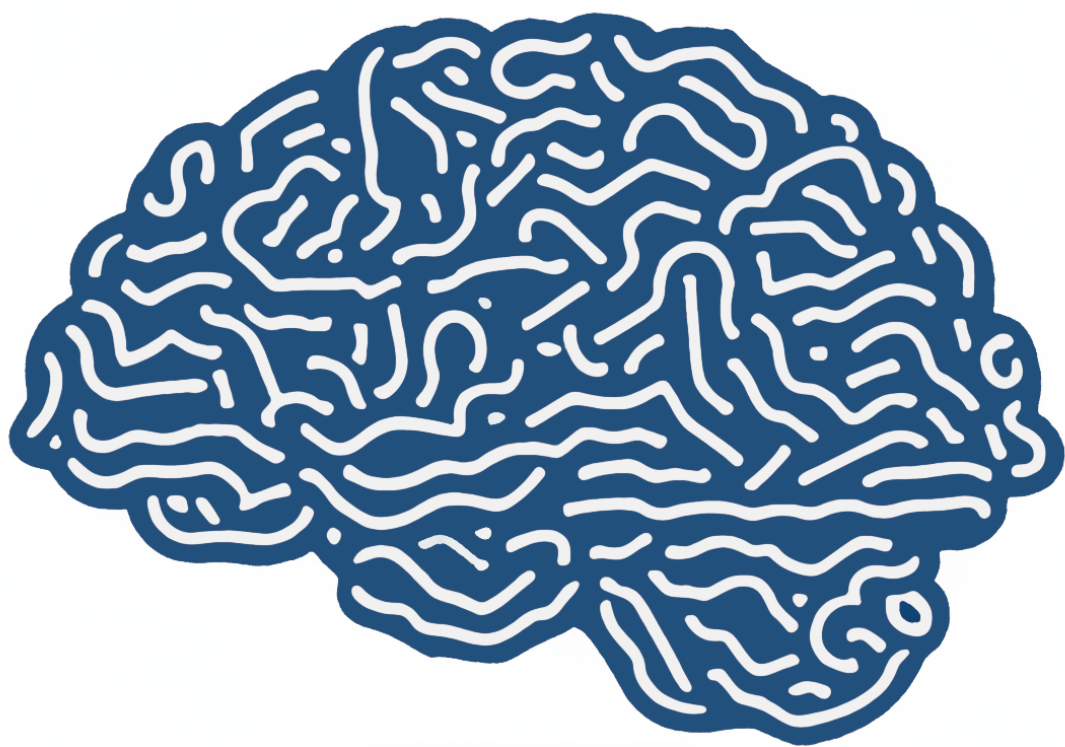


Inżynieria biomedyczna, inżynierią przyszłości

ROZWÓJ INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ NA POLITECHNICE GDAŃSKIEJ



120^{LAT}

GDAŃSK, 2024



Dlaczego INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA?

Inżynieria biomedyczna (ang. biomedical engineering) to dyscyplina integrująca szereg obszarów nauki, skupionych na zdrowiu, bezpieczeństwie i dobrym samopoczuciu człowieka. Obejmuje również szereg aspektów na styku biologii i inżynierii. Seria monografii, przygotowywana cyklicznie przez Komitet Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, adresuje te obszary badań w kategoriach: biosystemy, biopomiary, sztuczne narządy, biomateriały, biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna, sieci neuronowe, systemy komputerowe i teleinformatyczne, obrazowanie medyczne oraz fizyka medyczna.

Dostępne statystyki wskazują, że w USA, liczba inżynierów biomedycznych wynosi około 20 000, a ich zarobki są na tym samym poziomie, co programistów (www.bls.gov). IEEE, czyli jedna z największych organizacji światowych, której członkami są głównie naukowcy, skupia około 10 000 inżynierów biomedycznych spośród 97 krajów (www.embs.org). Wielu inżynierów biomedycznych pracuje w wielkich korporacjach jak GE Healthcare, Philips Healthcare, Samsung Healthcare, Siemens Healthineers, itd. Inni zakładają innowacyjne startupy.

Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna to dyscyplina, która intensywnie rozwija światową sztuczną inteligencję. Biologicznie inspirowane, głębokie sztuczne sieci neuronowe stają się obecnie przełomem nie tylko w technologii i przemyśle, ale również w życiu codziennym. Nakłady finansowe przeznaczane na rozwój AI w medycynie należą do jednych z największych (AI Index, 2024).

Wskazane wyżej aspekty sprawiają, że inżynieria biomedyczna jest niezwykle ważną i aktywną dziedziną badań naukowych oraz inżynierii, której efekty często obserwujemy każdego dnia. Niestety wszyscy chorujemy, ale my, inżynierowie biomedyczni, pragniemy rozwijać takie metody, aby diagnostyka była dokładna, leczenie efektywne, a nasze działania kierowane na zdrowe i aktywne życie.

Politechnika Gdańska od wielu lat prowadzi badania naukowe w obszarze inżynierii biomedycznej. Oferuje również szereg atrakcyjnych kierunków studiów i specjalności związanych z tą tematyką. Niniejsza pozycja przedstawia wybrane informacje na temat inżynierii biomedycznej na PG.

prof. dr hab. inż. Jacek Rumiński
Komitet Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej
Polskiej Akademii Nauk
Kierownik Katedry Inżynierii Biomedycznej

Centrum BioTechMed

Inżynier biomedyczny to lider charakteryzujący się multidyscyplinarnym doświadczeniem i umiejętnością skutecznego integrowania, dzięki swojej wiedzy, zespołów prowadzących badania, opracowujących narzędzia diagnostyczne i terapeutyczne, lub projektujących leczenie w ramach tzw. medycyny precyzyjnej. Rozwój inteligentnych i responsywnych systemów wzmacniających ludzkie funkcjonalności wymaga także podejścia na poziomie systemowym, które uwzględnia fundamentalne zasady wywodzące się z medycyny klinicznej, biologii, biochemii, informatyki i inżynierii - czyli obszarów wiedzy i umiejętności inżyniera biomedycznego. Podejmując studia na kierunku inżynieria biomedyczna na Politechnice Gdańskiej można uzyskać powyżej wymienione kompetencje dzięki specjalistom, którzy pracują w wymienionych poniżej, przykładowych, obszarach wiedzy.

Centrum naukowe BioTechMed tworzy wiele zespołów badawczych, pracujących na wszystkich wydziałach Politechniki Gdańskiej. Zajmują się one badaniem i wdrażaniem nowoczesnych technologii z zakresu inżynierii biomedycznej, biotechnologii molekularnej i farmaceutycznej. Naukowcy pracują nad nowymi metodami pomiarów biomedycznych i ich interpretacji (w tym z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji), oraz nad dedykowanymi systemami sterowania urządzeniami o szerokim zastosowaniu w medycynie, w tym także do terapii i rehabilitacji za pomocą egzoszkieletów.

Naukowcy z Politechniki Gdańskiej opracowali i wdrożyli, między innymi, nowe leki przeciwnowotworowe i narzędzia diagnostyczne w postaci rekombinantowych białek antygenowych stanowiących podstawę różnych testów serodiagnostycznych oraz szczepionek nowej generacji. Opracowywane są nowe związki chemiczne, które znajdują zastosowanie w chemoterapii przeciwnowotworowej oraz w leczeniu infekcji wywoływanych drobnoustrojami grzybowymi. Rozwijane są nowe strategie walki z lekoopornością drobnoustrojów chorobotwórczych. Przygotowywane są rozwiązania w obszarze fizykochemii oraz chemo- i radioterapii. Wiele prac badawczych prowadzonych w tym obszarze, przyczynia się także do rozwoju rynku zdrowej żywności.

Pracownicy Politechniki Gdańskiej opracowali i wdrożyli, także poza granicami kraju, nowoczesne metody przesiewowego badania słuchu, wzroku i mowy. W ostatnich latach rozwijane są także badania prowadzące do wyjaśnienia funkcjonowania mózgu na różnych jego poziomach. Badane są mechanizmy i metody leczenia pamięci, a także wyższych funkcji poznawczych u ludzi za pomocą nowych technologii rejestracji oraz stymulacji mózgu. Badania prowadzone są przez naukowców specjalizujących się w neuronauce, inżynierii biomedycznej, informatyce, neurologii i neurochirurgii.

Efektami prac zespołów naukowych Centrum BioTechMed są innowacyjne instrumenty i przyrządy medyczne, leki, algorytmy przetwarzania danych, także z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Przykładem takich rozwiązań jest system TITAN – ang. Technology In Tumor Analysis, który przy użyciu technologii uczenia maszynowego i algorytmów sztucznej inteligencji określa prawdopodobieństwo złośliwości guza nerki na podstawie klasycznych danych medycznych. Jest to także nowa metoda badania słuchu i tzw. CyberOko – system umożliwiający komunikowanie się z osobami w stanie wegetatywnym lub wybudzonymi ze śpiączki, czy Cyberłóżko, które przeciwdziała wykluczeniu cyfrowemu pacjentów z porażeniami, czy też opracowanie pierwszych na świecie tzw. biomarkerów ludzkiej pamięci, które umożliwią lepsze zrozumienie i optymalizację metod polepszania pamięci.

W wyniku prowadzonych prac powstają nowe materiały, np. polimery, które będą stosowane w wielu dziedzinach medycyny: chirurgii, kardiologii, laryngologii czy stomatologii. Materiały te w wielu przypadkach są biodegradowalne i zdolne do, w określonym czasie, uwalniania aktywnych substancji wspomagających precyzyjne leczenie w miejscu ich wszczepienia.

Wymienione powyżej przykłady wpisują się, zarówno tematyką, jak i poziomem w obszary inżynierii biomedycznej rozwijanej na całym świecie. I co istotniejsze, można je zaliczyć do dyscypliny, która uważana jest za przyszłościową.

prof. dr hab. inż. Jerzy Wtorek
Koordynator Centrum BioTechMed

Dyscyplina naukowa INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA

Dyscyplina naukowa inżynieria biomedyczna jest reprezentowana na Politechnice Gdańskiej (PG) przez naukowców z różnych wydziałów Politechniki Gdańskiej (wydziały: Chemiczny; Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki; Elektrotechniki i Automatyki; Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej; Inżynierii Lądowej i Środowiska oraz Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa) efektywnie wypełniając lukę pomiędzy naukami technicznymi i przyrodniczymi. Od lat 70. XX wieku aż do 2016 r. pracownicy zdobywali stopnie naukowe z obszaru Inżynierii Biomedycznej w dyscyplinach, w których możliwe było ich nadanie w specjalizacjach dla niej pokrewnych, np. elektronika medyczna. Badania prowadzone na Politechnice Gdańskiej obejmują kluczowe obszary rozwoju inżynierii biomedycznej, takie jak: obrazowanie medyczne, konstrukcja nowych urządzeń diagnostycznych, biomateriały, biomechanika oraz wykorzystanie sztucznej inteligencji do zastosowań biomedycznych. Dotyczy to zarówno opracowywania nowych urządzeń i nowych biomateriałów, rozwijania nowych i optymalizacji istniejących metod pomiarowych, czy prowadzenia badań podstawowych, np. badania wpływu pola elektromagnetycznego na zachowanie żywych organizmów i tkanek. Politechnika Gdańska ze względu na swoje położenie jest ważnym ośrodkiem badań wód i stref przybrzeżnych Morza Bałtyckiego oraz wód Arktyki. Badania te skupiają się na opracowaniu metod i urządzeń do ciągłego monitorowania skażenia tych obszarów czynnikami biologicznymi, chemicznymi i fizycznymi. Prace te prowadzone są w ramach realizacji projektów badawczych i rozwojowych finansowanych ze środków krajowych, jak i między-narodowych.

Istotnym czynnikiem prac prowadzonych na Politechnice Gdańskiej w zakresie inżynierii biomedycznej jest współpraca z przemysłem oraz liczba efektywnych wdrożeń rozwiązań.

Ważnym elementem rozwoju inżynierii biomedycznej jest kształcenie nowych kadr. Aktualnie możliwa jest edukacja w tym zakresie na wszystkich 3 poziomach kształcenia, z różnymi możliwościami specjalizacji, również w ramach studiów realizowanych wspólnie z Gdańskim Uniwersytetem Medycznym.

Studenci zainteresowani prowadzeniem prac badawczych z zakresu inżynierii biomedycznej mogą rozwijać swoje pasje w międzywydziałowych oraz międzyuczelnianych (PG/GUMed) kołach naukowych.

Należy jeszcze podkreślić, że zgodnie z decyzją Ministra Edukacji i Nauki nr 426/204/2022 z dnia 26 lipca 2022 r. działalność naukowa w dyscyplinie inżynieria biomedyczna prowadzona na Politechnice Gdańskiej została oceniona znacząco powyżej wartości referencyjnej najwyższej kategorii A i zajęła w tej kategorystacji pierwsze miejsce wśród ocenianych jednostek w Polsce.

prof. dr hab. inż. Małgorzata Szczerska
Przewodnicząca
Rady Dyscypliny Naukowej
Inżynieria Biomedyczna

Inżynieria biomedyczna w Politechnice Gdańskiej

Zainteresowania badawcze aplikacjami medycznymi na wielu wydziałach Politechniki Gdańskiej były obecne zawsze. Tutaj skupiamy uwagę na faktach formalnych rozwoju kształcenia i badań w inżynierii biomedycznej.

Jako pierwszego warto wymienić Kierownika Katedry Miernictwa i Elementów Elektronicznych na Wydziale Elektroniki, doc. Romana Zimmermanna, który w 1967 postawił na rozwój aparatury elektromedycznej. W tym celu zatrudnił absolwenta Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej takiej specjalności (późniejszego twórcę Katedry Inżynierii Biomedycznej) i w 1969 roku opublikował pierwszą polską monografię w tej dziedzinie – „Biomedyczne Przyrządy Pomiarowe”, WKiŁ, 1969.

Pierwszym doktoratem obronionym w dyscyplinie elektroniki z tej dziedziny była praca Stefana Raczyńskiego „Model analogowy funkcji serca jako części układu krążenia” 1972. W 1974 roku dr Raczyński zastał zatrudniony na Wydziale Elektroniki PG, na stanowisku docenta, z zadaniem uruchomienia specjalności elektroniczna aparatura medyczna. Pierwsi absolwenci, magiſtrowie, zostali wyſpromowani w roku 1976. Rozwinięto wówczas działalność międzyuczelnianą z Akademią Medyczną w Gdańsku, m. in. organizując w latach osiemdziesiątych ogólnopolskie seminaria „Fizyka i elektronika w medycynie”.

W roku 1991 powstała Katedra Elektroniki Medycznej i Ekologicznej, wsparta funduszami Unii Europejskiej z programu TEMPUS. Nastąpił wówczas szybki rozwój kadry, jak i zaplecza laboratoryjnego. Od 2002 roku istnieje ona pod nazwą Katedra Inżynierii Biomedycznej (KIB). W roku 1997 otwarto pierwsze w Polsce studia na kierunku informatyka w specjalności informatyka w medycynie. KIB wraz z Katedrą Systemów Multimedialnych uzyskały w 2002 roku status Centrum Doskonałości Technologii Medycznych - CEMET, a prowadzone badania uzyskały międzynarodowe uznanie. Od 2006 roku w Polsce utworzono nowy dwustopniowy kierunek studiów inżynieria biomedyczna. Na PG prowadzony jest on od 2008 roku jako międzywydziałowy, o czterech specjalnościach chemia, elektronika, fizyka i informatyka w medycynie przez Wydziały Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Chemiczny oraz Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej.

W 2007 roku na Wydziale Mechanicznym uruchomiono kierunek inżynieria mechaniczno-medyczna. W roku 2013 WETI PG uzyskało uprawnienia doktoryzowania w dyscyplinie biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, a w roku 2016 uprawnienia habilitowania.

W 2021 uruchomiono na II stopniu specjalność sztuczna inteligencja w medycynie. Od 2018 roku organizowane są szkoły letnie w zakresie uczenia głębokiego. Od 2020 roku PG ma pełne uprawnienia akademickie w dyscyplinie inżynieria biomedyczna. Do Priorytetowych Obszarów Badawczych PG należą technologie medyczne i biotechnologia (POB4), reprezentowane przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna.

prof. dr hab. inż. Antoni Nowakowski
Twórca i wieloletni kierownik
Katedry Inżynierii Biomedycznej



Rok 2009 - Uczestnicy projektu POKL – międzywydziałowe studia inżynierii biomedycznej na Politechnice Gdańskiej – jego efektem jest duże grono specjalistów inżynierii biomedycznej, która zasiłała rynek pracy nie tylko Trójmiasta, 673 beneficjentów końcowych, a produktami było między innymi opracowanie i wydrukowanie 24 podręczników dydaktycznych, ponad 90 elektronicznych skryptów, nowoczesne narzędzia „distance learning” – 28 kompletów materiałów zdalnego nauczania; modernizacja ponad 50 laboratoriów i ponad 315 nowych lub zmodernizowanych ćwiczeń laboratoryjnych, wiele innych pomocy dydaktycznych do dzisiaj wykorzystywanych w kształceniu.

Przykładowe projekty z zakresu inżynierii biomedycznej realizowane na Politechnice Gdańskiej

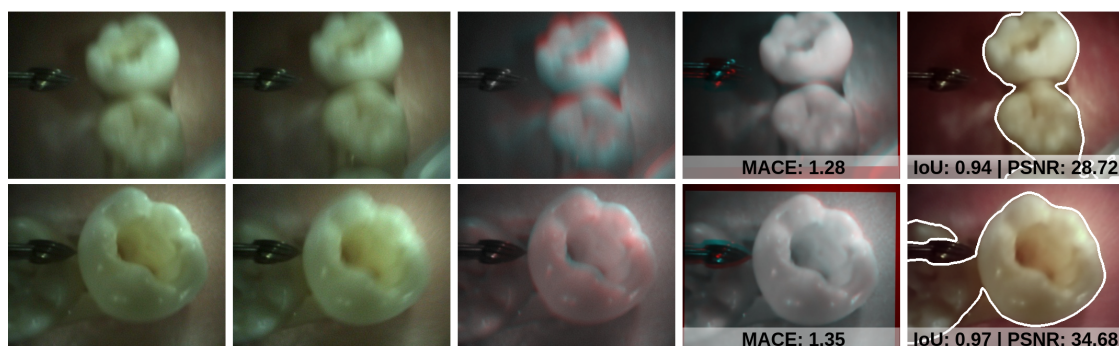
Anna Węsierska, Daniel Węsierski: <i>Opracowanie innowacyjnego urządzenia medycznego umożliwiającego nieinwazyjną, ciągłą makrowizualizację jamy ustnej podczas regularnych zabiegów stomatologicznych</i>	11
Magdalena Mazur-Milecka: <i>Klasyfikacja zmian skórnych i chorób paznokcia – narzędzie wspomagania decyzji dermatologa</i>	12
Rafał Piątek, Beata Zalewska-Piątek: <i>Model infekcji pęcherza wywoływanej przez uropatogenne szczepy Escherichia coli</i>	13
Anna Węsierska, Daniel Węsierski: <i>Opracowanie innowacyjnego systemu do detekcji plemników podczas procedury ICSI</i>	14
Magdalena Mazur-Milecka, Jacek Rumiński: <i>Spersonalizowany program monitoringu i badań przesiewowych dla kobiet w ciąży zagrożonych stanem przedrzucawkowym lub nadciśnieniem indukowanym ciążą</i>	15
Marcin Gruszecki: <i>Wykorzystanie analizy falkowej do znajdowania różnic pomiędzy grupą osób z obniżoną frakcją wyrzutową z lewej komory serca a zdrowymi ochotnikami</i>	16
Ewa Wagner-Wysiecka: <i>Supramolekularne układy sensorowe</i>	17
Justyna Fercho, Patryk Jasik: <i>Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w przewidywaniu prawdopodobieństwa wystąpienia tętniaków wewnątrzczaszkowych i ocenie ryzyka ich pęknięcia wspierające podejmowanie decyzji klinicznych</i>	18
Marta Wanarska: <i>Mikroorganizmy – wydajni producenci naturalnych barwników</i>	19
Michał Kucewicz: <i>Neuromodulacja bioelektrycznych aktywności mózgu w celu poprawy pamięci i funkcji poznawczych</i>	20
Aneta Łuczkiwicz: <i>APRIORA - Ulepszona ocena ryzyka dla strategicznego zarządzania wodami w celu zmniejszenia emisji mikrozanieczyszczeń w regionie Morza Bałtyckiego</i>	21
Artur Poliński: <i>Nieinwazyjna estymacja ciśnienia</i>	22
Tomasz Kocejko: <i>BrainBot - interfejs mózg komputer</i>	23
Jacek Rumiński: <i>Kierunek kształcenia - inżynieria biomedyczna</i>	24
Grzegorz Redlarski: <i>Metodyka szybkiego i dokładnego wyznaczania powierzchni ciała człowieka</i>	25
Tomasz Neumann: <i>Urządzenia elektroniczne i algorytmy sztucznej inteligencji w aplikacjach biomedycznych - innowacja pedagogiczna</i>	26

Bartosz Sobczyk: Obliczenia, pomiary i badanie związków pomiędzy przepływem krwi, funkcją śródbłónki oraz odpowiedzią mechanoreceptorów w naczyniach krwionośnych w kontekście modelowania tych zjawisk	27
Beata Krawczyk: Epidemiologia molekularna w poszukiwaniu źródła sepsy	28
Piotr Szweda: Badanie mechanizmów molekularnych przeciwdrobnoustrojowej aktywności produktów naturalnych	29
Maciej Jankowski: Modulacja pamięci poprzez elektryczną stymulację mózgu	30
Jacek Rumiński: BE-LIGHT Poprawa diagnostyki biomedycznej dzięki technologiom opartym na obrazowaniu i uczeniu maszynowym	31
Mariusz Kaczmarek: Aktywna Termografia Dynamiczna w wybranych aplikacjach medycznych	32
Karolina Cysewska: Opracowanie wielofunkcyjnej elektrody neuronowej z wykorzystaniem polimeru przewodzącego	33
Grzegorz Jasiński: Elektroniczny nos jako narzędzie analizy składu mieszanin gazowych	34
Tomasz Dziubich: Segmentacja zmian nowotworowych na obrazowaniu ultrasonograficznym	35
Małgorzata Szczerska, Adam Władziński: Analiza ścieków miejskich w poszukiwaniu biomarkerów za pomocą spektroskopii UV-Vis i Ramana	36
Andrzej Czyżewski: ADMEDVOICE - Adaptacyjny system inteligentnego przetwarzania mowy lekarzy wraz ze strukturalizacją wyników badań i wspomaganie procesu terapeutycznego	37
Bożena Kostek: Inteligentne przetwarzanie sygnałów fonicznych do celów diagnostycznych i terapeutycznych	38
Adam Bujnowski: Systemy i urządzenia wspierające operacje chirurgiczne	39
Adam Bujnowski: Nowe metody diagnostyki medycznej w warunkach domowych - Active Assisted Living	40
Magdalena Mazur-Milecka: Segmentacja w obrazach bio-medycznych	41
Natalia Kowalczyk, Jacek Rumiński: Detekcja maseczek i estymacja częstotliwości oddychania na podstawie analizy sekwencji obrazów termicznych	42
Daniel Cieślak: Jakie możliwości skrywają w sobie mięśnie?	43
Marta Szczerska, Michał Suplewski: GUT OPTICA Student Chapter	44

Opisywane tematy naukowe i projekty stanowią część realizowanych prac badawczych na Politechnice Gdańskiej, związanych z inżynierią biomedyczną. Wymienieni autorzy są liderami tematów lub reprezentantami zespołów badawczych, którzy opracowali prezentację projektu.

Opracowanie innowacyjnego urządzenia medycznego umożliwiającego nieinwazyjną, ciągłą makrowizualizację jamy ustnej podczas regularnych zabiegów stomatologicznych

Liderzy tematu: **dr inż. Anna Jezierska-Węsierska, dr inż. Daniel Węsierski**
Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki,
IDUB BioTech Center, Cameras and Algorithms Laboratory



Cele badań: Opracowanie algorytmów rekonstrukcji, stabilizacji i segmentacji video do inspekcji optycznej jamy ustnej w czasie rzeczywistym.

Motywacja: Realizacja interdyscyplinarnego projektu badawczego w innowacyjnej aplikacji stomatologicznej. Całkowita wartość projektu 1,5 mln euro.

W ramach badań dokonano sformułowania problemów badawczych jako problemów uczenia głębokiego, wykorzystujących interakcję między zadaniami i wynikami w czasie i przestrzeni. Do zadań projektowych należało opracowanie nowych architektur, sposobów ich uczenia a także analiza sposobu trenowania wykorzystujące narzędzia ilustrujące konflikty gradientów.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Opracowanie innowacyjnych algorytmów wielozadaniowych do poprawy jakości, segmentacji i stabilizacji wykorzystując interakcję między zadaniami na poziomie skal.
2. Opracowanie wydajnych algorytmów do poprawy jakości video wykorzystujących propagację wyników cząstkowych w czasie.

Literatura:

1. Ostrowski, Piotr Kopa, et al. "BP-EVD: Forward block-output propagation for efficient video denoising." IEEE Transactions on Image Processing 31, 2022.
2. Katsaros, Efklidis, et al. "Multi-task video enhancement for dental interventions." International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. Cham: Springer Nature Switzerland, 2022.

Projekt finansowany przez Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (program POIR 1.1.1) w ramach umowy o dofinansowanie POIR.01.01.01-00-0076/19.

annwesie@pg.edu.pl, danwesie@pg.edu.pl, www.camalab.com

Klasyfikacja zmian skórnych i chorób paznokcia – narzędzie wspomaganie decyzji dermatologa

Liderka tematu: **dr inż. Magdalena Mazur-Milecka**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań:

Stworzenie zaawansowanych narzędzi sztucznej inteligencji wspomagających diagnozę dermatologiczną: od aplikacji do samokontroli zmian skórnych, do zaawansowanych klasyfikatorów zmian płytki paznokcia na podstawie zdjęć dermatoskopowych.

Motywacja:

Zwiększenie precyzji diagnostycznej i wsparcie dermatologów poprzez szybką i dokładną klasyfikację, która może znacząco wpłynąć na wczesne wykrywanie i leczenie dermatologiczne.

Projekt obejmuje opracowanie aplikacji do samokontroli zmian skórnych, która używając wcześniej wytrenowanej sieci, rozpoznaje czerniaka. Kolejnym etapem prac jest zbudowanie klasyfikatora do detekcji grzybicy paznokcia, ale także jej rodzaju (kandydozowa, powierzchniowa biała) oraz innych zmian płytki paznokcia (np. zmiany nieinfekcyjne, łuszczyca, czerniak lub inne zmiany patologiczne).

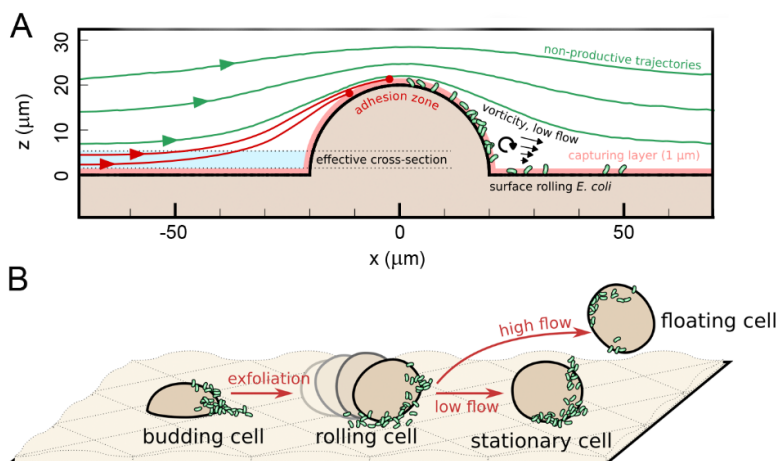
Główne osiągnięcia projektu:

1. Wykorzystanie zaawansowanych technik uczenia maszynowego do poprawy dokładności diagnoz na podstawie wysokiej jakości obrazów dermatoskopowych.
2. Stworzenie aplikacji na urządzenia mobilne do samoobserwacji zmian skórnych dostępnej dla każdego pacjenta.
3. Opracowanie wyjaśnialnych modeli sztucznej inteligencji oferujących uzasadnienie swoich decyzji.

Współpraca z Katedrą i Kliniką Dermatologii, Wenerologii i Alergologii, Gdański Uniwersytet Medyczny.

Model infekcji pęcherza wywołanej przez uropatogenne szczepy *Escherichia coli*

Liderzy tematu: **dr hab. inż. Rafał Piątek, dr hab. Beata Zalewska-Piątek**
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny



Cele badań:

Celem projektu jest stworzenie modelu infekcji pęcherza, który uwzględni dynamiczne, strukturalne i molekularne cechy tego narządu. Z drugiej strony definiowaniu podlegają cechy fizyczne i molekularne szczepów *E. coli*, które predysponują je do wywołania infekcji pęcherza.

Motywacja:

Zakażenie dróg moczowych jest główną przyczyną zakażeń pozaszpitalnych i szpitalnych, odpowiadając za 30–40% wszystkich zakażeń leczonych w szpitalach.

Badano adhezję szczepów *E. coli* produkujących fimbrie Dr do nowotworowych linii pęcherzowych T24 produkujących białko DAF stanowiące receptor rozpoznawany przez te adhezyny. Adhezję bakterii do nabłonka monitorowano w warunkach przepływu generującego stres ścinający w zakresie $0,01 - 1,15 \text{ pN}/\mu\text{m}^2$.

Główne osiągnięcia projektu:

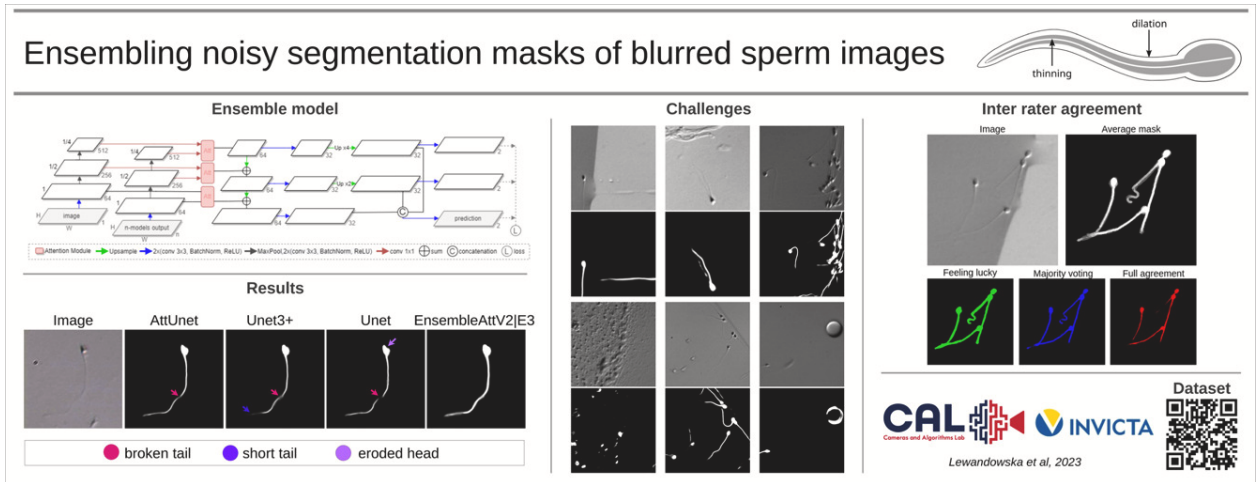
1. Obecność otoczki adhezyjnej Dr pozwala na efektywną adhezję bakterii do nabłonka pęcherza w warunkach przepływu moczu, który stanowi bierny mechanizm zabezpieczający przed infekcjami.
2. Uszkodzenia struktury nabłonka zaburzają przepływ moczu, co istotnie indukuje proces adhezji bakterii.
3. Proces eksfoliacji nabłonka towarzyszący infekcji może indukować rozsiewanie bakterii w obrębie układu wydalniczego.

Literatura:

1. Zalewska-Piątek B, Olszewski M, Lipniacki T, Błoński S, Wieczór M, Bruździak P, Skwarska A, Nowicki B, Nowicki S, Piątek R. „Ashear stress micromodel of urinary tract infection by the *Escherichia coli* producing Dr adhesin” *PLoS Pathog.* 2020 Jan 9;16(1):e1008247. doi: 10.1371/journal.ppat.1008247.

Opracowanie innowacyjnego systemu do detekcji plemników podczas procedury ICSI

Liderzy tematu: **dr inż. Anna Jezierska-Węsierska, dr inż. Daniel Węsierski**
Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki,
IDUB BioTech Center, Cameras and Algorithms Laboratory



Cele badań: Opracowanie algorytmów segmentacji całych plemników.

Motywacja: Ocena możliwości i jakości segmentacji wici w plemnikach.

W ramach prowadzonych badań opracowano nową architekturę sieci głębokiej obliczającej nowe rozwiązanie, wykorzystując obraz wejściowy i kombinację rozwiązań metod state-of-the-art z wykorzystaniem modułów uwagi.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Nowa miara ilościowa do oceny wyników segmentacji plemników za pomocą zasumowanych etykiet.
2. Nowa głęboka sieć neuronowa ze szkieletem FPN i dwugałęziowym koderem.
3. Obszerne badania eksperymentalne głębokiego uczenia w problemie segmentacji plemników.
4. Nowy SegSperm - zbiór danych w pełni znakowanych plemników na zwykłych obrazach ICSI.

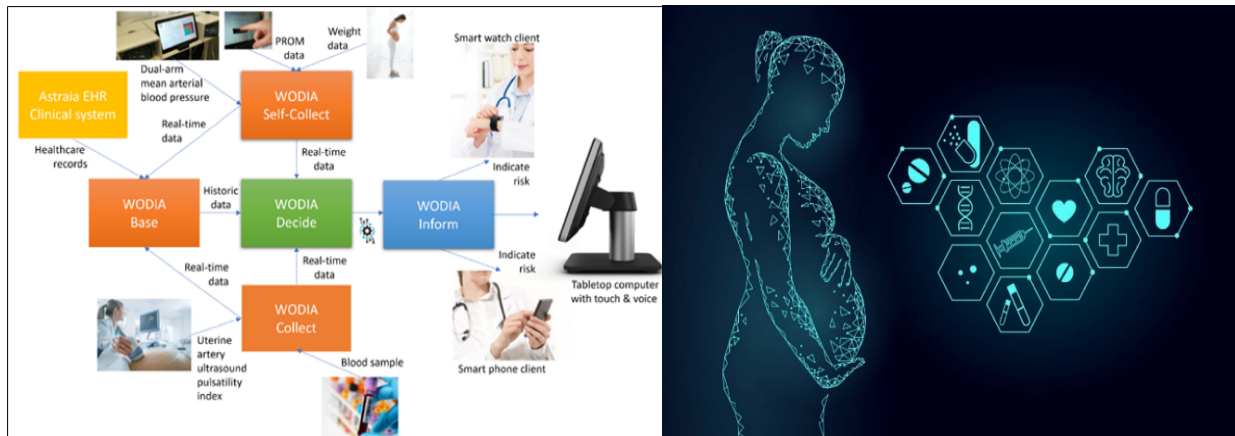
Literatura:

1. Lewandowska, E., Węsierski, D., Mazur-Milecka, M., Liss, J., & Jezierska, A. (2023). Ensembling noisy segmentation masks of blurred sperm images. *Computers in Biology and Medicine*, 166, 107520.
2. Lewandowska, E., Węsierski, D., Mazur-Milecka, M., Liss, J., & Jezierska, A. (2023). SegSperm - a dataset of sperm images for blurry and small object segmentation. *Gdańsk University of Technology*. <https://doi.org/10.34808/6wm7-1159>.

annwesie@pg.edu.pl, danwesie@pg.edu.pl, www.camalab.com

Spersonalizowany program monitoringu i badań przesiewowych dla kobiet w ciąży zagrożonych stanem przedrzucawkowym lub nadciśnieniem indukowanym ciążą

Liderzy tematu: **dr inż. Magdalena Mazur-Milecka, prof. Jacek Rumiński**
Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań:

Opracowanie nowych inteligentnych narzędzi i usług wspierających podejmowanie decyzji, które mogą monitorować i przewidywać ryzyko powikłań związanych z ciążą, w tym stan przedrzucawkowy i nadciśnienie indukowane ciążą, zanim pojawią się objawy.

Motywacja:

Każdego roku przy porodzie umiera pół miliona kobiet. Sam stan przedrzucawkowy i nadciśnienie indukowane ciążą są przyczyną śmierci 76 tys. matek i 0,5 miliona niemowląt każdego roku. Ostatnie badania wykazały obiecujące nowe podejścia diagnostyczne wykorzystujące obszerny zestaw badań przesiewowych i monitorowania biomarkerów w połączeniu z kategoryzacją fenotypu matki.

Projekt zakłada zastosowanie zaawansowanych algorytmów uczenia maszynowego do analizy danych z różnorodnych biomarkerów i historii medycznej pacjentek w celu predykcji i zarządzania ryzykiem zdrowotnym. Opracowana platforma, WODIA, integruje dane z różnych źródeł diagnostycznych w celu stworzenia cyfrowych modeli zdrowotnych.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Opracowanie i wdrożenie platformy WODIA wspierającej personel medyczny w zarządzaniu ryzykiem stanu przedrzucawkowego.
2. Zintegrowanie technologii monitorowania zdrowia z codziennym życiem pacjentek w celu poprawy wyników zdrowotnych.
3. Cyfrowy bliźniak asystentem kobiety w ciąży.

Literatura:

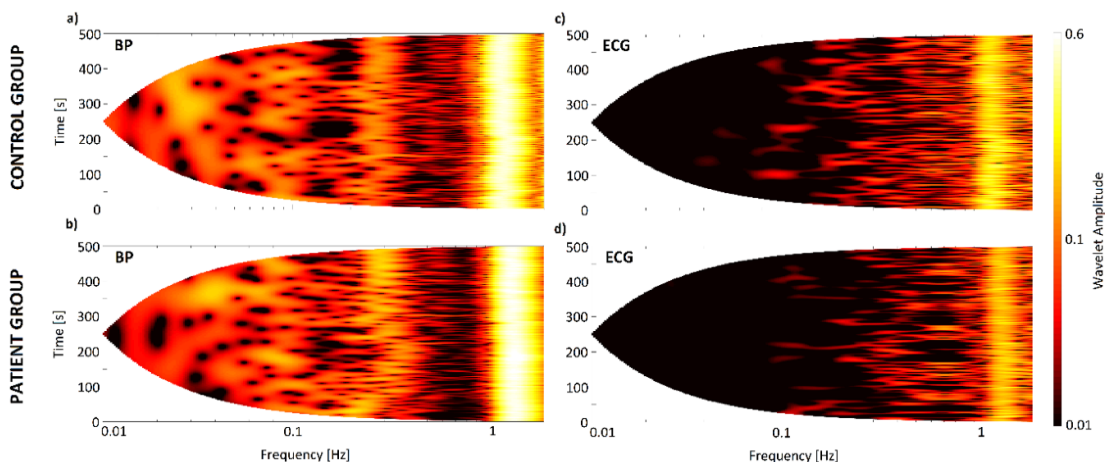
1. Mazur-Milecka M, Kowalczyk N, Jaguszewska K, Zamkowska D, Wojcik D, Preis K, Skov H, Wagner S, Sandager P, Sobotka M, Ruminski J. Preeclampsia risk prediction using machine learning methods trained on synthetic data. Proceedings of the 23 Polish Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering (PCBBE), Lodz, Poland, September 27-29, 2023.

Projekt wspierany przez IFD, NCBR i UEFISCDI: ERA PerMed, WODIA - Personalized Medicine Screening and Monitoring Programme for Pregnant Women Suffering from Preeclampsia and Gestational Hypertension.

Wykorzystanie analizy falkowej do znajdowania różnic pomiędzy grupą osób z obniżoną frakcją wyrzutową z lewej komory serca a zdrowymi ochotnikami

Lider tematu: **dr hab. Marcin Gruszecki, prof. GuMed, PG**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Zakład Informatyki Radiologicznej i Statystyki GuMed, Klinika Kardiologii i Elektroterapii



Cele badań: Ocena wpływu obniżonej frakcji wyrzutowej lewej komory i starzenia się na fizjologię układu sercowo-naczyniowego.

Motywacja: Lepsze poznanie i zrozumienie patofizjologii niewydolności serca.

W przeprowadzonym badaniu skupiliśmy się na analizie zmian w złożonej dynamice sercowo-naczyniowej związanej z naturalnym procesem starzenia oraz z objawami obniżonej frakcji wyrzutowej lewej komory.

W celu wykrycia fizjologicznych mechanizmów stojących za generacją oscylacji w układzie sercowo-naczyniowym istnieje potrzeba zastosowania odpowiedniego narzędzia matematycznego. Jednym z takich narzędzi jest transformata falkowa, która gwarantuje wykrycie oscylacji i precyzyjne określenie ich amplitudy i częstotliwości wraz ze śledzeniem ich zmian w czasie (Stefanowska i wsp. 1999, Stankovski i wsp. 2015).

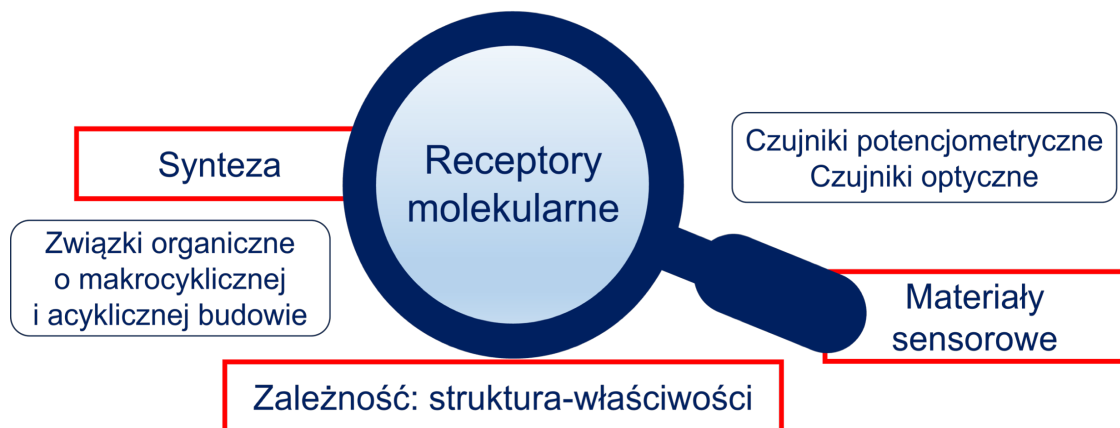
Uzyskane wyniki mają potencjał lepszego poznania mechanizmów patofizjologii niewydolności serca, co może przyczynić się do postępu w technikach diagnostycznych oraz do dokładniejszego zrozumienia prognoz dla pacjentów.

Literatura:

1. Stefanovska A, Bracic M, Kvernmo HD. Wavelet analysis of oscillations in the peripheral blood circulation measured by laser Doppler technique. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1999;46:1230-9.
2. Stankovski T, Ticcinelli V, McClintock PVE, Stefanovska A. Coupling functions in networks of oscillators. *New J. Phys.* 2015;17:035002.

Supramolekularne układy sensorowe

Liderka tematu: **dr hab. inż. Ewa Wagner-Wysiecka, prof. PG**
Katedra Chemii i Technologii Materiałów Funkcjonalnych, Wydział Chemiczny



Cele badań: Projektowanie i efektywna synteza receptorów molekularnych, charakterystyka układów gość-gospodarz, konstrukcja czujników chemicznych.

Motywacja: Selektywne oznaczanie bioanalitów (jonów metali, anionów, związków organicznych) w płynach ustrojowych oraz próbkach środowiskowych.

Tematyka badawcza realizowana w zespole to szeroko pojęta chemia supramolekularna. Na drodze klasycznej syntezy organicznej oraz w procesach stymulowanych promieniowaniem ultrafioletowym oraz mikrofalowym, otrzymywane są nowe receptory molekularne wykorzystywane do konstrukcji czujników chemicznych. Badania nad zależnością: struktura receptora a selektywność materiałów czujnikowych, prowadzone są równolegle z poszukiwaniem nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Prace nad czujnikami optycznymi dotyczą m.in. metod wykrywania i oznaczania bioanalitów w oparciu o cyfrową analizę barwy z wykorzystaniem odpowiednich aplikacji na powszechnie dostępne urządzenia mobilne.

Główne osiągnięcia projektu:

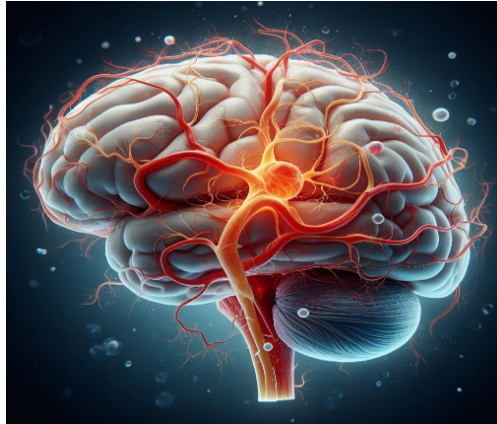
1. Efektywna synteza makrocyklicznych receptorów molekularnych.
2. Czułe na jony metali (ołów(II), miedź(II), bizmut(III), glin(III)) selektywne sensory optyczne z detekcją kolorymetryczną przy zastosowaniu urządzeń mobilnych.
3. Selekttywne w stosunku do biojonów (sód, potas, magnez) membranowe elektrody jonoselektywne.

Literatura:

1. Galiński, B., Wagner-Wysiecka, E. (2024). Sens Actuators B Chem, 399, 134798.
2. Wagner-Wysiecka, E., Szulc, P., Luboch, E., Chojnacki, J., Laskowska, D., Miklaszewska, P., Sowiński, P. (2023). ChemPlusChem, 88, 1-18.
3. Urbanowicz, M., Sadowska, K., Pijanowska, D. G., Pomećko, R., Bocheńska, M. (2020). Sensors, 20, 2817.

Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w przewidywaniu prawdopodobieństwa wystąpienia tętniaków wewnątrzczaszkowych i ocenie ryzyka ich pęknięcia wspierające podejmowanie decyzji klinicznych

Liderzy tematu: **dr n. med. Justyna Fercho, dr inż. Patryk Jasik**
Instytut Fizyki i Informatyki Stosowanej oraz Instytut Matematyki Stosowanej, PG
Katedra i Klinika Neurochirurgii, UCK w Gdańsku i Gdański Uniwersytet Medyczny



Cele badań:

Celem badań jest określanie prawdopodobieństwa przynależności pacjentów do grupy ryzyka pod względem występowania tętniaków wewnątrzczaszkowych oraz określanie czynników predysponujących do ich pęknięcia na podstawie analizy danych klinicznych i obrazowych.

Motywacja:

Oszacowanie ryzyka pęknięcia tętniaka jest niezwykle trudne, dlatego tak ważne jest wykrycie i zabezpieczenie tętniaka przed wystąpieniem krwotoku podpajęczynówkowego, który bezpośrednio zagraża życiu.

Przeprowadzona została wieloczynnikowa i wielowymiarowa statystyczna analiza eksploracyjna i porównawcza danych pacjentów z pękniętymi i niepękniętymi tętniakami mózgu w celu zbadania czynników różnicujących obie grupy w kontekście predyspozycji do wystąpienia tętniaka i/lub jego pęknięcia.

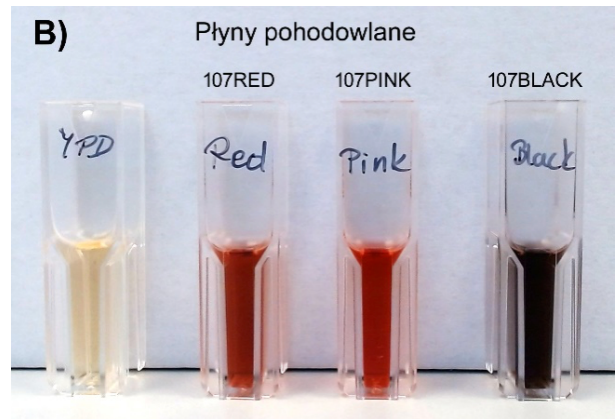
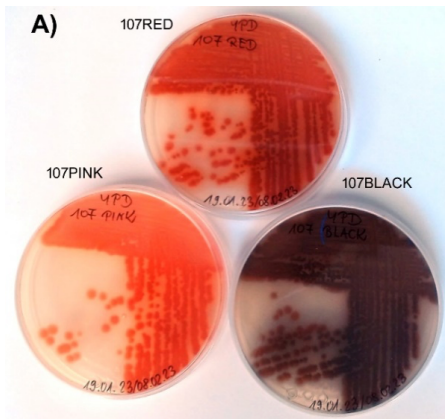
Do modelowania danych wykorzystywane są modele klasyfikacyjne w ramach koncepcji uczenia Positive-Unlabeled (PU), które zostały wytrenowane w oparciu o dostępne dane kliniczne i obrazowe. Pierwsze modele osiągają skuteczność mierzoną za pomocą metryki ROC AUC na poziomie 0,87.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Stworzenie skali punktacji ryzyka wystąpienia tętniaków wewnątrzczaszkowych, która będzie narzędziem pomagającym w kwalifikacji pacjentów do diagnostyki tej patologii.
2. Wczesne wykrycie tętniaka pozwoli na szybsze wdrożenie leczenia i zapobiegnięcie jego pęknięciu.
3. Zwiększenie wykrywalności tętniaków mózgu na podstawie rutynowych badań.

Mikroorganizmy – wydajni producenci naturalnych barwników

Liderka tematu: dr hab. inż. Marta Wanarska, prof. PG
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny



Hodowle szczepów *K. bupleuri* 107RED, 107PINK i 107BLACK na podłożu YPD (A) i płyny pohodowlane po hodowli *K. bupleuri* w pożywce YPD (B)

Cele badań: Izolacja i charakterystyka mikroorganizmów wytwarzających barwniki oraz optymalizacja warunków biotechnologicznej produkcji mikrobiologicznych barwników.

Motywacja: Naturalne barwniki pochodzenia mikrobiologicznego, ze względu na niski koszt produkcji, biokompatybilność, biodegradowalność i ciekawe właściwości, stanowią interesującą alternatywę dla barwników syntetycznych.

Niektóre gatunki bakterii, grzybów oraz mikroalg wytwarzają związki chemiczne absorbujące światło widzialne, tj. barwniki mikrobiologiczne, o bogatej paletce barw, od żółtej (antrachinony, karotenoidy), po czarną (melaniny). Niektóre z nich absorbują również światło UV, czy też mają cechy materiałów półprzewodnikowych (melaniny). W przyszłości mogą one zastąpić barwniki syntetyczne, np. w przemyśle spożywczym, kosmetycznym czy tekstylnym, ale też znaleźć zastosowanie w medycynie (materiały biomedyczne), technologiach fotowoltaicznych (fotoogniwa barwnikowe, DSSC, z ang. dye-sensitized solar cells), czy elektronice. Bogatym źródłem mikroorganizmów produkujących barwniki są próby środowiskowe, zwłaszcza z obszarów o zimnym klimacie.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Wyizolowano i scharakteryzowano grzyby drożdżopodobne *Kabatiella bupleuri* zdolne do wydzielania mieszaniny naturalnych barwników do pożywki hodowlanej.
2. Opracowano metodę ekstrakcji barwników z płynów pohodowlanych.
3. Wyekstrahowane barwniki zastosowano do fotouczulenia anody fotoogniwa DSSC.

Literatura:

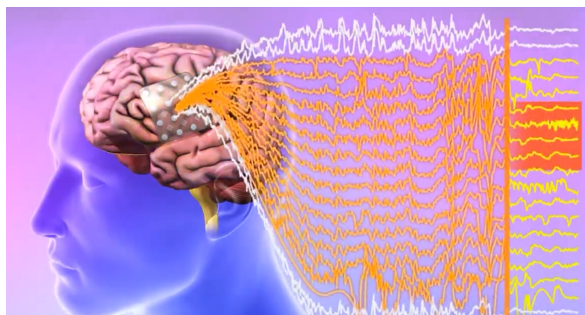
1. Cieśliński H., Szkoła M., Wanarska M., Szczep grzyba drożdżopodobnego *Kabatiella bupleuri* 107PINK i jego zastosowanie w otrzymywaniu barwników, sposób otrzymywania barwników mikrobiologicznych z wykorzystaniem grzyba drożdżopodobnego oraz zastosowanie uzyskanych barwników do fotouczulania anod. Zgłoszenie patentowe P.445402 z 29.06.2023.

marta.wanarska@pg.edu.pl

Neuromodulacja bioelektrycznych aktywności mózgu w celu poprawy pamięci i funkcji poznawczych

Lider tematu: **dr Michał Kucewicz**

Katedra Systemów Multimedialnych, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Laboratorium Elektrofizjologii Mózgu i Umysłu - Brain & Mind Electrophysiology Lab



Cele badań: Zrozumienie, zmapowanie i zmodulowanie aktywności elektrycznej sieci neuronowych odpowiadających za kodowanie i przywracanie śladów pamięci.

Motywacja: Zaburzenia pamięci i funkcji poznawczych występują praktycznie w każdej chorobie mózgu jak i nasilają się wraz z wiekiem w naszym starzejącym się społeczeństwie. Obecnie nie ma skutecznych leków lub terapii, które by przeciwdziałały czy odwracały te zaburzenia. Nowe technologie do sczytywania i inteligentnej stymulacji bioelektrycznej aktywności mózgu stwarzają nowe możliwości terapii skupionych na konkretnych obwodach i regionach mózgu czy nawet poszczególnych sieciach neuronowych odpowiadających za tworzenie i przywracanie śladów pamięci.

Nasze laboratorium Elektrofizjologii Mózgu i Umysłu stosuje najnowsze technologie do pomiaru i stymulacji elektrofizjologicznych aktywności mózgu u pacjentów z zaimplantowanymi elektrodami i urządzeniami do leczenia np. lekoopornej padaczki. W tej grupie pacjentów udało nam się zlokalizować anatomiczne cele w mózgu do stymulacji poprawiającej wykonywanie zadań pamięciowych i wyższych funkcji wykonawczych. Stymulacja przednich obwodów korowo-wzgórzowych całkowicie odwróciła zaburzenia pamięci u pierwszych pacjentów z epilepsją. Udało nam się też uchwycić aktywności fal mózgowych o wysokich częstotliwościach leżących u podstaw poszczególnych konceptów i śladów ich pamięci. Wyniki tych badań są chronione przez europejskie i międzynarodowe patenty oraz artykuły naukowe publikowane w najbardziej renomowanych czasopismach biomedycznych takich jak Brain czy interdyscyplinarnych z grupy wydawniczej Nature.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Stworzenie interdyscyplinarnej grupy neuronaukowców, inżynierów biomedycznych i lekarzy oraz międzynarodowych unikalnych śródczaszkowych nagrań z mózgu ludzkiego podczas wykonywania testów na pamięci i wyższe funkcje poznawcze.
2. Odkrycie anatomicznych celów i aktywności fal mózgowych dla skutecznej terapii zaburzeń pamięci i funkcji poznawczych.
3. Transfer najnowszych technologii do pomiaru i stymulacji bioelektrycznej aktywności mózgu do badań w Polsce.

APRIORA - Ulepszona ocena ryzyka dla strategicznego zarządzania wodami w celu zmniejszenia emisji mikrozanieczyszczeń w regionie Morza Bałtyckiego

Liderka tematu: **dr hab. inż. Aneta Łuczkiwicz, prof. PG**
Katedra Technologii i Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

APRIORA

Ulepszona ocena ryzyka dla strategicznego zarządzania wodami w celu zmniejszenia emisji mikrozanieczyszczeń w regionie Morza Bałtyckiego

#MadeWithInterreg



STRONA

Projekt ten, współfinansowany przez Unię Europejską (ERDF), pomaga usunąć zanieczyszczenia z naszych wód.



Cele badań:

Stworzenie ram oceny ryzyka opartych na efektywnym monitorowaniu, modelowaniu oraz wielokryterialnej ocenie zagrożeń, oraz przygotowanie przyjaznego dla użytkownika, otwartego środowiska QGIS.

Motywacja:

Zmniejszenie emisji mikrozanieczyszczeń do wód, zwłaszcza farmaceutyków.

Planuje się wprowadzenie zaawansowanych metod oczyszczania do wszystkich większych oczyszczalni ścieków (z ang. wastewater treatment plants, WWTP) o równoważnej liczbie mieszkańców (RLM) powyżej 100 000, a następnie także do mniejszych o RLM między 10 000 a 100 000, jeśli istnieje ryzyko dla środowiska (z ang.: risk assessment, RA) lub zdrowia publicznego. Regionalne agencje ochrony środowiska (z ang. Environmental Protection Agencies, EPAs lub ich odpowiedniki), we współpracy z operatorami oczyszczalni ścieków, są odpowiedzialne za ocenę tego ryzyka oraz proponowanie odpowiednich działań zaradczych. Jednakże, brakuje wystarczających informacji dotyczących emisji mikrozanieczyszczeń i narzędzi do spójnej oceny ryzyka oraz skuteczności działań naprawczych.

Projekt APRIORA ma na celu stworzenie ram oceny ryzyka opartych na efektywnym monitorowaniu, modelowaniu oraz wielokryterialnej ocenie zagrożeń, oraz przygotowanie przyjaznego dla użytkownika, otwartego środowiska QGIS. Poprzez szkolenia i transfer opracowanego schematu oceny ryzyka,

APRIORA wzmocnienie zdolności interesariuszy projektu do spełnienia wymogów nowej dyrektywy dotyczącej oczyszczania ścieków. Wprowadzenie odpowiednich systemów zarządzania zasobami wodnymi, opartych na proponowanym przez APRIORA schemacie oceny ryzyka, będzie gwarantować właściwą ochronę środowiska i zdrowia publicznego w miejscach, gdzie jest to konieczne.

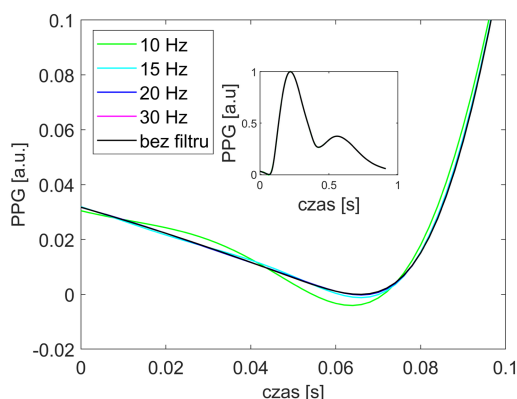
Projekt finansowany w ramach funduszy europejskich w ramach programu Interreg Baltic Sea Region

aneta.luczkiwicz@pg.edu.pl, filip.gamon@pg.edu.pl

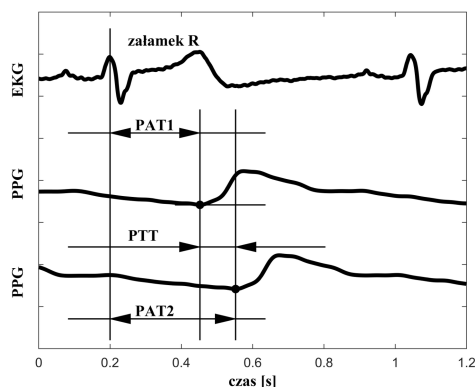
Nieinwazyjna estymacja ciśnienia

Lider tematu: dr inż. Artur Poliński

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Rys. 1. Ilustracja wpływu filtracji na zniekształcanie sygnału fotopletyzograficznego.



Rys. 2. Ilustracja parametrów czasowych wykorzystywanych w estymacji ciśnienia.

Cele badań:

Celem badań jest ocena możliwości estymacji ciśnienia wykorzystując pomiary fotopletyzograficzne oraz impedancyjne.

Motywacja:

Cięśnienie krwi jest jednym z parametrów wykorzystywanych w diagnostyce medycznej. Jego monitorowanie jest szczególnie ważne u osób z nadciśnieniem i chorobami serca. Opracowanie wiarygodnej metody umożliwiającej ciągły i nieinwazyjny pomiar ciśnienia krwi jest dużym wyzwaniem. Do estymacji ciśnienia krwi można próbować wykorzystać metody pośrednie bazujące m.in. na fotopletyzografii i pletyzmografii impedancyjnej.

W ramach badań analizowane są właściwości pomiarowe fotopletyzografii wpływające na możliwość estymacji ciśnienia krwi. Analizowane są minimalne wymagania dotyczące częstotliwości próbkowania sygnału i jego filtracji (Rys. 1), wpływu parametrów naczyń krwionośnych na zmianę kształtu fali tętna oraz wpływu tych parametrów na estymację ciśnienia.

Analizowane są minimalne wymagania dotyczące częstotliwości próbkowania sygnału i jego filtracji (Rys. 1), wpływu parametrów naczyń krwionośnych na zmianę kształtu fali tętna oraz wpływu tych parametrów na estymację ciśnienia." Alternatywą dla metody fotopletyzograficznej może być pletyzmografia impedancyjna. W przypadku tej metody analizowane są również jej własności, w tym wpływ rozmieszczenia elektrod pomiarowych na wyniki pomiarów. Przykładowa ilustracja parametrów, które można wykorzystać do estymacji ciśnienia z sygnału fotopletyzograficznego pokazana jest na rysunku Rys. 2.

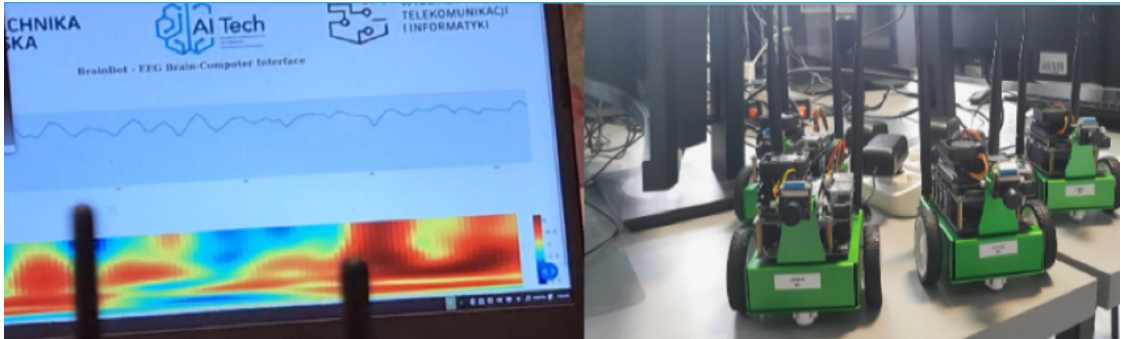
Główne osiągnięcia projektu:

1. Zbadano możliwość poprawy estymacji ciśnienia z wykorzystaniem fotopletyzografii i dodatkowych sygnałów np. EKG.
2. Określono możliwość poprawy estymacji ciśnienia z wykorzystaniem fotopletyzografii i dodatkowych sygnałów np. EKG.
3. Zbadano wpływ położenia elektrod na wyniki pomiarów impedancyjnych.

BrainBot - interfejs mózg komputer

Lider tematu: **dr inż. Tomasz Kocejko**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań: Opracowanie metod fuzji danych EEG (które odczytują intencje ruchowe użytkownika) z systemem widzenia komputerowego (który wykrywa przeszkody w otoczeniu), aby stworzyć spójny i niezawodny system sterowania wózkiem inwalidzkim.

Motywacja: Zapewnienie wysokiej precyzji i szybkiej reakcji systemu BCI poprzez optymalizację algorytmów przetwarzania sygnałów EEG oraz detekcji i klasyfikacji przeszkód za pomocą widzenia komputerowego. Zwiększenie bezpieczeństwa użytkownika podczas poruszania się w różnych środowiskach przez wdrożenie mechanizmów wykrywania i omijania przeszkód, które minimalizują ryzyko kolizji i wypadków.

Brainbot to projekt, który otwiera nowe możliwości dla osób z ograniczeniami ruchowymi. Nasza innowacyjna technologia łączy interakcję człowieka z komputerem, interfejs mózg-maszyna (BMI) oraz system wykrywania przeszkód, aby umożliwić zdalne sterowanie robotem na kołach.

Jak to działa?

System wykorzystuje sygnały EEG, które są klasyfikowane podczas wyobrażenia sobie ruchu i stanów głęwej relaksacji. Za pomocą zmodyfikowanego układu elektrod oraz zaawansowanych modeli konwolucyjnych sieci neuronowych (CNN), system pozwala na sterowanie ruchem robota mobilnego z dużą dokładnością. Dlaczego to ważne? Opracowane rozwiązanie może być kluczowe dla osób, które mają trudności z tradycyjną obsługą pojazdów, szczególnie dla tych, którzy są sparaliżowani. Przedstawione rozwiązanie projektowane jest z myślą o bezpiecznym sterowaniu wózkiem inwalidzkim za pomocą sygnałów EEG, unikając przypadkowych ruchów pojazdu.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Zaimplementowanie zintegrowanego systemu z wykrywaniem przeszkód w otoczeniu, pozwalającego na skuteczną kontrolę ruchu pojazdu.
2. Zapewnienie bezpieczeństwa poprzez mechanizm zapobiegania kolizjom oparty na analizie otoczenia za pomocą widzenia komputerowego.

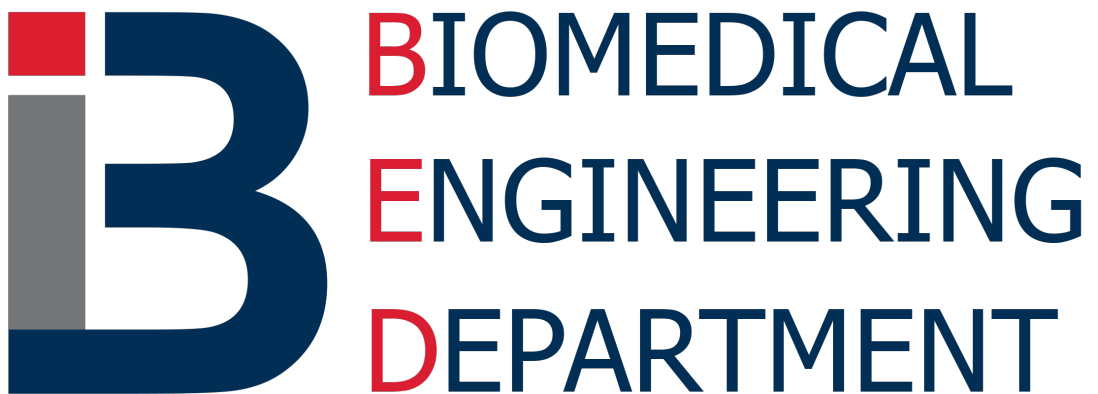
tomasz.kocejko@pg.edu.pl

Inżynieria biomedyczna nowy program kształcenia na kierunku

Już wkrótce nowy program kształcenia na międzywydziałowym kierunku studiów inżynieria biomedyczna. W programie kształcenie ukierunkowane na nowoczesne technologie w medycynie i bezpieczeństwie osób.

Więcej informacji wkrótce na stronie: <https://eti.pg.edu.pl/KIBM>.

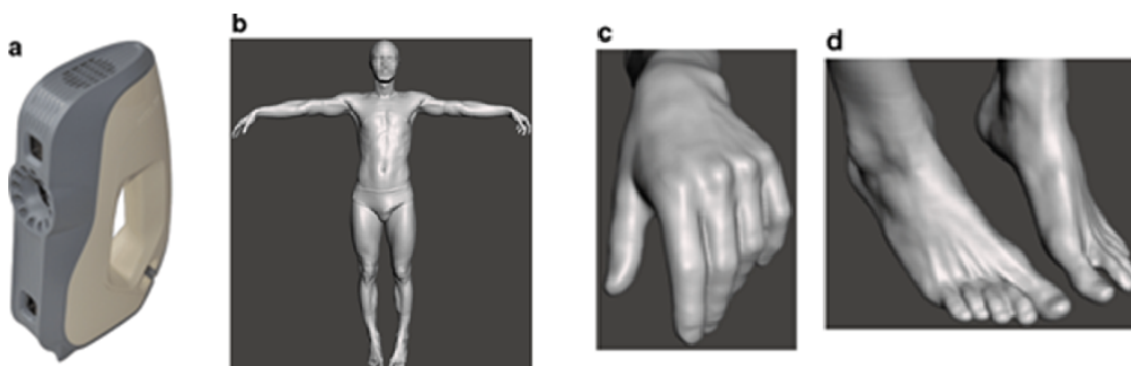
Serdecznie zapraszamy!



<https://eti.pg.edu.pl/KIBM>

Metodyka szybkiego i dokładnego wyznaczania powierzchni ciała człowieka

Lider tematu: **prof. dr hab. inż. Grzegorz Redlarski**
Katedra Biomechatroniki, Wydział Elektrotechniki i Automatyki



Rys. 1. a) skaner Artec 3D Eva, b) model 3D pacjenta, c) model 3D dłoni, d) model 3D stóp.

Cele badań: Opracowanie nowych wzorów do szybkiego i dokładnego szacowania powierzchni ciała człowieka – wskaźniki BSA oraz TBSA.

Motywacja: Wskaźnik określający powierzchnię ciała człowieka, BSA, (Body Surface Area) stanowi istotny parametr wykorzystywany w wielu obszarach medycyny, m.in. w onkologii, toksykologii czy dawkowaniu leków. Brak precyzji na etapie wyznaczania wartości BSA przekłada się na błędne dawki leków. Ponadto liczne, a powszechnie stosowane wzory charakteryzują się znaczącą rozbieżnością błędów obliczeń, co nastęrcza trudności na etapie selekcji optymalnych wzorów. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku tzw. wskaźników TBSA (Total Body Surface Area), które znajdują szczególne zastosowanie w procesie leczenia oparzeń i transplantologii.

Prowadząc badania [1] udokumentowano rozbieżności pomiędzy wartościami BSA i TBSA wynikającymi z użycia różnych, a powszechnie stosowanych w medycynie wzorów. Na bazie techniki skanowania 3D [2] określono rzeczywistą powierzchnię ciała pacjentów, a następnie zaproponowano znacznie dokładniejsze wzory dla populacji osób dorosłych [3].

Główne osiągnięcia projektu:

1. Wykazanie i udokumentowanie rozbieżności pomiędzy rzeczywistą powierzchnią ciała, a wartościami otrzymanymi za pomocą powszechnie stosowanych wzorów.
2. Opracowanie nowych wzorów do wyznaczania wskaźników BSA i TBSA u osób dorosłych.
3. Przeprowadzenie badań pilotażowych mających na celu rozpoczęcia badań w grupie dzieci.

Literatura:

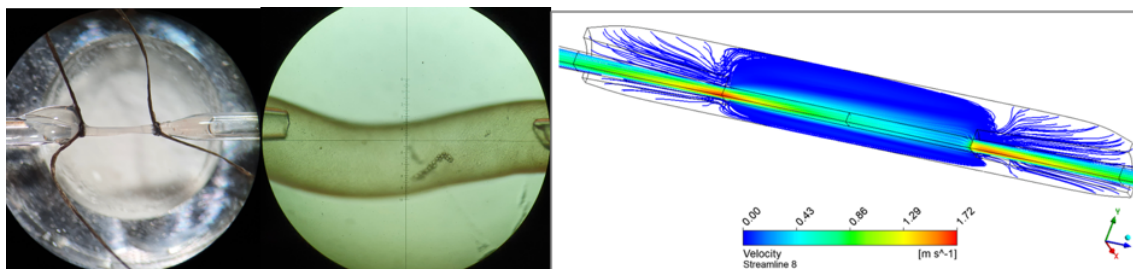
1. G. Redlarski, A. Palkowski, and M. Krawczuk, "Body surface area formulae: an alarming ambiguity," *Sci. Rep.*, vol. 6, no. 1, p. 27966, 2016.
2. G. Redlarski, M. Krawczuk, and A. Palkowski, "Application of 3D whole body scanning in research on human body surface area," in *Book of Abstr. 3DBODY. TECH 2017 8th Int. Conf. and Exh. on 3D BSPT*, Montreal, Canada, 2017.
3. Grzegorz Redlarski et al.: "An improvement of Body Surface Area formulas using the 3D scanning technique," *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*, 2024.

Przedmiotowe badania zostały sfinansowane ze środków NCN w ramach projektu nr 2014/15/B/NZ7/01018.

Obliczenia, pomiary i badanie związków pomiędzy przepływem krwi, funkcją śródbłonna oraz odpowiedzią mechanoreceptorów w naczyniach krwionośnych w kontekście modelowania tych zjawisk

Lider tematu: **dr inż. Bartosz Sobczyk**

Katedra Wytrzymałości Materiałów, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska



Cele badań:

Celem projektu jest rozpoczęcie prac eksperymentalnych i symulacji obliczeniowych zjawisk związanych z przepływem krwi w tętnicach lub elementach je imitujących (dreny), aby uefektować metody diagnostyki chorób układu krążenia.

Motywacja:

Aktualny sposób diagnostyki chorób układu krążenia typu tętniak w głowie, sercu, lub na aorcie, nie jest satysfakcjonujący. Potrzebne jest poszerzenie tej diagnostyki, wyroczenie poza obecne standardy postępowania i wdrożenie nowych kryteriów, które pozwolą poprawić rokowania pacjentów z tętniakami. Jest to możliwe przy pomocy metod obliczeniowych, które pozwalają na ograniczenie liczby eksperymentów i badań wykonywanych na organizmach żywych oraz zapewniają praktycznie nieograniczone wgląd w fizykę i istotę analizowanego problemu.

W badaniach wykorzystywany jest przede wszystkim potencjał metod numerycznych. Do opisu przepływu krwi i zachowania się naczyń krwionośnych wykorzystywane są równania mechaniki ciała stałego i płynów rozwiązywane metodami numerycznymi: elementów skończonych (MES) i objętości skończonych (MOS).

Główne osiągnięcia projektu:

1. Walidacja hipersprężystych związków konstytutywnych i modeli obliczeniowych.
2. Analiza wybożenia mysich tętnic szyjnych.
3. Badania mysich tętnic szyjnych z wykorzystaniem miografu DMT.
4. Analizy typu Fluid Structure Interaction.

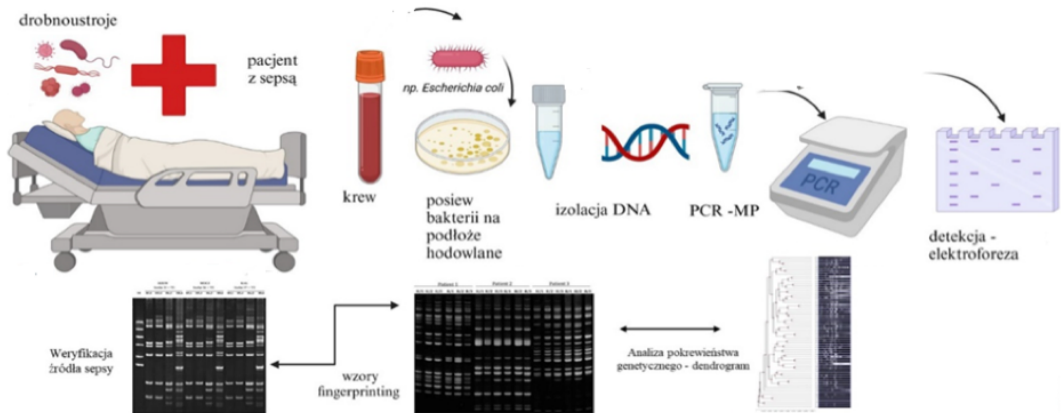
Literatura:

1. Sobczyk, B.; Chróścielewski, J.; Wilde, K. Numerical Analysis of Mice Carotid Arteries' Response Emphasizing the Importance of Material Law Constants' Validation. Appl. Sci. 2024, 14, 3571. <https://doi.org/10.3390/app14093571>.

bartosz.sobczyk@pg.edu.pl

Epidemiologia molekularna w poszukiwaniu źródła sepsy

Liderka tematu: **dr hab. Beata Krawczyk, prof. PG**
Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii, Wydział Chemiczny



Cele badań: Analiza pokrewieństwa genetycznego drobnoustrojów odpowiedzialnych za sepsę/urosepsę z zastosowaniem metody PCR-MP (PCR-Melting profile).

Motywacja: Metoda typowania genetycznego PCR MP jest szybka i tania, którą można wykorzystać w badaniach epidemiologicznych zakażeń szpitalnych, w badaniach populacyjnych, analizach DNA różnego pochodzenia, zwłaszcza bakterii. Nie wymaga skomplikowanego, drogiego sprzętu.

Epidemiologia molekularna wykorzystuje m.in. zróżnicowanie genetyczne populacji drobnoustrojów w obrębie gatunku, nazywane typowaniem genetycznym. W celu ustalenia źródła sepsy można zastosować techniki typowania genetycznego, które nie wymagają znajomości analizowanej sekwencji drobnoustroju i posiadają odpowiedni potencjał różnicujący.

Technika PCR MP (PCR melting profiles), jest metodą typowania genetycznego, która umożliwia: (1) ustalenie źródła zakażenia, rezerwuaru, (2) drogi transmisji bakterii, (3) identyfikuje translokację bakterii w organizmie, (4) pozwala ustalić czy jest to nowe zakażenie czy infekcja nawracająca.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Zakażenie układu moczowego i translokacja bakteryjna z układu pokarmowego mogą być przyczyną bakteriemii/sepsy.
2. Typowanie genetyczne to narzędzie stosowane w epidemiologii molekularnej, daje tzw. wzór „fingerprint” bakterii.
3. Metody typowania genetycznego odróżniają sepsę spowodowaną zakażeniem egzogennym (np. zakażeniem szpitalnym) od zakażeń endogennych (własnymi bakteriami np. z układu pokarmowego) lub sepsę pozaszpitalną spowodowaną np. zakażeniem układu moczowego.

Literatura:

1. Krawczyk, B., Samet, A., Leibner, J., Sledzińska, A., & Kur, J. (2006). Evaluation of a PCR melting profile technique for bacterial strain differentiation. *J. of Clin. Microbiol.*, 44(7), 2327-2332.

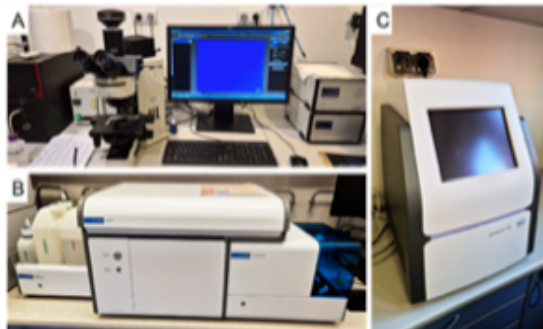
Prezentowane przykłady genotypowania są wynikami **grantu NCN OPUS-15 (UMO-2018/29/B/NZ7/02489)**.

Badanie mechanizmów molekularnych przeciwdrobnoustrojowej aktywności produktów naturalnych

Lider tematu: **dr hab. inż. Piotr Szweda, prof. PG**
Katedra Technologii Leków i Biochemii, Wydział Chemiczny



Rysunek 1. Produkty pszczele wykorzystywane w badaniach nad ustaleniem molekularnych mechanizmów aktywności biologicznej produktów pszczelich: A) miód, B) propolis, C) pyłek, D) pierzga. Zdjęcia własne – dr inż. Karolina Matejczuk.



Rysunek 2. Aparatura wykorzystywana do badań nad ustaleniem molekularnych mechanizmów aktywności biologicznej produktów pszczelich: A) Mikroskop fluorescencyjny Olympus BX60, B) Cytometr przepływowy Agilent NovoCyte, C) Termocyklery Roche Light Cycler 96. Zdjęcia własne – dr inż. Karolina Matejczuk.

Cele badań: Ustalenie molekularnych mechanizmów przeciwbakteryjnej i przeciwgrzybowej aktywności produktów pszczelich – propolisu, miodu, pyłku i pierzgi a także olejków eterycznych i ekstraktów otrzymywanych z wybranych gatunków roślin.

Motywacja: Ustalenie molekularnych mechanizmów aktywności biologicznej produktów naturalnych jest kluczowe dla ich bardziej powszechnego stosowania w praktyce klinicznej (aktualnie bardzo ograniczone). W naszym zespole do tego celu wykorzystujemy: technikę RT-PCR, cytometrię przepływową oraz mikroskopię fluorescencyjną.

Przeprowadzone w naszym zespole badania pozwoliły na wytypowanie składników aktywnych propolisu, miodów oraz ekstraktów pozyskiwanych z określonych źródeł botanicznych. W przypadku większości z badanych produktów celem molekularnym – miejscem działania składników aktywnych jest najprawdopodobniej błona komórkowa.

Główne osiągnięcia projektu:

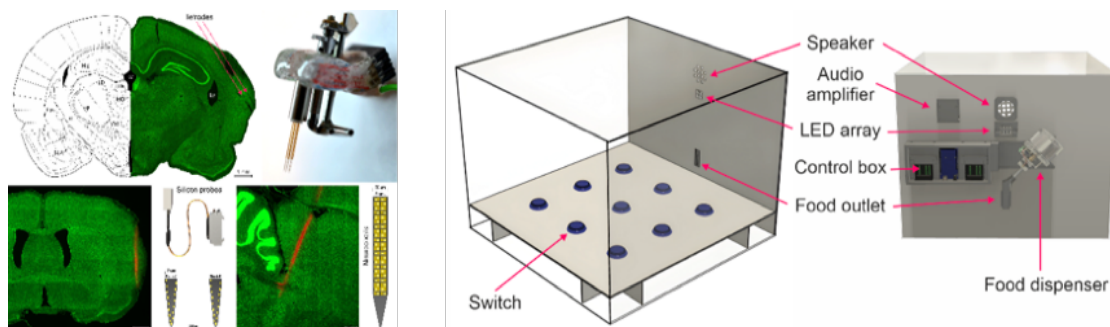
1. Identyfikacja fitozwiązków odpowiedzialnych za aktywność przeciwdrobnoustrojową ekstraktów i produktów pszczelich.
2. Identyfikacja błony komórkowej jako podstawowego celu molekularnego badanych produktów.

Badania finansowane w ramach projektu **NCN - UMO-2020/39/B/NZ7/02901** „Propolis oraz polifenole pozyskiwane z tego produktu jako potencjalne środki przeciwgrzybicze”.

Modulacja pamięci poprzez elektryczną stymulację mózgu

Lider tematu: **dr Maciej Jankowski**

Katedra Systemów Multimedialnych, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki,
DeepBrainLab



Cele badań:

Projekt ma na celu opracowanie skutecznych metod i strategii poprawy pamięci przy pomocy elektrycznej stymulacji mózgu za pomocą interfejsów mózg-komputer.

Motywacja:

Prowadzimy badania podstawowe, mające na celu wyjaśnienie, w jaki sposób poprzez stymulację elektryczną mózgu możemy poprawić pamięć. Współpracujemy z dr Michałem Kucewiczem, wspierając jego badania w tym temacie u pacjentów. Docelowo chcemy dostarczyć wzorce stymulacji poprawiające pamięć dla inwazyjnych interfejsów mózg-komputer, a tym samym pomóc wielu osobom z zaburzeniami pamięci o różnej etiologii.

Podczas naszych prac będziemy badać obwód neuronalny krytyczny dla pamięci. Będziemy stymulować elektrycznie jedną ze struktur (przednie wzgórze) i rejestrować aktywność w dwóch innych kluczowych strukturach obwodu pamięci (hipokampie i korze przedczołowej).

Sprawdzimy, w jaki sposób stymulacja elektryczna wpływa na funkcje pojedynczych neuronów i ich grup oraz czy ma potencjał do poprawy pamięci na poziomie behawioralnym. W tym celu skonstruowaliśmy specjalną, zautomatyzowaną arenę eksperymentalną dla szczurów, gdzie będziemy je uczyć zapamiętywania sekwencji przycisków do naciśnięcia, aby uzyskać smakowitą nagrodę.

U wytrenowanych szczurów będziemy sprawdzać, jak stymulacja elektryczna przedniego wzgórza wpływa na ich zdolność do używania zapamiętanych sekwencji. Skuteczne parametry stymulacji postaramy się wdrożyć w badaniach klinicznych u pacjentów.

Oczekiwane osiągnięcia projektu:

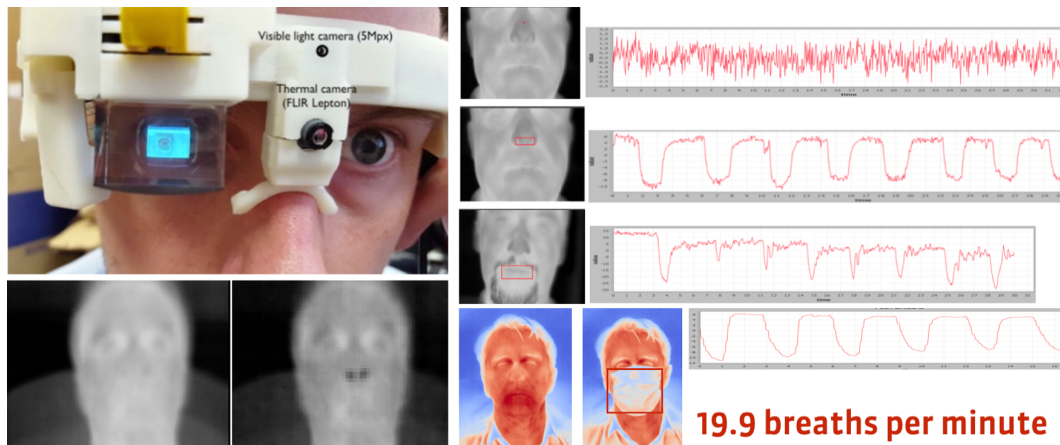
1. Zbadamy jak stymulacja elektryczna mózgu zmienia działanie neuronów odpowiedzialnych za naszą pamięć.
2. Zweryfikujemy, jakie parametry stymulacji są najskuteczniejsze w poprawie pamięci przestrzennej.

maciej.jankowski@pg.edu.pl, <https://www.deepbrainlab.com/>

BE-LIGHT Poprawa diagnostyki biomedycznej dzięki technologiom opartym na obrazowaniu i uczeniu maszynowym

Lider tematu: **prof. dr. hab. inż. Jacek Rumiński**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań:

Poprawa diagnostyki medycznej z wykorzystaniem obrazowania multispektralnego i algorytmów sztucznej inteligencji.

Motywacja:

Obrazowanie medyczne w połączeniu z nowoczesnymi metodami uczenia głębokiego przyniosą ogromne korzyści w zakresie wczesnej diagnostyki chorób i ogromne korzyści ekonomiczne krajowym systemom opieki zdrowotnej.

W ramach projektu europejskiego współpracujemy między innymi z takimi uczelniami jak Universitat Politecnica de Catalunya (Hiszpania), Sorbonne Universite (Francja), Georg-August Universitat Gottingen (Niemcy) i innymi.



Sztuczna inteligencja (AI) i uczenie maszynowe (ML) wykazały swoją zdolność do klasyfikowania i identyfikowania wzorców w danych, osiągając poziom niezawodności porównywalny z poziomem niezawodności doświadczonych lekarzy. Potencjał tych technologii zostanie powiązany z obrazowaniem optycznym (obrazowanie wielospektralne, eye-tracking, optyczna tomografia koherencyjna, wielospektralna tomografia optoakustyczna, mikroskopia superrozdzielcza i optogenetyka),

Główne osiągnięcia projektu:

1. Nowe metoda diagnostyki zmian skórnych poprzez rozwój nowoczesnych metod uczenia głębokiego w obrazowaniu multispektralnym.
2. Nowa metoda wizualizacji zmian w skórze związanych z perfuzją z wykorzystaniem wizualizacji multimodalnej i analizy sekwencji obrazów w czasie.

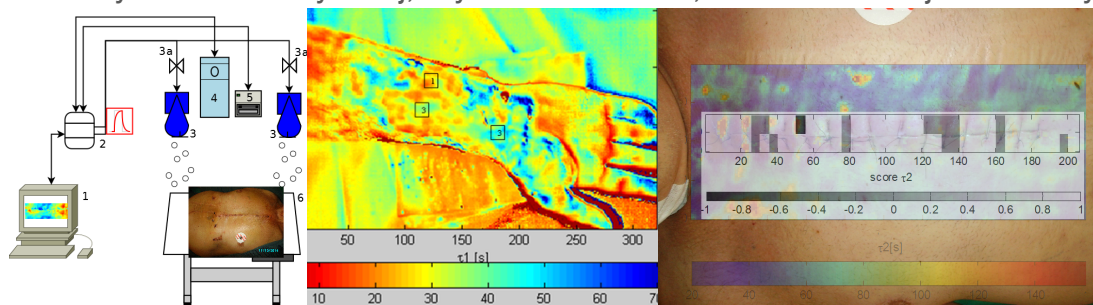
Badania finansowane w ramach projektu **Horyzont Europa (HORIZON-MSCA-2022-DN-01)**, „BE-LIGHT Improving BioMedical diagnosis through LIGHT-based technologies and machine learning”.

jacek.ruminski@pg.edu.pl, <https://belightproject.eu>

Aktywna Termografia Dynamiczna w wybranych aplikacjach medycznych

Lider tematu: **dr hab. inż. Mariusz Kaczmarek, prof. PG**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań:

Celem prowadzonych prac był rozwój algorytmów i procedur diagnostyki termicznej na drodze bezkontaktowych pomiarów w podczerwieni w celu wdrożenia ich do obiektywnej, ilościowej, nieuraznej i bezstresowej oceny stanu tkanek w wybranych aplikacjach diagnostyki medycznej.

Motywacja:

Aktywna termografia dynamiczna (ATD) jest metodą obrazowania zmian temperatury na powierzchni badanego obiektu w czasie jako odpowiedzi na zastosowane pobudzenie zewnętrzne (ogrzewanie lub chłodzenie). Celem badania jest określenie właściwości obiektu w czasie trwania termicznych procesów przejściowych, takich jak grzanie lub chłodzenie. Formą odpowiedzi obiektu na to pobudzenie jest zmiana

Na rysunku zaprezentowano schemat blokowy stanowiska do badań metodami aktywnej termografii dynamicznej. Stanowisko składa się z komputera centralnego (1), którego zadaniem jest akwizycja zdjęć z aparatu fotograficznego (5) oraz sekwencji termograficznych z kamery termograficznej (4); generacja sygnałów sterujących aparatami do kriostymulacji (3) poprzez elektrozawory (3a). Ostateczne dopasowanie sygnałów sterujących odbywa się w sterowniku (2), który jest odpowiedzialny za dopasowanie poziomów napięć sterujących oraz zapewnienie odpowiedniej wydajności prądowej I/O. Pacjent podczas badania leży na łóżku z wyeksponowaną powierzchnią ciała poddawana badaniu ADT. Powierzchnia ta schładzana jest mieszaniną CO₂ i powietrza, co daje mieszaninę gazu o założonej temperaturze bliskiej zera stopni Celsjusza.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Opracowano podstawy metody diagnostycznej pozwalającej na ilościową ocenę stopnia oparzenia powierzchniowego poprzez określenie obszaru oraz głębokości rany oparzeniowej i klasyfikacji tej rany do leczenia zachowawczego lub do leczenia chirurgicznego.
2. Zastosowanie ATD pozwala już w czasie trwania operacji ocenić kondycję mięśnia serca i w wypadku pogarszających się parametrów zareagować natychmiast, co pozwala na uniknięcie reoperacji lub zgonu pacjenta. Obrazowanie termiczne w operacjach pomostowania tętnic wieńcowych CABG umożliwia określenie stanu drożności poprowadzonych pomostów.
3. ADT w ocenie stanu gojenia rany pooperacyjnej w trakcie pobytu pacjenta na oddziale pooperacyjnym i przed wypisaniem go do domu pozwala na wykrycie stanów zapalnych i zakażenia rany jeszcze przed pojawieniem się widocznych symptomów.

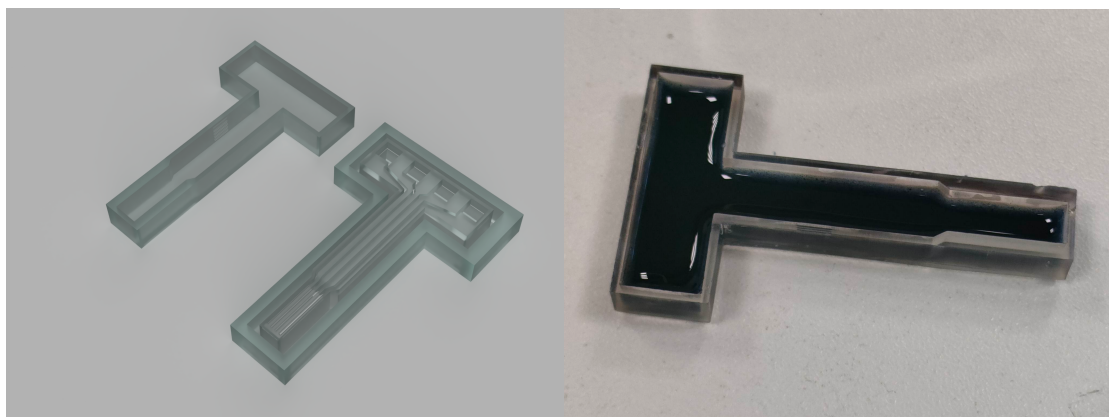
Literatura:

1. Kaczmarek M., Królicki L., Kulikowski L., Nowakowski A., red.: Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna Podstawy i Zastosowania, 2020, tom 8, Obrazowanie biomedyczne, rozdział 2.11 – s. 479-504, M.Kaczmarek, A.Nowakowski, Aktywna termografia Dynamiczna-przetwarzanie serii obrazów w diagnostyce medycznej, AOW Exit, 2020.
2. Kaczmarek M., Nowakowski A. Z.: Active Dynamic Thermography in Medical Diagnostics// Application of Infrared to Biomedical Sciences/ ed. E.Y.K. Ng and M. Etehadtavakol : Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2017, s.291-310.

mariusz.kaczmarek@pg.edu.pl

Opracowanie wielofunkcyjnej elektrody neuronowej z wykorzystaniem polimeru przewodzącego

Lider tematu: **dr inż. Karolina Cysewska**
Katedra Inżynierii Materiałów Funkcjonalnych, Wydział ETI



Cele badań: Głównym celem badań jest opracowanie wielofunkcyjnej elektrody do stymulacji neuronowej z wykorzystaniem polimeru przewodzącego.

Motywacja: Prawie 1000 milionów ludzi cierpi na problemy neurologiczne, takie jak padaczka, choroby Alzheimera i Parkinsona, migreny, miażdżyca czy infekcje nerwowe. W większości przypadków odbudowę ścieżki nerwowej można wykonać poprzez wprowadzenie elektrody w tkankę nerwową. Obecnie rynek elektrod neuronowych opiera się głównie na czystych metalach, takich jak złoto czy platyna. Metale te wykazują niską porowatość i mało rozwiniętą strukturę, co powoduje słabą integrację elektrody ze środowiskiem tkankowym, powodując wysoki stan zapalny wokół implantu. To z kolei prowadzi do degeneracji transmisji sygnału i ogranicza efektywną żywotność elektrody. Modułacja elektrody interfejsu za pomocą materiału nanostrukturalnego (przewodząca powłoka polimerowa) może zwiększyć efektywność i stabilność tych elektrod.

Badania w ramach projektu pozwolą na przygotowanie wielofunkcyjnej stałej i elastycznej elektrody bazującej na polimerze PEDOT, zawierającej zarówno elektryczne, jak i chemiczne funkcje interfejsu neuronowego, których funkcjonalne parametry elektryczne będą co najmniej tak samo wydajne, jak obecnie stosowane elektrody metaliczne.

Główne osiągnięcia projektu:

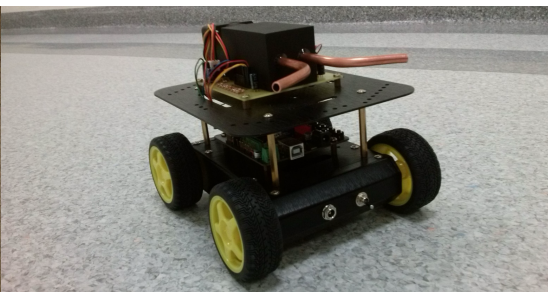
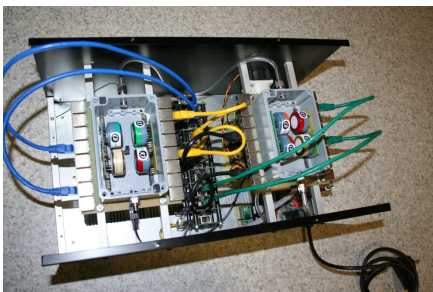
1. Opracowany prototyp stałej i elastycznej elektrody na bazie polimeru przewodzącego z pożądanymi właściwościami elektrycznymi i interfejsem chemicznym pozwalającym na wydzielanie leku przeciwzapalnego podczas stymulacji.
2. Walidacja prototypu w środowisku ludzkich komórek nerwowych in-vitro.

Badania finansowane w ramach projektu **Narodowego Centrum Nauki nr 2021/43/D/ST7/01362**.

Elektroniczny nos jako narzędzie analizy składu mieszanin gazowych

Lider tematu: **dr inż. Grzegorz Jasiński**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań:

Celem badań jest opracowanie elektronicznego nosa pozwalającego na analizę składu mieszanin gazowych przeznaczonego do wykorzystania w pomiarze stężeń zanieczyszczeń powietrza, diagnostyce medycznej lub przy ocenie jakości produktów żywnościowych.

Motywacja:

Elektroniczny nos to tanie i przenośne urządzenie pozwalające na badanie zapachów i pomiar stężenia gazów imitujące działanie ludzkiego nosa. Urządzenie zbudowane jest z matrycy odpowiednio dobranych czujników, odpowiednich elektronicznych układów pomiarowych oraz bloku analizy sygnałów odpowiednio dobrany pod kątem aplikacji systemu. Opracowane urządzenie może być wykorzystane m.in. w diagnostyce medycznej do badań przesiewowych pomagając w wykryciu takich chorób jak COVID-19, cukrzyca lub astma.

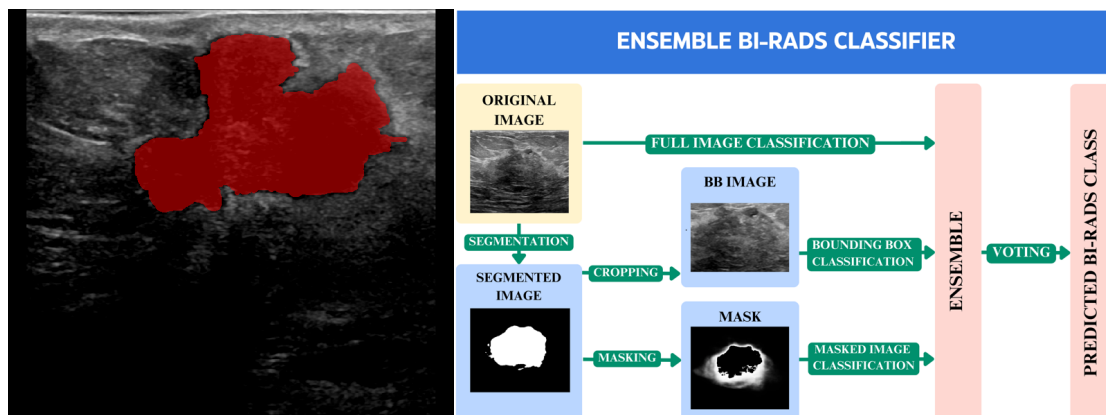
Prowadzone badania mają na celu opracowanie przenośnego miernika kilku gazów jednocześnie o niewielkim jednostkowym koszcie. Miernik opiera się na elektrochemicznych czujnikach gazów oraz opracowanych układach elektronicznych. Sercem systemu jest odpowiednie oprogramowanie sterujące pomiarem z poszczególnych czujników oraz analizujące dane. Zaprojektowany system dzięki uniwersalnej budowie ma też szansę na zastosowanie w wielu obszarach, gdzie pomiar gazów ma istotne znaczenie. Przykładowo w trakcie niektórych procesów produkcyjnych kontrola składu powietrza może pozwolić na lepszą kontrolę poprawności procesu produkcyjnego, a w rezultacie wpłynąć na polepszenie jakości, zmniejszenie kosztów, itp. W przemyśle spożywczym urządzenie może być wykorzystane do kontroli jakości produktów (np. świeżości mleka, jakości win). Prowadzone prace obejmują m.in. opracowanie algorytmów minimalizujących efekt dryftu i starzenia czujników oraz wykrywanie uszkodzeń czujników.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Opracowano przenośne i uniwersalne urządzenie realizujące funkcje e-nosa.
2. Opracowano szereg algorytmów poprawiających właściwości czujników i e-nosa.
3. Wykorzystanie e-nosa w badaniach m.in. produktów spożywczych (sezonowanie wołowiny, badania mleka) i zanieczyszczeń powietrza.

Segmentacja zmian nowotworowych na obrazowaniu ultrasonograficznym

Lider tematu: **dr inż. Tomasz Dziubich**
Katedra Architektury Systemów Komputerowych, Wydział ETI



Cele badań: Stworzenie oprogramowania komputerowego wspomagającego diagnostykę nowotworów piersi w badaniu ultrasonograficznym.

Motywacja: Jedną z najczęściej stosowanych metod w diagnostyce nowotworów piersi jest ultrasonografia. Podstawą skierowania pacjenta na zabieg biopsji jest prawidłowa detekcja zmiany nowotworowej i jej ocena wg skali BI-RADS. Skala ta odwzorowuje prawdopodobieństwo wystąpienia zmiany oraz jej złośliwości. Uzyskana wartość wpływa na dalsze postępowanie

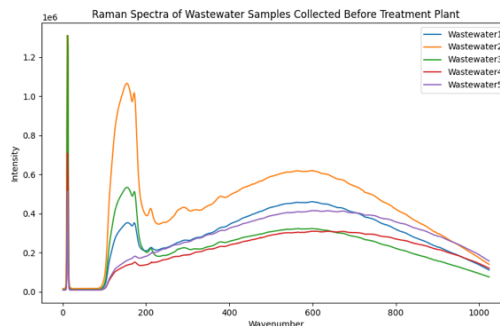
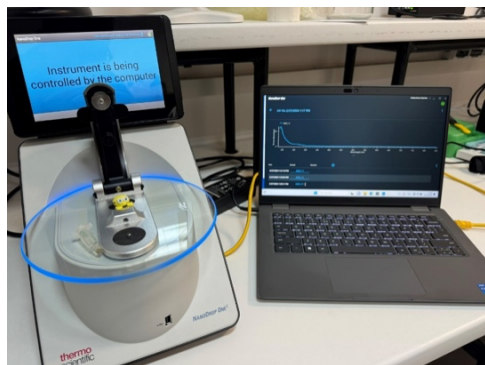
W ramach badań realizowanych we współpracy z Gdańskim Uniwersytetem Medycznym, utworzono architekturę Tumor-PVT składającej się z (a) kodera sieci w postaci architektury Vision Transformer; (b) modułu fuzji kaskadowej (CFM) do łączenia wysokopoziomowych cech; (c) modułu identyfikacji maskowania (CIM) do przefiltrowania informacji niskopoziomowych oraz (d) modułu agregacji podobieństwa (SAM) do integracji cech wysoko- i niskopoziomowych w celu utworzenia ostatecznej decyzji sieci. Dokładność segmentacji model w metryce Dice=0.8098. Model został zintegrowany z oprogramowaniem 3D Slicer.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Opracowanie unikalnego modelu głębokiej sieci neronowej do detekcji i segmentacji zmian nowotworowych.
2. Zintegrowano opracowane rozwiązanie z popularną aplikacją do przeglądania obrazów medycznych w formacie DICOM.
3. Wdrożono usługę na serwerach Wydziału Elektroniki Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej.

Analiza ścieków miejskich w poszukiwaniu biomarkerów za pomocą spektroskopii UV-Vis i Ramana

Liderzy tematu: **prof. dr hab inż. Małgorzata Szczerska, mgr inż Adam Władziński**
Katedra Optoelektroniki, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań: Wykorzystanie spektroskopii UV-Vis i Ramana do identyfikacji biomarkerów w ściekach miejskich. Wyprodukowanie sondy do czujnika światłowodowego, aby poprawić wykrywanie biomarkerów w ściekach.

Motywacja: Rozwój zaawansowanych metod monitorowania bezpieczeństwa epidemiologicznego poprzez analizę ścieków. Monitorowanie ścieków umożliwia wczesne wykrywanie patogenów i zanieczyszczeń chemicznych, co jest kluczowe dla ochrony zdrowia i środowiska.

Badania koncentrują się na analizie ścieków miejskich pobranych z różnych lokalizacji w Gdańsku. Próby są analizowane za pomocą spektroskopii UV-Vis i Ramana, co pozwala na wykrycie organicznych i nieorganicznych związków chemicznych. Spektroskopia UV-Vis mierzy absorpcję światła ultrafioletowego i widzialnego a spektroskopia Ramana identyfikuje specyficzne wiązania chemiczne przez pomiary energii drgań.

Dotychczasowe osiągnięcia projektu:

1. Przeprowadzenie pomiarów spektroskopowych próbek ścieków.
2. Zaprojektowanie końcówki do sondy światłowodowej, która będzie używana w przyszłych badaniach.
3. Używanie metod optycznych do analizy jakości wydruków 3D sondy światłowodowej, co pozwoli na badanie różnych projektów w przyszłości.

Projekt jest współfinansowany przez programy DS Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej oraz grant NdS/551425/2022/2022 w ramach programu Ministerstwa Edukacji i Nauki.

ADMEDVOICE - Adaptacyjny system inteligentnego przetwarzania mowy lekarzy wraz ze strukturalizacją wyników badań i wspomaganie procesu terapeutycznego

Lider tematu: **prof. dr hab. inż. Andrzej Czyżewski**

Katedra Systemów Multimedialnych, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki

ADMEDVOICE



Aktualne statystyki

21980
dodanych tekstów

12436
aktywnych tekstów

80352
zarejestrowanych plików

149
aktywnych użytkowników

ADMEDVOICE - Projekt współfinansowany przez
Rządowe Centrum Badawczo i Doskonałości w ramach programu
Infostateg IV, nr projektu INFOSTATEG-IV/0003/2022
Dofinansowanie: 7 983 375,00 PLN Całkowita wartość: 8 299 875,00 PLN



Cele badań: W wyniku realizacji projektu zostanie opracowane i wdrożone rozwiązanie przy użyciu którego lekarze przywołują głosowo dostępne wyniki badań diagnostycznych i parametrów klinicznych pacjentów, wypełniają w trybie interaktywnym dokumentację medyczną, stosownie do potrzeb tworzą opisy i ordynują leczenie.

Motywacja: Przyspieszenie i ułatwienie pracy lekarzy poprzez redukcję nakładu pracy wymaganej w związku ze sporządzaniem dokumentacji medycznej.

System samoczynnie generuje szablony do wypełniania i w tym szablony adaptacyjne, umożliwiające wprowadzanie danych bezpośrednio do rozpowszechnionych w placówkach zdrowia systemów informatycznych, w tym danych z wywiadu lekarskiego, automatycznie strukturalizowanych opisów wyników diagnostycznych, edytowalnych głosowo i umożliwi dyktowanie skierowań na badania, recept i zwolnień lekarskich z uwzględnieniem zabezpieczeń dostępu do danych.

Głęboko uczone sieci neuronowe (model językowy Whisper OpenAI) są dotrenowywane do rozpoznawania mowy personelu medycznego w języku polskim.

Lista głównych osiągnięć projektu:

1. Rozpoznawanie mowy z uwzględnieniem słownictwa medycznego w języku polskim.
2. Diaryzacja mowy (automatyczne przyporządkowanie wypowiedzi do mówców w przypadku mowy równoczesnej).
3. Zastosowanie metod przetwarzania języka naturalnego (NLP) do określania kontekstu w celu automatycznego przyporządkowania treści do odpowiednich pól dokumentacji medycznej.

Inteligentne przetwarzanie sygnałów fonicznych do celów diagnostycznych i terapeutycznych

Liderka tematu: **prof. dr hab. inż. Bożena Kostek**

Laboratorium Akustyki Fonicznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań: Główny wątek badań dotyczył automatycznej detekcji błędów wymowy z wykorzystaniem głębokiego uczenia maszynowego w celu wsparcia nauki języka obcego, ale drugim ważnym kierunkiem badań było automatyczna detekcja mowy zaburzonej w celach diagnostycznych oraz komunikacji z chatbotami.

Motywacja: Tematyka prowadzonych badań dotyczy obecnie najszybciej rozwijającego się obszaru uczenia maszynowego, jakim jest komunikacja człowiek-komputer i liczne aplikacje związane z inteligentnym przetwarzaniem sygnałów fonicznych, w tym sygnału mowy oraz mowy zaburzonej. Znaczący udział w tym rozwoju mają największe światowe korporacje, w tym firma Amazon. Jednak naukowcy i badacze środowisk naukowych z powodzeniem podejmują tę tematykę, osiągając często porównywalne wyniki.

W ramach prowadzonych badań w LAF, WETI, PG powstały liczne prace ukierunkowane na inteligentne przetwarzanie sygnałów fonicznych, w tym sygnału mowy zaburzonej, do celów diagnostycznych i terapeutycznych. Wynikiem tych prac była m.in. wyróżniona rozprawa doktorska dr. Daniela Korzekwy – realizująca tę tematykę. Zagadnienia związane z nauką języka wspomaganą komputerowo (ang. Computer-Assisted Language Learning; CALL), w szczególności odmiana tego typu systemów, tj. dotyczących wykrywania błędów w wymowie i treningu wymowy przez osoby uczące się języka angielskiego (Computer-Assisted Pronunciation Training; CAPT) jest silnie rozwijana nie tylko przez środowisko naukowe, ale przede wszystkim przez światowe korporacje, co świadczy o aktualności i ważności tej tematyki.

Zrealizowane badania otwierają możliwość generowania mowy syntetycznej, która naśladuje nierodzimą mowę i pozwala na trenowanie modeli wykrywania błędów wymowy tylko na danych syntetycznych, co znacząco poprawia dokładność wykrywania błędów wymowy w nierodzimym mowie.

Lista głównych osiągnięć projektu:

1. Opracowano nowatorskie metody głębokiego uczenia w celu automatycznego wykrywania błędów wymowy w nierodzimym (drugi język – L2) mowie angielskiej oraz **wdrożono je na urządzeniach Alexa**, obsługujących miliony użytkowników Amazon na całym świecie.
2. Metody uczenia głębokiego służące do wykrywania błędów wymowy w nierodzimym mowie angielskiej można przenieść na pokrewne zadania wykrywania i rekonstrukcji mowy dyzartrycznej.

Literatura:

Korzekwa, D., Lorenzo-Trueba, J., Drugman, T., & Kostek, B. (2022). Computer-assisted pronunciation training—Speech synthesis is almost all you need. SPEECH COMMUNICATION, 142, 22-33.

bozkostek@audioakustyka.org

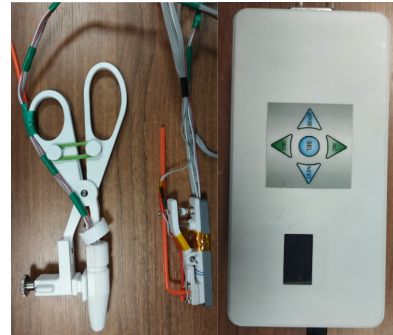
Systemy i urządzenia wspierające operacje chirurgiczne

Lider tematu: **dr inż. Adam Bujnowski**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Urządzenie do oceny potrzeby przeszczepu skóry.



Układ oraz urządzenie do oceny ukrwienia fragmentów przewodu pokarmowego.

Cele badań: Celem badań jest opracowanie nowych metod i rozwiązań konstrukcyjnych wspomagających chirurga w trakcie różnych zabiegów, w szczególności biopsji kanałów mlekowych, oceny ukrwienia jelita cienkiego i innych.

Motywacja: Wspomaganie chirurga w jego pracy z wykorzystaniem nowoczesnych i innowacyjnych rozwiązań może znacznie poprawić skuteczność przeprowadzanych zabiegów.

W ramach prac badawczych powstały prototypy innowacyjnych urządzeń takich jak:

- ekstraktor tkanek miękkich z przeznaczeniem do biopsji kanałów mlekowych,
- prototyp systemu do oceny ukrwienia jelita cienkiego,
- prototypy systemów do pomiaru naprężenia płatów skórnych w trakcie zespalania.

Opracowane rozwiązania są przedmiotem procedur patentowych i/lub posiadają już przydzielony numer prawa patentowego.

Główne osiągnięcia projektu:

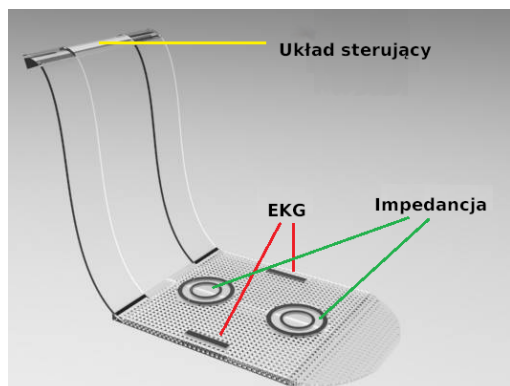
1. Patent PL 238600, Urządzenie do biopsji tkanki miękkiej, zwłaszcza ludzkiej. Autorzy Jerzy Wtorek, Adam Bujnowski, Lech Józefiak, Jacek Zieliński, 2021.
2. Patent PL 244042, Urządzenie do śródoperacyjnego pomiaru ukrwienia narządów przewodu pokarmowego podczas wybranych zabiegów chirurgicznych. Autorzy Jacek Zieliński, Jerzy Wtorek, Adam Bujnowski, Tomasz Neuman, 2022.
3. Informacje medialne: <https://gumed.edu.pl/66742.html>, https://onkonet.onkonet.onkonet.pl/n_n_urzadzenie_do_oceny_ukrwienia_gumed.php.

Kolejne rozwiązania są w trakcie opracowywania. Urządzenia są weryfikowane w trakcie procedur przedklinicznych i będą podlegać dalszemu rozwojowi i badaniom klinicznym.

Nowe metody diagnostyki medycznej w warunkach domowych - Active Assisted Living

Lider tematu: **dr inż. Adam Bujnowski**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Mata do wanny (EKG i bioimpedancja)

Pilot z dodatkowymi systemami diagnostycznymi

Cele badań:

Celem prowadzonych prac jest opracowanie metod pomiarowych, czujników i systemów umożliwiających wspomaganie osób starszych lub chorych w domu. Opracowywane systemy mają być wbudowane w naturalne otoczenie osoby, np. w wannę, w fotel, itp.

Motywacja:

Umożliwienie wykrywania wczesnych objawów chorób oraz detekcja zagrożeń wspiera samodzielne życie osób starszych i chorych w ich naturalnym środowisku tak długo, jak to jest dla nich bezpieczne i uzasadnione.

Wspierając osoby starsze warto rozważyć możliwość zdalnego nadzorowania ich stanu zdrowia. W tym celu w Katedrze opracowano szereg rozwiązań pozwalających na zdalne nadzorowanie dobrostanu osoby w mieszkaniu. Są to m. in. inteligentna wanna, fotel/mata na fotel mierzące częstość serca/puls, system wykrywania upadków pod prysznicem, pilot zdalnego sterowania z wybranymi funkcjami medycznymi, inteligentna waga oraz szereg czujników i detektorów pozwalających na uzyskanie wiedzy na temat behawiorystyki i podstawowych parametrów życiowych nadzorowanej osoby.

Warto nadmienić, że znakomita większość urządzeń nie wymaga ich noszenia. Integrują się z otoczeniem, nie zmuszając osoby monitorowanej do zmiany przyzwyczajeń.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Ppracowano prototypy kilkunastu urządzeń.
2. Urządzenia wystawiano na targach Ce-BIT, Technikon, Salmed, CISCO Forum, itd..
3. Uzyskano liczne nagrody i medale za opracowane innowacje.
4. Prace są rozwijane zarówno w kierunku lepszej jakości danych, jak i dla nowych aplikacji (np. monitoring kierowców).

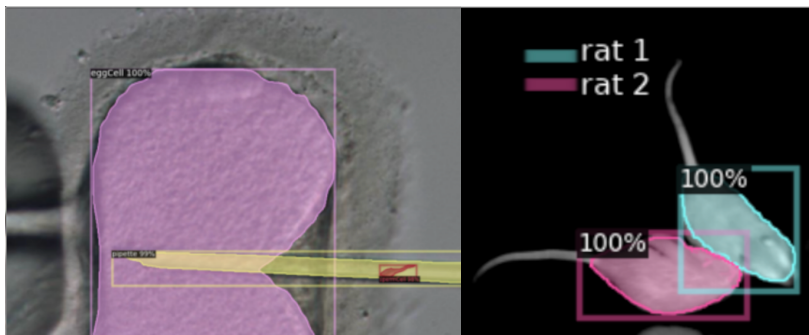
Prace badawcze realizowano m.in. w ramach projektu POIR Domestic oraz projektu UE AAL Ella4Life, we współpracy z partnerami ze Szwajcarii, Holandii i Rumunii.

adam.bujnowski@pg.edu.pl

Segmentacja w obrazach bio-medycznych

Liderka tematu: **dr inż. Magdalena Mazur-Milecka**

Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań: Segmentacja obiektów na obrazach mikroskopowych oraz w zakresie podczerwieni w celu automatycznej parametryzacji obiektów lub zdarzeń.

Motywacja: Segmentacja pozwala na dokładniejszą reprezentację obiektów na obrazach, co umożliwia automatyzację oraz zwiększenie precyzji parametryzacji obiektów w celu:

1. Wsparcia wykonywania procedury in-vitro. Znajomość kształtu oraz położenia określonych elementów daje możliwość precyzyjnej kontroli zdarzeń takich jak przebicie błony komórkowej czy wprowadzanie plemnika do wnętrza komórki.
2. Analizy zachowań zwierząt laboratoryjnych. Identyfikacja osobników i parametryzacja kształtu ciał jest kluczowa w procesie automatycznej analizy zachowań stadnych.

Projekt obejmuje stworzenie narzędzi automatycznej segmentacji przy użyciu architektury uczenia głębokiego dostosowanych do niestandardowych obrazów, np. mikroskopowych czy obrazów z kamer termograficznych.

Główne osiągnięcia projektu:

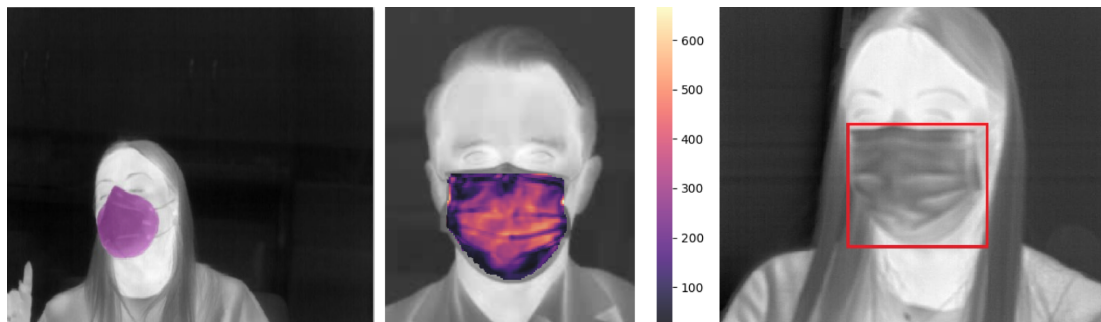
1. Segmentacja zwierząt laboratoryjnych na obrazach w zakresie podczerwieni w celu identyfikacji i ciągłego śledzenia osobników.
2. Segmentacja plemnika na obrazach mikroskopowych w celu wsparcia pracy embriologów.
3. Segmentacja istotnych elementów (komórka jajowa, igła z plemnikiem) w celu kontroli poprawności wykonania procedury in-vitro.

Projekt prowadzony we współpracy z Kliniką Leczenia Niepłodności INVICTA.

magdalena.milecka@pg.edu.pl

Detekcja maseczek i estymacja częstotliwości oddychania na podstawie analizy sekwencji obrazów termicznych

Liderzy tematu: **mgr inż. Natalia Kowalczyk, prof. dr hab. inż. Jacek Rumiński**
Katedra Inżynierii Biomedycznej, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki



Cele badań:

Celem badań jest opracowanie metod pozwalających na automatyczną estymację częstotliwości oddychania u osób noszących maseczki na twarzy.

Motywacja:

W czasach pandemii lub epidemii, wielu miejscach wymaga się noszenia maseczek, aby zminimalizować ryzyko rozprzestrzeniania się chorób. Często jednym z kluczowych wskaźników zdrowotnych jest częstotliwość oddychania. Opracowanie automatycznej metody wykrywania tej częstotliwości umożliwi ocenę stanu zdrowia bez konieczności zdejmowania maseczki, co przyczynia się do zapobiegania dalszemu szerzeniu się chorób.

Zebrano i opatrzono adnotacjami ponad 10 000 obrazów termowizyjnych osób noszących maseczki. Następnie stworzono i przeszkolono modele umożliwiające wykrywanie twarzy w maseczce, identyfikację obszaru maseczki oraz segmentację tego obszaru na obrazach termowizyjnych. Na podstawie zidentyfikowanych obszarów przeprowadzono estymację częstotliwości oddechu, wykorzystując zmiany temperatury w wykrytym obszarze związane z fazą wdechu i wydechu.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Utworzenie i zebranie zbioru obrazów termowizyjnych osób noszących maseczki.
2. Rozwinięcie metod detekcji i segmentacji maseczek na twarzy na obrazach termowizyjnych.
3. Ocena częstotliwości oddechu u osób w maseczkach.

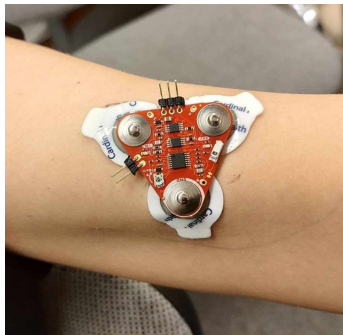
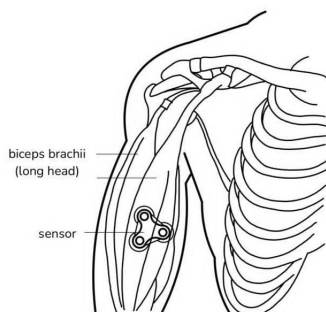
Literatura:

1. N. Kowalczyk and J. Rumiński, "Respiratory Rate Estimation Based on Detected Mask Area in Thermal Images," 2023 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), Vancouver, BC, Canada, 2023, pp. 6042-6051.
2. Kowalczyk, N., Sobotka, M., & Rumiński, J. (2023). Mask Detection and Classification in Thermal Face Images. IEEE Access, 11, 43349-43359.

natalia.kowalczyk@pg.edu.pl

Jakie możliwości skrywają w sobie mięśnie?

Lider tematu: inż. Daniel Cieślak
Koło naukowe MILAB Medical Intelligence Lab



Cele badań:

Stworzenie „mięśniowego holtera” do ciągłego śledzenia i analizy działań mięśni. Analizy tych badań będą również potrzebne przy ocenie potencjału powierzchniowego elektromiografii (Surface EMG) do zastosowania w diagnozie choroby Parkinsona. Skupiamy się także na sprawdzeniu zależności aktywności mięśniowej od ciśnienia krwi przy wykorzystaniu EKG i pulsoksymetru jako mechanizmu pomiaru prędkości nowej frakcji krwi. Ma to za zadanie pomóc kosmonautom efektywne monitorowanie ich fizjologii, gdyż w warunkach mikrogravitacji aktywność mięśniowa szybko maleje, co z kolei jest niebezpieczne dla ich zdrowia.

Motywacja:

Badania mają na celu monitorowanie zdrowia i bezpieczeństwa kosmonautów oraz wykorzystanie nieinwazyjnego badania powierzchniowego EMG do oceny postępu choroby Parkinsona.

Przeprowadzono badania na 5 osobach chorych na chorobę Parkinsona i 5 zdrowych. Dane wykorzystaliśmy w artykule na temat potencjału zastosowania surface EMG w badaniach nad chorobą Parkinsona. Praca została złożona na 16th International Conference on Human System Interaction IEEE HSI 2024. Dzięki współpracy z Stowarzyszeniem dla Osób z Chorobą Parkinsona planujemy badania na większej liczbie pacjentów.

Główne osiągnięcia projektu:

1. Monitorowanie fizjologiczne kosmonautów za pomocą EKG i pulsoksymetru.
2. Przeprowadzenie badania na osobach zdrowych i chorych na Parkinsona.
3. Dalszy rozwój projektu dzięki zgłoszeniu do konkursu realizowanego w Beijing Institute of Technology.

Projekt finansowany ze środków pozyskanych od Dziekana Wydziału Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej oraz SSPG.

milab.weti@student.pg.edu.pl

GUT OPTICA Student Chapter

Marta Szczerska, Michał Suplewski
Koło GUT OPTICA

Koło naukowe GUT OPTICA, założone na Politechnice Gdańskiej dziesięć lat temu, rozpoczęło swoją działalność jako niewielka grupa studentów z zamiłowaniem do optyki i fotoniki. Początki skupiały się na organizacji warsztatów jak i lokalnych konferencji, co stanowiło pierwsze kroki w zarządzaniu projektami w naukowym świecie. Dzięki ciągłemu zaangażowaniu, nasze możliwości znacznie się rozszerzyły, czemu sprzyjała współpraca z takimi uczelniami jak Osaka University czy National Taiwan University of Science and Technology, otwierająca nowe perspektywy przez wymianę doświadczeń.

W ciągu ostatnich dziesięciu lat, GUT OPTICA rozszerzyło swoje działania znacznie poza początkowe ramy, zdobywając umiejętności w zarządzaniu projektami naukowymi oraz organizacji wydarzeń. Centralnym punktem naszej działalności stały się międzynarodowe konferencje, takie jak OPTO 2023, które gromadzą ekspertów z całego świata, wymieniających się najnowszymi badaniami i innowacjami. Dzięki takim wydarzeniom, członkowie koła mogą nie tylko dzielić się wiedzą, ale także nawiązywać wartościowe kontakty międzynarodowe.

Edukacja i popularyzacja nauki to kolejne filary działalności koła. Organizujemy warsztaty i seminaria, takie jak te podczas Bałtyckiego Festiwalu Nauki, które mają na celu promowanie nauk ścisłych wśród młodzieży. Wprowadziliśmy również warsztaty dotyczące automatyki budynkowej i projektowania zabezpieczeń optoelektronicznych, co zwiększa kompetencje praktyczne naszych członków.



Nasze badawcze projekty obejmują szeroki zakres działań, od rozwoju innowacyjnych czujników światłowodowych, które mogą służyć jako systemy wczesnego ostrzegania w dziedzinie medycyny, po badania nad zachowaniem smarów w warunkach kosmicznych, co ma kluczowe znaczenie dla przyszłych misji kosmicznych. Przykładem naszej działalności jest rozwój sensora optycznego do wczesnego wykrywania stanów septycznych, który potencjalnie może rewolucjonizować metody diagnozy medycznej.

Zaangażowanie członków naszego Koła Naukowego w interdyscyplinarne projekty, takie jak CA21159 - "Understanding interaction light – biological surfaces: possibility for new electronic materials and devices", odgrywa kluczową rolę w naszych działaniach. Praca w ramach tego projektu skupia się na eksploracji mikro- i nanostruktur biologicznych powierzchni i ich potencjalnych zastosowaniach w elektronice. Równie istotne jest nasze uczestnictwo w projekcie OPT iGEN SANITAS, którego celem jest rozwój systemów monitorujących rozprzestrzenianie się chorób zakaźnych.

Dodatkowo, warto wspomnieć o naszym zaangażowaniu w projekt „Mental Health in Academia”, wspierany przez OPTICA. Jego głównym celem jest podniesienie świadomości na temat zdrowia psychicznego w środowisku akademickim. Te inicjatywy nie tylko poszerzają granice wiedzy naukowej, ale także przyczyniają się do rozwoju nowych technologii i poprawy jakości życia na całym świecie, zwracając równocześnie uwagę na ważne aspekty zdrowia psychicznego wśród społeczności akademickiej.

Po dekadzie pełnej nauki i rozwoju, GUT OPTICA Student Chapter nie zwalnia tempa. Nasze koło naukowe zostało uznane za najlepsze koło naukowe w dziedzinie fotoniki w Polsce w 2023 roku, co potwierdza, że nasza praca ma realny wpływ zarówno na społeczność akademicką, jak i lokalną. Dzięki pasji i zaangażowaniu członków, GUT OPTICA kontynuuje swoje misje edukacyjne i badawcze.

Projekt i opracowanie: Magdalena Madej, Jacek Rumiński, Ignacy Rogoń.
Ilustracje zostały dostarczone przez reprezentantów zespołów badawczych.

Centrum BioTechMed

Koordynator Centrum BioTechMed: prof. dr hab. inż. Jerzy Wtorek

E-mail: jerzy.wtorek@pg.edu.pl

Budynek WETI A, pokój 107

Tel.: 58 347 13 84

Rada Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna

Przewodnicząca: prof. dr hab. inż. Małgorzata Szczerska

E-mail: malszcze@pg.edu.pl

Budynek WETI A, pokój 351

Tel.: 58 347 13 61

Katedra Inżynierii Biomedycznej

Kierownik katedry: prof. dr hab. inż. Jacek Rumiński

E-mail: jacek.ruminski@pg.edu.pl

Budynek WETI A, pokój 227

Tel.: 58 347 27 85, 58 347 13 70



120 LAT

