tedesco, and S. T. Meier. Dental student stress, burnout, and memory. *Journal of Dental Education*, 53(3):193–195, March 1989.
- [42] Marc Schmitter, Mirjam Liedl, Joachim Beck, and Peter Rammelsberg. Chronic stress in medical and dental education: Medical Teacher: Vol 30 , No 1 - Get Access.
- [43] Ahu Uraz, Yasemin Sezgin Tocak, Ceylan Yozgatligil, Sedat Cetiner, and Belgin Bal. Psychological well-being, health, and stress sources in Turkish dental students. *Journal of Dental Education*, 77(10):1345–1355, October 2013.
- [44] Rafał J Doniec, Natalia J Piaseczna, Karen A Szymczyk, Barbara Jacennik, Szymon Sieciński, Katarzyna Mocny-Pachońska, Konrad Duraj, Tomasz Cedro, Ewaryst J Tkacz, and Wojciech M Glinkowski. Experiences of the telemedicine and ehealth conferences in poland—a cross-national overview of progress in telemedicine. *Applied Sciences*, 13(1):587, 2022.



.....  
(podpis wnioskodawcy)