

Sukcesy współczesnej nauki nie powstały dzięki wiedzy potocznej i doświadczeniu praktycznemu, które prawie przez dwa tysiące lat, od załazków Greckiej nauki i zniszczenia jej przez Rzymian w połowie drugiego wieku p.n.e. do wieku siedemnastego, dławiły rolę abstrakcji matematycznej i transcendencji wolnego myślenia. Matematyczny aspekt rzeczywistości jest niewątpliwym filarem poznania naukowego. Matematyka jest językiem fizyki, ale nie tylko. Służy rozumieniu Świata we wszystkich jego przejawach i na wszystkich poziomach jego organizacji. Każda wytworzona przez umysł struktura matematyczna, jeśli nie odnajduje się na danym etapie poznania, to inspiruje ku nowym skojarzeniom i reprezentacji w nie ogarnianych dotychczas obszarach doświadczeń. Znaczenie wzajemnego, twórczego oddziaływania wszystkich dziedzin nauki dostrzega się w burzliwym rozwoju metod obliczeniowych w złożonych problemach dużej ilości danych, ich redundancji, dynamice i wielu praktycznych zastosowaniach. Poznawanie świata determinowane jest, w znacznej mierze, przez działanie narządu myślenia. Dobra kondycja tego narządu, szczególnie u ludzi nauki, wymaga ciągłego rozwijania i ćwiczenia myślenia ścisłego opartego na matematycznej pralogice naszego języka.

Organizujemy więc „Warsztaty ścisłego myślenia II” przeznaczone dla szerokiego merytorycznie kręgu uczestników. Otwartych na prezentowanie własnych przemyśleń i badań z uwzględnieniem różnych specjalizacji wśród słuchaczy. Szczególny nacisk położony jest na zagadnienia złożoności systemów oraz zagadnienia z pogranicza dziedzin humanistycznych i matematyki, z odniesieniem do modelowania zjawisk w naukach przyrodniczych i społecznych.

*Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechniki Warszawskiej*

Warsztaty ścisłego myślenia II

Symposium Centrum Studiów Zaawansowanych PW,
Centrum Badania Ryzyka Systemowego UW

Europejskie Centrum Edukacji Geologicznej UW
Korzecko w Chęcinach

21-23 marca 2025



2



Centrum Studiów
Zaawansowanych
Politechnika Warszawska



Zespół prowadzący:

Stanisław Janeczko (CSZ), Marek Kuś (CBRS), Jacek Rogala (CBRS),
Barbara Roszkowska-Lech (MiNI), Sebastian Szymański (CBRS),
Marek Trippenbach (CBRS), Paweł Rządźewski (MiNI)

Organizatorzy:

Ilona Sadowska (CSZ), Bartosz Nowacki (CBRS), Wanda Borkowska (CSZ)

Harmonogram

piątek » 21 marca

15:00 – 16:00	zakwaterowanie
16:00 – 16:10	powitanie gości – prof. dr hab. Stanisław Janeczko
16:10 – 16:30	<i>Ukryte Symetrie</i> , prof. dr hab. Stanisław Janeczko, Centrum Studiów Zaawansowanych, Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych PW
16:35 – 16:50	<i>Modelowanie molekularne i jego zastosowania w badaniach nad fałdowaniem białek oraz inżynierii białek</i> , Antoni Maciejewski, Wydział Chemiczny PW
16:55 – 17:10	<i>Analiza zderzeń ciężkich jonów</i> , Jakub Masternak, Wydział Fizyki
17:15 – 17:30	<i>Inżynieria właściwości ferroelektrycznych za pomocą naprężeń w cienkich warstwach BaTiO₃</i> , <i>Badania metodami dynamiki molekularnej</i> , Adam Puchalski, Wydział Fizyki PW
17:35 – 17:50	<i>Trójskładnikowe wodne i bezwodne układy dwufazowe</i> , Kajetan Nocuń, Wydział Chemiczny PW
17:55 – 18:10	<i>Początki pracy z modelami AI na przykładzie detekcji klawiszy na klawiaturze</i> , Michał Paradowski, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych PW
18:15 – 18:30	<i>Projektowanie systemu informatycznego do zarządzania rozproszonym systemem wielorobotyczny na potrzeby badań planetarnych</i> , Julia Stypułkowska, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych PW
18:35 – 18:50	<i>Słów kilka o poprawności wykresów i wizualizacji danych</i> , Sebastian Botero Leonik, Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych PW
19:30	kolacja
20:30 – 21:30	dyskusja, prowadzenie: prof. S. Janeczko oraz dr hab. Jacek Rogala

sobota » 22 marca

08:00 – 09:00	śniadanie
09:05 – 09:20	<i>Zło konieczne, czyli jak zrobić pizzę z powietrza</i> , Jakub Borowicz, Wydział Chemiczny PW
09:25 – 09:40	<i>Czy istnieje idealny system wyborczy? O zagadce Lewisa Carrolla</i> , Mateusz Giermek, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
09:45 – 10:00	<i>Zadanie prognozowania zużycia energii przez bezzałogowe statki powietrzne (BSP)</i> , Mateusz Lerke, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
10:05 – 10:20	<i>Analiza technik propagandy w danych tekstowych</i> , Adam Majczyk, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
10:25 – 10:40	<i>Produkcja odkryć naukowych jako proces stochastyczny</i> , Karolina Bogacka, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
10:45 – 11:00	<i>Charakterystyka mikrofalowa w komorze klimatycznej przy użyciu otwartego rezonatora Fabry-Perot</i> , Piotr Baprawski, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych PW
11:00 – 12:00	przerwa kawowa
12:05 – 12:20	<i>Nowe podejście do charakterystyki EM dielektryków w otwartym rezonatorze Fabry-Perot: automatyzacja i pomiary wielopunktowe</i> , Piotr Polnau, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych PW
12:25 – 12:40	<i>Charakterystyka niskostratnych dielektryków w pasmie D za pomocą otwartego rezonatora Fabry-Perot</i> , Jan Sosulski, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych PW
12:45 – 13:00	<i>Ilość kontra różnorodność: Wpływ danych na wykrywanie patologii EEG za pomocą zaawansowanych modeli ML</i> , Jacek Rogala, Centrum Badania Ryzyka Systemowego UW
13:05 – 13:20	<i>Od symulacji do terapii – jak modelowanie CFD i biomateriały zmieniają leczenie chorób naczyniowych</i> , Ewa Poźniak, Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej PW
13:25 – 13:40	<i>Czy ChatGPT jest inteligentniejszy od ciebie?</i> , Piotr Sowiński, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
13:45 – 15:00	obiad
15:00 – 17:00	czas wolny
17:05 – 17:20	<i>O sprawdziwalnych podziałach grafów</i> , Paweł Rzążewski, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW

17:25 – 17:40	<i>Metody komputerowe w matematyce</i> , Hubert Grochowski, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
17:45 – 18:00	<i>Optymalizacja syntezy DDNP (diazodinitrofenolu)</i> , Leon Proevski, Wydział Chemiczny PW
18:05 – 18:20	<i>Alternatywy dla testów na zwierzętach – czy możemy całkowicie zrezygnować z badań in vivo?</i> Iryna Levkovich, Leon Proevski, Wydział Chemiczny PW
18:25 – 18:40	<i>Inżynieria oprogramowania w praktyce: od problemu do rozwiązania na przykładzie sztucznej inteligencji w inteligentnych miastach</i> , Marek Makochon, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
19:30	uroczysta kolacja

niedziela » 23 marca

08:00 – 09:00	śniadanie
09:10 – 09:25	<i>Wykorzystanie metody Particle Image Velocimetry w analizie przepływów</i> , Karol Bukowski, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa PW
09:30 – 09:45	<i>Predykcja działania urządzeń IoT w warunkach promieniowania jonizującego z użyciem sztucznej inteligencji</i> , Dawid Ruciński, Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych PW
09:50 – 10:05	<i>Mechanizm TADF i jego wykorzystanie w diodach OLED</i> , Piotr Pyrak, Wydział Chemiczny PW
10:10 – 10:25	<i>Miara w świecie chaosu i porządku – Od Lebesgue’a do Fraktali</i> , Paweł Sidorcuk, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych PW
10:30 – 10:45	<i>Badanie właściwości mechanicznych nanowłókien kompozytowych do zastosowania w implantach kostnych</i> , Ignacy Żółtowski, Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej PW
10:50 – 11:05	<i>Potencjał grzybni w architekturze cyrkularnej</i> , Alicja Bakalarska, Wydział Architektury PW
11:10 – 11:25	<i>Wpływ zmian własnościowych po II WŚ na stan historycznych zespołów rezydencjonalnych w powiecie nyskim</i> , Monika Pogwizd, Wydział Architektury PW
11:30 – 12:15	przerwa kawowa

12:15 – 12:30	<i>Dlaczego elektrownie jądrowe powstają tak długo? Analiza opóźnień w projektach jądrowych EDF, KHNP i Westinghouse po 2000 roku, Katarzyna Pszczółkowska, Wydział Zarządzania PW</i>
12:35 – 12:50	<i>Optymalizacja rojem częstotliwości regulatora liniowo-kwadratowego, czyli kilka słów o projektowaniu odwrotnym układów automatycznego sterowania lotem, Łukasz Kiciński, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa PW</i>
12:55 – 13:10	<i>Algorytm doboru współczynnika wzmocnienia napięciowego optymalizujący sprawność przekształtnika prądu stałego współpracującego z elektrochemicznym magazynem energii, Michał Maciesza, Wydział Elektryczny PW</i>
13:15 – 13:50	dyskusja/podsumowanie
14:00 – 15:00	obiad
15:30	planowany wyjazd z ośrodka

Spis abstraktów

Stanisław JANECZKO, <i>Ukryte Symetrie</i>	9
Antoni MACIEJEWSKI, <i>Modelowanie molekularne i jego zastosowania w badaniach nad fałdowaniem białek oraz inżynierii białek</i>	10
Jakub MASTERNAK, <i>Analiza zderzeń ciężkich jonów</i>	13
Adam PUCHALSKI, <i>Inżynieria właściwości ferroelektrycznych za pomocą naprężeń w cienkich warstwach BaTiO_3. Badania metodami dynamiki molekularnej</i>	14
Kajetan NOCUN, <i>Trójskładnikowe wodne i bezwodne układy dwufazowe</i>	16
Michał PARADOWSKI, <i>Początki pracy z modelami AI na przykładzie detekcji klawiszy na klawiaturze</i>	17
Julia STYPUŁKOWSKA, <i>Projektowanie systemu informatycznego do zarządzania rozproszonym systemem wielorobotycznym na potrzeby badań planetarnych</i>	19
Sebastian BOTERO LEONIK, <i>Słów kilka o poprawności wykresów i wizualizacji danych</i>	20
Jakub BOROWICZ, <i>Zło konieczne, czyli jak zrobić pizzę z powietrza</i>	21
Mateusz GIERMEK, <i>Czy istnieje idealny system wyborczy. O zagadce Lewisa Carrola</i>	22
Mateusz LERKE, <i>Zadanie prognozowania zużycia energii przez bezzałogowe statki powietrzne (BSP)</i>	23
Adam MAJCZYK, <i>Analiza technik propagandy w danych tekstowych</i>	24
Karolina BOGACKA, <i>Produkcja odkryć naukowych jako proces stochastyczny</i>	25
Piotr BAPRAWSKI, <i>Charakteryzacja mikrofalowa w komorze klimatycznej przy użyciu otwartego rezonatora Fabry-Perot</i>	26
Piotr POLNAU, <i>Nowe podejście do charakteryzacji EM dielektryków w otwartym rezonatorze Fabry-Perot: automatyzacja i pomiary wielopunktowe</i>	27
Jan SOSULSKI, <i>Charakteryzacja niskostratnych dielektryków w pasmie D za pomocą otwartego rezonatora Fabry-Perot</i>	28

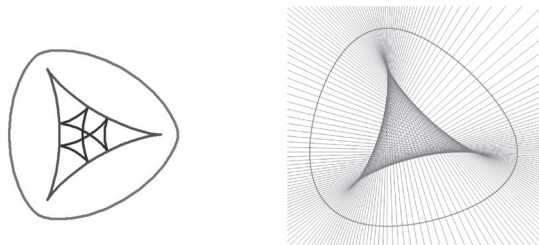
Jacek ROGALA, <i>Ilość kontra różnorodność: Wpływ danych na wykrywanie patologii EEG za pomocą zaawansowanych modeli ML</i>	29
Ewa POŹNIAK, <i>Od symulacji do terapii – jak modelowanie CFD i biomateriały zmieniają leczenie chorób naczyniowych</i>	30
Piotr SOWIŃSKI, <i>Czy ChatGPT jest inteligentniejszy od ciebie?</i>	32
Paweł RZAŻEWSKI, <i>O sprawiedliwych podziałach grafów</i>	33
Hubert GROCHOWSKI, <i>Metody komputerowe w matematyce</i>	34
Leon PROEWSKI, <i>Optymalizacja syntezy DDNP (diazodinitrofenolu)</i>	35
Iryna LEVKOVYCH, <i>Alternatywy dla testów na zwierzętach – czy możemy całkowicie zrezygnować z badań in vivo?</i>	36
Marek MAKOCHON, <i>Inżynieria oprogramowania w praktyce: od problemu do rozwiązania na przykładzie sztucznej inteligencji w inteligentnych miastach</i>	37
Karol BUKOWSKI, <i>Wykorzystanie metody Particle Image Velocimetry w analizie przepływów</i>	38
Dawid RUCIŃSKI, <i>Predykcja działania urządzeń IoT w warunkach promieniowania jonizującego z użyciem sztucznej inteligencji</i>	40
Piotr PYRAK, <i>Mechanizm TADF i jego wykorzystanie w diodach OLED</i>	42
Paweł SIDORCZUK, <i>Miara w świecie chaosu i porządku – Od Lebesgue’a do Fraktali</i>	43
Ignacy ŻÓŁTOWSKI, <i>Badanie właściwości mechanicznych nanowłókien kompozytowych do zastosowania w implantach kostnych</i>	44
Alicja BAKALARSKA, <i>Potencjał grzybni w architekturze cyrkularnej</i>	46
Monika POGWIZD, <i>Wpływ zmian własnościowych po II WŚ na stan historycznych zespołów rezydencjonalnych w powiecie nyskim</i>	47
Katarzyna PSZCZÓŁKOWSKA, <i>Dlaczego elektrownie jądrowe powstają tak długo? Analiza opóźnień w projektach jądrowych EDF, KHNP i Westinghouse po 2000 roku</i>	48
Łukasz KICIŃSKI, <i>Optymalizacja rojem cząstek regulatora liniowo-kwadratowego, czyli kilka słów o projektowaniu odwrotnym układów automatycznego sterowania lotem</i>	49
Michał MACIESZA, <i>Algorytm doboru współczynnika wzmocnienia napięciowego optymalizujący sprawność przekształtnika prądu stałego współpracującego z elektrochemicznym magazynem energii</i>	51

Stanisław JANECKO

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Centrum Studiów Zaawansowanych
Politechnika Warszawska

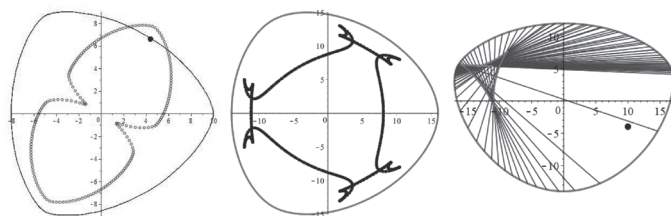
Ukryte Symetrie

Obwiednia prostych przechodzących przez punkty stycznych równoległych do krzywej nazywa się zbiorem środka symetrii i jest miarą symetrii figury. Jeśli rozważymy wszystkie punkty na odcinkach łączące punkty równoległe dzielące odcinek w ustalonej proporcji to dostaniemy rodziny krzywych równoległych. Zbiór w proporcji $1/2$ określa miarę, dualną do zbioru środka symetrii. Osobliwości tych zbiorów ujawniają, subtelną, strukturę, wyjściowych figur.



9

Symetryzacja środkowa figur wypukłych odkrywa ukrytą strukturę figury i jej „wnętrze” wypukłe. Pokażemy przykłady takich zbiorów dla elips, trójkątów i krzywych kawałkami gładkich na płaszczyźnie. Główne zainteresowanie stanowi zbiór w punktach którego symetryzacja jest wypukła, a w szczególności brzeg tego zbioru i jego osobliwości.



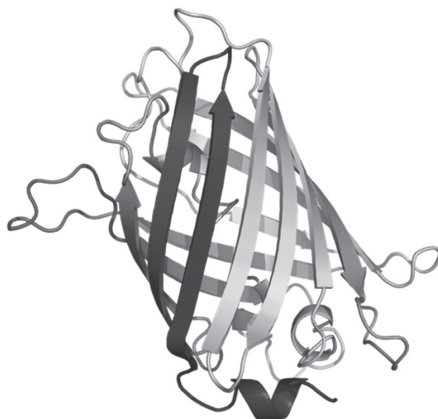
Antoni MACIEJEWSKI

Wydział Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska

Modelowanie molekularne i jego zastosowania w badaniach nad fałdowaniem białek oraz inżynierii białek

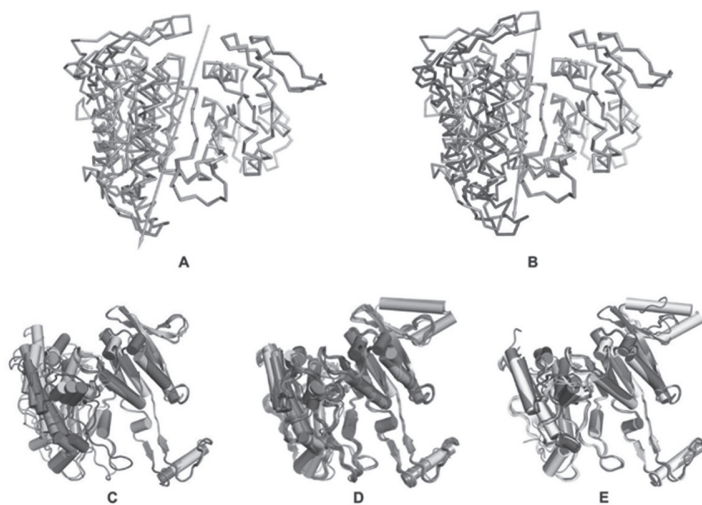
Białka – cząsteczki życia

Białka są fundamentalnymi makrocząsteczkami biologicznymi, które stanowią fundament wszelkiego życia. Wszystko organizmy żywe składają się z białek: kolagen, keratyna, mioglobina itd. Podstawą jest sekwencja aminokwasowa białka, która, co ciekawe, sama w sobie determinuje również dalsze jego właściwości. Jest wiele mechanizmów wspomagających odpowiednie fałdowanie się białek, jednak ostatecznie to w samej sekwencji aminokwasów jest zachowana informacja o tym jaką postać przyjmie białko. Wszystko to wynika ostatecznie z termodynamiki i tego, że układ zawsze dąży do jak najniższej energii. Tym, co jest prawdziwie niesamowite w białkach jest to, jak niesamowicie ważne jest przyjęcie odpowiedniej konformacji przez białko, a zatem również to, jak ten proces zachodzi. Szczególnie dobrze przedstawiają to enzymy.



Niesamowity świat enzymów

Enzymy są to białka katalizujące reakcje. Tym, co jest w nich niezwykle interesujące to fakt, jak zmiany w ułożeniu przestrzennym białka potrafią wpływać na jego aktywność katalityczną. Świetnym przykładem jest dehydrogenaza izocytrynianowa – enzym cyklu Krebsa, który musi przyjąć odpowiednią konformację (konformację w pełni zamkniętą), aby mieć aktywność katalityczną. Na ten proces składa się przyłączenie różnych kofaktorów oraz konstrukcja samego białka, która pozwala na przesunięcie przestrzenne domen białka pod wpływem zmiany ładunku elektrostatycznego wywołanego wiązaniem kofaktora. Cały ten system opisuje obecnie teoria ukierunkowanej katalizy, oparta na teorii wzbudzonego dopasowania (*induced fit*). Ostatecznie sprowadza się ona do faktu, że kataliza reakcji (obniżenie entalpii swobodnej) wymaga zmian ułożenia enzymu, które również nie są korzystne termodynamicznie i zakładają konieczny układ innych kofaktorów obniżających entalpię swobodną przemiany konformacyjnej.

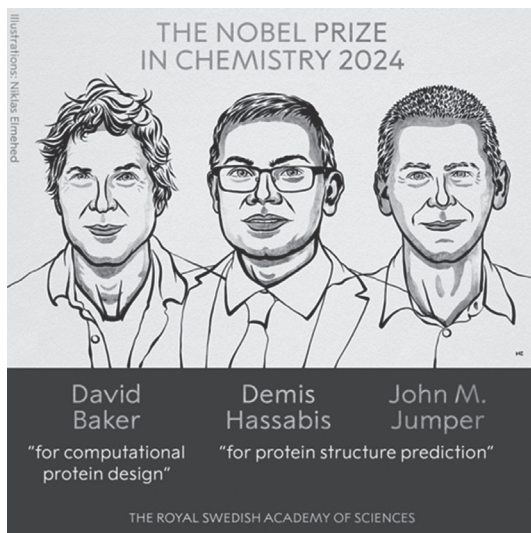


11

Modelowanie molekularne, a białka

Jaki związek ma z tym modelowanie molekularne? Otóż, jest modelowanie pozwalające przewidzieć właściwości cząstek lub układów wielu cząstek na podstawie obliczeń, badaniami wyłącznie *in silico*. Przykładem zastosowania tego rodzaju rozwiązań jest program AlphaFold, za który w roku 2024 przyznano nagrodę nobla. To program wykorzystujący AI do przewidywania struktury przestrzennej białek wyłącznie na podstawie sekwencji aminokwasowej. Program ten potrafi

rozwiązać struktury z bardzo dużą dokładnością oraz małym marginesem błędu. Modelowanie molekularne jest więc narzędziem do umiejętnego przewidywania zachowania białek o danej strukturze aminokwasowej.



Zastosowanie modelowanie molekularnego i bioinformatyki w celu inżynierii białek

Wiedząc, że mamy do dyspozycji tak potężne narzędzie jak AlphaFold, jesteśmy w stanie wykorzystać tę wiedzę do spożytkowania wielu zastosowań białek do naszych celów. Dalsze badania nad mechanizmem ich fałdowania *in vitro* pozwoliły na rewolucyjne zastosowanie białek jako narzędzi. Swoje miejsce mają w tym również techniki inżynierii genetycznej, biologii molekularnej itd. Ostatecznie, celem takich badań może być stworzenie systemu, który pozwala *in silico* zaprojektować białko o określonej strukturze przestrzennej, a zatem określonych właściwościach, i produkować je łatwo na masową skalę. Przypuśćmy, że chcemy białka, które z wysoką wydajnością przekształca amidy do amin, dodaje grupę karboksylową itd. Są to procesy na co dzień zachodzące w wielu organizmach, jednak ich opanowanie nie jest takie proste. Gdyby jednak można było zaprojektować własny enzym, specyficzny dla danej substancji, pozwoliłoby to na przełom w przemyśle farmaceutycznym. Przed nami stoi jeszcze wiele wyzwań, związanych z faktyczną produkcją białek zaprojektowanych komputerowo na większą skalę, jednak jest to możliwe, a wielką pomocą w tym mogą być modelowanie molekularne i różne inne metody bioinformatyczne.

Jakub MASTERNAK

Wydział Fizyki
Politechnika Warszawska

Analiza zderzeń ciężkich jonów

Zderzenia ciężkich jonów pozwalają badać ekstremalne warunki materii, przypominające te, które panowały we wczesnym Wszechświecie. Cząstki naładowane są przyspieszane do prędkości bliskich prędkości światła za pomocą pola elektrycznego, a ich tor jest korygowany i zakrzywiany dzięki polu magnetycznemu. Następnie dochodzi do ich zderzeń, w wyniku których uwalniana energia przekształca się częściowo w nowe cząstki – w tym takie, które nie występują naturalnie w przyrodzie.

Do rejestracji i analizy produktów tych zderzeń wykorzystuje się zaawansowane systemy detekcji, precyzyjnie zaprojektowane do pomiaru określonych wielkości fizycznych. W ramach studiów, pod opieką mojego Tutora, uczę się analizować dane eksperymentalne. Miałem także wyjątkową okazję uczestniczyć w zbieraniu danych w CERN-ie – największym ośrodku fizyki wysokich energii na świecie. Było to dla mnie niezwykle doświadczenie, które pozwoliło mi poszerzyć wiedzę i zobaczyć z bliska imponującą infrastrukturę stojącą za każdym eksperymentem.

Obecnie zajmuję się badaniem zderzeń argonu ze skandem, poszukując kaonów – najbliższych mezonów zawierających kwark dziwny.

13

Adam PUCHALSKI¹

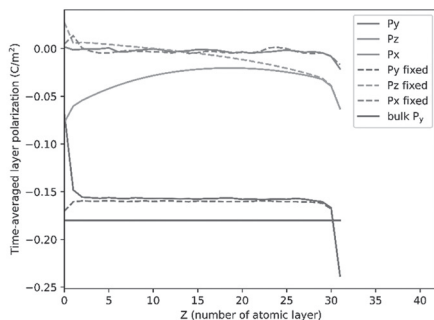
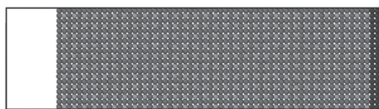
oraz

Anoop K. KUSHWAHA², Rajan KHADKA²,
Tomasz K. PIETRZAK¹, Paweł KĘBLIŃSKI²¹Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska²Department of Materials Science and Engineering,
Rensselaer Polytechnic Institute, USA

Inżynieria właściwości ferroelektrycznych za pomocą naprężeń w cienkich warstwach BaTiO₃. Badania metodami dynamiki molekularnej

14

Niskowymiarowe ferroelektryki o strukturze perowskitu wykazują polaryzację spontaniczną, efekty piezo- i piroelektryczne oraz wysokie stałe dielektryczne. Mają wiele zastosowań, takich jak pamięci ferroelektryczne, (FeRAM), mikrosensory, mikro- i nanokondensatory [1].



W tych zastosowaniach właściwości ferroelektryczne wykazują mocną zależność od grubości warstwy materiału, zwłaszcza w przypadku grubości rzędu nanome-

[1] N. Setter; D. Damjanovic; L. Eng, et al.: Journal of Applied Physics 100 (2006) 051606.

trów, kiedy zmienia się polaryzacja spontaniczna i kształt pętli histerezy [2]. Tytanian baru (BaTiO_3) jest typowym ferroelektrykiem którego symulacja pozwala na badanie mechanizmu zależności właściwości ferroelektrycznych od grubości cienkiej warstwy [3].

Ta praca jest kontynuacją pracy [4], gdzie zbadane zostały własności zawieszonych w próżni cienkich warstw BaTiO_3 za pomocą symulacji w programie LAMMPS [4] i modelu core-shell. Wyniki pokazują, że w warstwach o grubości 12 nm przy polaryzacji w płaszczyźnie nadal występuje pętla histerezy, podczas gdy w polaryzacji prostopadłej do powierzchni występują inne efekty i pętla histerezy zanika.

Celem tej pracy jest rozszerzenie tych wyników poprzez uwzględnienie efektów naprężeń, które pojawiają się w rzeczywistych urządzeniach, gdzie warstwy ferroelektryczne są osadzone na podłożu o innej stałej sieci.

Badanym podejściem jest symulowanie struktury, gdzie pierwsze warstwy atomowe są nieruchome, a reszta jest relaksowana na nieelastycznym podłożu. W tym przypadku, polaryzacja prostopadła do powierzchni różni się od tej dla warstwy w próżni przy podłożu i zbliża się do niej bliżej powierzchni.

[2] A. K. Kushwaha, R. Khadka, P. Koblinski *Surfaces and Interfaces* 56 (2025) 2468-0230

[3] R. Khadka, P. Koblinski: *Journal of Materials Science* 57 (2022) 12929-12946

[4] Aidan P. Thompson et al. *Computer Physics Communications* 271 (2022) 0010-4655

Kajetan NOCUŃ

Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska

Trójskładnikowe wodne i bezwodne układy dwufazowe

Pomysł na prezentację pojawił się po rozpoczęciu pracy laboratoryjnej pod nadzorem mgr. Wojciecha Tomaszewskiego, który jest doktorantem dr hab. inż. Tadeusza Hofmana prof. Uczelni. Pracuje On nad układami bezwodnymi.

Od przełomu lat 50. i 60. XX wieku znane są wodne układy trójskładnikowe dwufazowe składające się z H_2O , drugiego mniej polarnego rozpuszczalnika, całkowicie mieszalnego w wodzie, oraz ciała stałego o ograniczonej rozpuszczalności w obu. W układach bezwodnych woda jest zamieniona na inny silnie polarny rozpuszczalnik np. aceton. Ciekawe właściwości tych układów polegają na pojawieniu się dwóch faz ciekłych pod wpływem dodatku ciała stałego do mieszaniny obu rozpuszczalników. Wodne układy znajdują zastosowanie w ekstrakcji różnych związków chemicznych np. antybiotyków, aminokwasów, enzymów. Układy bezwodne potencjalnie pozwalają na ich analogiczne zastosowanie dla substancji niestabilnych w układach wodnych np. ulegającym hydrolizie.

Prezentacja będzie się skupiała na omówieniu podstaw termodynamiki takich układów tzn. potencjały termodynamiczne dla mieszanin, funkcje nadmiarowe, model roztworu doskonałego i przedstawieniu modelu często używanego do opisu tych układów trójskładnikowych tj. NRTL. Szczególną uwagę poświęcę układom bezwodnym i ich potencjalnym zastosowaniom.

Michał PARADOWSKI

Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechnika Warszawska

Początki pracy z modelami AI na przykładzie detekcji klawiszy na klawiaturze

Współczesne systemy oparte na sztucznej inteligencji coraz częściej wykorzystują techniki przetwarzania obrazu do analizy i interpretacji rzeczywistości. Jednym z wyzwań w tym obszarze jest precyzyjna segmentacja oraz detekcja obiektów, co znalazło zastosowanie w wielu dziedzinach, od robotyki po interfejsy użytkownika. Niniejsza praca skupia się na problemie wykrywania klawiatury w ramach turnieju URC i jej poszczególnych klawiszy jako przykładowym zadaniem wprowadzającym do pracy z modelami AI.

Podejście i ewolucja rozwiązania

W pierwszej fazie opracowano podejście oparte na sieci UNET, którą przystosowano do segmentacji obrazu na klawisze oraz całą klawiaturę. Model został wytrenowany na syntetycznych danych wygenerowanych w środowisku Blender, co umożliwiło pełną kontrolę nad jakością i cechami zbioru uczącego. Mimo skutecznej segmentacji na danych testowych oraz treningowych, model okazał się być nieskuteczny w przetwarzaniu prawdziwych obrazów.

W kolejnej próbie zastosowano własny model UNET, który miał za zadanie różnicowanie poszczególnych klawiszy. Jednak podejście to nie przyniosło zadowalających rezultatów. Następnie testowano model SAM (Segment Anything Model), lecz precyzja modelu bazowego okazała się niewystarczająca do poprawnej segmentacji.

Ostatecznie opracowano rozwiązanie łączące model YOLO do wykrywania bounding box'a klawiatury oraz model SAM, który po dodatkowym dotrenowaniu pozwolił na precyzyjną segmentację klawiatury i jej klawiszy. To połączenie umożliwiło uzyskanie stabilnych i powtarzalnych wyników, znacząco poprawiając skuteczność całego systemu.

Wnioski i perspektywy

Praca ta przedstawia ewolucję podejścia do zadania segmentacji i detekcji, ukazując wyzwania związane z doбором odpowiednich modeli, generowaniem danych syntetycznych oraz łączeniem różnych technik AI w celu uzyskania optymalnego rozwiązania. Ostateczne podejście, oparte na kombinacji YOLO i SAM, może stanowić punkt wyjścia do dalszych badań nad precyzyjną analizą obrazów w kontekście interakcji człowieka z urządzeniami elektronicznymi.

Julia STYPUŁKOWSKA

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Projektowanie systemu informatycznego do zarządzania rozproszonym systemem wielorobotycznym na potrzeby badań planetarnych

Celem odczytu jest przedstawienie projektu systemu wielorobotycznego, którego zadaniem jest eksploracja Marsa. System składa się z roju autonomicznych łazików wyposażonych w heterogeniczne sensory, takie jak ramię o sześciu stopniach swobody, lidar, kamery obrazujące w paśmie widzialnym i bliskiej podczerwieni oraz georadar. Podczas projektowania systemu została wykorzystana metoda projektowania systemów robotycznych zorientowana na komunikację, bazująca na dekompozycji binarnej. Głównym problemem pracy jest zaprojektowanie systemu, w którym roboty mogą się sprawnie komunikować oraz podejmować autonomiczne decyzje. W ramach projektowania została określona hierarchia wymagań systemu. Wymagania obejmują odpowiednie wykorzystanie sensorów, konieczność współpracy i orientacji przestrzennej robotów oraz agregację informacji o środowisku zebranych przez poszczególne łaziki.

19

Sebastian BOTERO LEONIK

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika arszawska

Słów kilka o poprawności wykresów i wizualizacji danych

Wykresy stały się powszechne w życiu codziennym. W mediach i w internecie otaczają nas różne sposoby przekazu i wizualizacji danych. Jednak pomimo ich powszechności wiele wykresów jest mylących i błędnie zrobionych

Dzieje się tak z różnych powodów, od ignorancji – po celową manipulację. Warto więc wiedzieć, jak się przed takimi mylącymi wykresami bronić.

Na przykładzie kilku błędnych wykresów zostaną pokazane mniej i bardziej subtelnie zakłamane dane. Zostaną również podane pewne zasady ułatwiające wykrycie takich błędów w wizualizacji informacji.

Jakub BOROWICZ

Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska

Zło konieczne, czyli jak zrobić pizzę z powietrza

Przemysł azotowy jest obecnie jedną z najbardziej rozwiniętych gałęzi technologii chemicznej. Zapotrzebowanie na związki takie jak amoniak czy kwas azotowy stosowane do produkcji nawozów czy materiałów wybuchowych od zawsze było, jest i będzie ogromne. Aby mu sprostąć, ponad 100 lat temu pewien kontrowersyjny chemik wynalazł prostą i taną metodę wiązania azotu z powietrza. Metodę chroniącą ludzi od głodu, ale także metodę, która przyniosła milionom istnień śmierć. Metodę, która przyniosła jej odkrywcy nagrodę Nobla, będącą po kilku latach przedmiotem sporów.

Zapraszam na krótką opowieść o chemii, inżynierii, rolnictwie, wojnach i obozach koncentracyjnych. Na historię genialnego odkrywcy, który przez służbę dla swojego kraju był wykluczany ze środowiska naukowego swoich czasów. Na wykład o Fritzu Haberze i jego metodzie syntezy amoniaku z azotu i wodoru.

Dowiecie się, jak technologicznie trudny jest proces Habera-Boscha, ile energii jest zużywane na produkcję amoniaku i ile osób musiało w swoim życiu cierpieć, aby w piątkowy wieczór bez ograniczeń można było zjeść pizzę. Będziecie mogli posłuchać o katalizatorach, reaktorach i reakcjach chemicznych w skali dużo większej niż szkolne zlewki i probówki. Wspomniane będzie także o broni chemicznej, cyklonie B i awariach instalacji. Podsumowując, będzie o tym, ile jest warte jedzenie, które wyrzucamy do kosza.

Mateusz GIERMEK

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechnika Warszawska

Czy istnieje idealny system wyborczy? O zagadce Lewisa Carrolla

Czy można zaprojektować system wyborczy, który zawsze wybiera „najlepszego” kandydata? To pytanie od wieków nurtuje matematyków, filozofów i polityków. Lewis Carroll, znany przede wszystkim jako autor *Alicji w Krainie Czarów*, był również matematykiem i próbował znaleźć na nie odpowiedź. Zaproponował ciekawą metodę wyborczą, która miała uczynić wyniki bardziej sprawiedliwymi – ale szybko okazało się, że jej zastosowanie wiąże się z nieoczekiwanym matematycznym wyzwaniem.

22

Jego sposób opierał się na prostej intuicji: jeśli nie ma kandydata, który wygrałby w bezpośredniej konfrontacji z każdym innym, to być może warto sprawdzić, kto jest „najbliżej” takiego „ideału”. Choć pomysł wydaje się logiczny, samo wyznaczenie zwycięzcy w takim systemie okazuje się niezwykle skomplikowane. Wystąpienie przybliży ten problem i pokaże, jakie trudności wiążą się z próbą stworzenia „idealnej” metody głosowania.

Mateusz LERKE

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechnika Warszawska

Zadanie prognozowania zużycia energii przez bezzałogowe statki powietrzne (BSP)

Przedmiotem prezentacji jest przedstawienie założeń, metodyki oraz wstępnych wyników interdyscyplinarnego projektu badawczego poświęconego prognozowaniu zużycia energii przez bezzałogowe statki powietrzne (BSP), potocznie zwane dronami. W ramach badań analizowane są możliwości implementacji algorytmów uczenia maszynowego do precyzyjnej predykcji zużycia energii w zróżnicowanych scenariuszach operacyjnych, z uwzględnieniem parametrów lotu, dynamicznych warunków atmosferycznych oraz charakterystyki zastosowanych systemów zasilania.

Prezentacja obejmuje podsumowanie przeglądu literatury dotyczącej istniejących metod prognostycznych, stosowanych algorytmów uczenia maszynowego oraz dostępnych na rynku narzędzi, takich jak Mission Planner. W analizie istotne są kwestie numerycznej poprawności obliczeń, metod ekstrakcji danych oraz ich przechowywania i interpretacji. Przedstawiony zostanie sposób przetwarzania danych, obejmujący ich pozyskiwanie, wstępną obróbkę, analizę oraz wizualizację wyników przy wykorzystaniu środowiska MATLAB.

Dodatkowo omówione zostaną kluczowe wyzwania związane z efektywnością energetyczną BSP. Poruszony zostanie również wątek wykorzystania ogniw fotowoltaicznych w systemach wspierających BSP. Przedstawione wyniki pozwolą na lepsze zrozumienie problematyki zarządzania energią w autonomicznych systemach lotniczych oraz wskażą kierunki dalszych badań w tej dziedzinie.

Podsumowanie prezentacji stanowi wskazanie dalszych etapów projektu, w tym planowanych eksperymentów i możliwych zastosowań opracowanych metod w rzeczywistych systemach BSP.

Omawiany projekt jest realizowany na Politechnice Warszawskiej na Wydziałach Matematyki i Nauk Informatycznych oraz Elektrycznym w ramach programu IDUB.

Adam MAJCZYK

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Analiza technik propagandy w danych tekstowych

Prezentowany projekt badawczy dotyczy analizy technik propagandowych w polskich mediach ze szczególnym uwzględnieniem tematyki migracji. Badanie obejmuje ewolucję języka propagandy dotyczącej migracji w Polsce w ciągu ostatniej dekady oraz analizę wzorców retorycznych i nastrojów wobec imigrantów. W ramach analizy wykorzystano materiały pochodzące z trzech głównych źródeł: wystąpień sejmowych z ostatnich 8-10 lat, polskich portali informacyjnych oraz kont politycznych na platformie TikTok™.

24

Do przetwarzania i analizy danych zastosowano zaawansowane modele językowe, takie jak speakleash/Bielik-11B-v2.3-Instruct, które umożliwiają przeprowadzenie szczegółowej analizy sentymentu i detekcji propagandy. Projekt opiera się na dotychczasowych badaniach nad wykrywaniem propagandy, w tym na metodach uczenia głębokiego.

Analizie poddano osiemnaście technik propagandowych, co pozwoli na kompleksowe spojrzenie na mechanizmy kształtujące dyskurs medialny dotyczący migracji. Wyniki badań mają na celu dostarczenie rzetelnej oceny ewolucji narracji propagandowych w polskiej przestrzeni medialnej i politycznej, przyczyniając się do lepszego zrozumienia roli mediów w kształtowaniu opinii publicznej.

Karolina BOGACKA

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechnika Warszawska

NeverBlink

Produkcja odkryć naukowych jako proces stochastyczny

W popularnej narracji opisującej historię nauki dominuje teoria przywództwa wielkich ludzi. Przez to proces budowy wiedzy naukowej ludzkości jawi się jako jednowątkowy ciąg przychodzących po sobie ważnych naukowców - Kopernik, Galileusz, Newton - będących jedynymi autorami przypadającej im rewolucji naukowej. Taką postawę do pewnego stopnia można wyjaśnić po prostu potrzebą kompresji informacji. Zamiast opisywać długi i zawiły proces rozwoju fizyki i wymienić wszystkie znane związane z nim nazwiska, łatwiej jest wskazać na kilka kluczowych postaci. Niestety, tego typu narracje mocno wpływają na percepcję publiczną wielkich naukowców jako samotnych, czasem niezrozumianych geniuszy. Tymczasem nauka nie tylko jest o wiele bardziej kolaboratywna niż to by się mogło wydawać, ale też zawiera znacznie większy komponent losowości. Prezentowany odczyt będzie opisywać dowody na znaczny stochastyczny komponent procesu tworzenia nauki, zarówno na poziomie wyboru tematyki pracy, jak i zastosowanych przez dany zespół narzędzi i metodologii, a przez to również uzyskanych rezultatów i wyciągniętych wniosków. Odczyt zakończy się krótką refleksją na temat zalet i potencjalnych słabych punktów metody naukowej jako narzędzia wiedzotwórczego.

25

Piotr BAPRAWSKI

Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechnika Warszawska

Charakteryzacja mikrofalowa w komorze klimatycznej przy użyciu otwartego rezonatora Fabry-Perot

26

Otwarty rezonator Fabry-Perot jest urządzeniem pozwalającym na szerokopasmową charakteryzację elektromagnetyczną cienkich próbek dielektrycznych. Charakteryzacja polega na wyznaczeniu zespolonej przenikalności elektrycznej w funkcji częstotliwości. W prezentacji omówione zostaną zastosowania charakteryzacji mikrofalowej. Przedstawiona zostanie problematyka charakteryzacji mikrofalowej niskostratnych dielektryków w funkcji temperatury, zaprezentowane zostanie stanowisko pomiarowe, a także sposób przeprowadzania charakteryzacji przy jego użyciu. Omówione będą napotkane dotychczas problemy, a także nakreślony zostanie dalszy plan rozwoju kompletnego rozwiązania. Przedstawione zostaną również wstępne wyniki uzyskane na prototypowym stanowisku pomiarowym.

Słowa kluczowe: charakteryzacja mikrofalowa, otwarty rezonator Fabry-Perot, komora klimatyczna, Qt, model termiczny

Piotr POLNAU

Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechnika Warszawska

Nowe podejście do charakteryzacji EM dielektryków w otwartym rezonatorze Fabry-Perot: automatyzacja i pomiary wielopunktowe

Na przestrzeni lat powstało wiele metod charakteryzacji elektromagnetycznej dielektryków. Jedną z nich jest rezonansowy pomiar próbek w otwartym rezonatorze Fabry-Perot, który wyróżnia się szerokopasmowością oraz wysoką dokładnością w wyznaczaniu stałej dielektrycznej i współczynnika strat badanych materiałów. Choć metoda ta ma wiele zalet, istnieją obszary, w których można ją udoskonalić i dostosować do bardziej zaawansowanych zastosowań.

27

W prezentacji zostanie przedstawione podejście mające na celu usprawnienie procesu pomiarowego w otwartym rezonatorze Fabry-Perot poprzez wdrożenie rozwiązań zwiększających jego precyzję i efektywność. Skoncentrowano się na metodach umożliwiających automatyzację oraz rozszerzenie analizy przestrzennej próbek, co pozwala na dokładniejszą charakterystykę materiałów dielektrycznych. Omówione zostaną kluczowe aspekty zaproponowanych modyfikacji oraz ich korzyści, które bezpośrednio przyczyniają się do rozwoju technik pomiarowych w zakresach milimetrowym i subterahercowym.

Słowa kluczowe: charakteryzacja elektromagnetyczna, własności dielektryczne, otwarty rezonator Fabry-Perot, automatyzacja pomiarów, pomiary wielopunktowe, pasmo milimetrowe, pasmo subterahercowe

Jan SOSULSKI

Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechnika Warszawska

Charakteryzacja niskostratnych dielektryków w paśmie D za pomocą otwartego rezonatora Fabry-Perot

Otwarty rezonator Fabry-Perot (FPOR) jest zaawansowanym narzędziem wykorzystywanym do precyzyjnej charakteryzacji elektromagnetycznej próbek dielektrycznych w paśmie mikrofalowym. Zaletami stosowania tej metody pomiarowej jest wysoka dokładność wyników oraz praca w szerokim zakresie częstotliwości. Charakteryzacja elektromagnetyczna materiałów dielektrycznych sprowadza się do poznania ich względnej rzeczywistej przenikalności elektrycznej oraz tangensa kąta strat.

W prezentacji omówiona zostanie metoda pomiarowa wykorzystująca otwarty rezonator Fabry-Perot (FPOR) do badania właściwości niskostratnych materiałów w paśmie D (110–170 GHz). Przedstawione zostaną szczegóły stanowiska pomiarowego, metodologia przeprowadzania pomiarów oraz cel przeprowadzania badań w wysokich zakresach częstotliwości. Ponadto zaprezentowane zostaną problemy napotkane podczas eksperymentów oraz ich wpływ na dokładność wyników badań. Omówiony zostanie zaimplementowany algorytm pozwalający na optymalizację położenia próbki wewnątrz podwójnie wklęsłego rezonatora FPOR.

Słowa kluczowe: charakteryzacja elektromagnetyczna, własności dielektryczne, otwarty rezonator Fabry-Perot, algorytm poziomowania próbki, pasmo D.

Jacek ROGALA

oraz

Martyna POZIOMSKA, Marian DOVGIALO,
Przemysław OLBRATOWSKI, Paweł NIEDEBALSKI,
Paweł OGNIIEWSKI, Joanna ZYCH, Jarosław ŻYGIEREWICZ

Centrum Badania Ryzyka Systemowego
Uniwersytet Warszawski

Ilość kontra różnorodność: Wpływ danych na wykrywanie patologii EEG za pomocą zaawansowanych modeli ML

W badaniu analizowano wpływ ilości i różnorodności danych na wydajność różnych modeli uczenia maszynowego do wykrywania ogólnej patologii EEG. Wykorzystaliśmy zbiór danych EEG składający się z 2 993 zapisów ze Szpitala Uniwersyteckiego Temple oraz zbiór danych składający się z 55 787 zapisów z Elmiko Biosignals sp. z o.o. Ten ostatni zawiera dane z 39 szpitali i zróżnicowany zestaw pacjentów z różnymi schorzeniami. Nasze wyniki wskazują, że małe i spójne zbiory danych umożliwiają szerokiej gamie modeli osiągnięcie wysokiej dokładności; jednak różnorodność schorzeń, protokołów i standardach etykietowania prowadzi do znacznego pogorszenia wydajności. Niemniej jednak zwiększenie liczby dostępnych nagrań poprawia dokładność predykcji i może częściowo zrekompenzować różnorodność danych, szczególnie w sieciach neuronowych opartych na mechanizmie uwagi lub architekturze transformatora. Meta-model, który łączył te sieci z podejściem zwiększania gradientu przy użyciu ręcznie tworzonych funkcji, wykazał lepszą wydajność w różnych zestawach danych.

29

Ewa POŻNIAK

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechnika Warszawska

Od symulacji do terapii – jak modelowanie CFD i biomateriały zmieniają leczenie chorób naczyniowych

30

Choroby naczyniowe, w tym miażdżyca i okluzje tętnic, są jedną z głównych przyczyn udarów oraz trwałych uszkodzeń neurologicznych. Pomimo istnienia mechanizmów kompensacyjnych, takich jak redundantna struktura koła tętniczego mózgu i autoregulacja przepływu krwi, w wielu przypadkach dochodzi do poważnych zaburzeń hemodynamicznych, skutkujących niedotlenieniem istotnych obszarów mózgowia. Zrozumienie tych procesów oraz opracowanie skutecznych strategii terapeutycznych wymaga interdyscyplinarnego podejścia, łączącego numeryczną mechanikę płynów (CFD) i badania biomateriałów stosowanych w chirurgii naczyniowej.

Podczas wystąpienia zaprezentuję zintegrowane podejście do analizy krążenia mózgowego w warunkach patologicznych oraz możliwości poprawy perfuzji za pomocą syntetycznych przeszczepów naczyń krwionośnych. W pierwszej części omówię model CFD odwzorowujący koło tętnicze mózgu, który opracowałam w ramach mojej pracy inżynierskiej. Model ten umożliwia analizę wpływu okluzji na perfuzję oraz ocenę rezerwy autoregulacyjnej, pozwalając na identyfikację najbardziej krytycznych obszarów koła Willisa. Wyniki symulacji dostarczają cennych informacji dla planowania terapii oraz mogą stanowić narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji klinicznych.

W drugiej części przedstawię badania nad dwuwarstwowymi przeszczepami naczyniowymi, wytwarzanymi metodą elektroprzędzenia oraz inwersji faz. Skupię się na ich właściwościach mechanicznych, odporności na degradację w środowisku fizjologicznym oraz zdolności do adhezji komórek śródbłonna i mięśni gładkich. Celem tej części badań, realizowanej w ramach mojej pracy magisterskiej, jest optymalizacja struktur przeszczepów tak, by jak najlepiej imitowały naturalne naczynia krwionośne i wspierały regenerację tkanek.

Połączenie modelowania numerycznego i badań laboratoryjnych pozwala na optymalizację projektowania syntetycznych naczyń, tak by były zgodne z warunkami hemodynamicznymi pacjenta i spełniały wymagania biomechaniczne. Czy możliwe jest przewidzenie skuteczności przeszczepu jeszcze przed jego implantacją? Jakie parametry strukturalne syntetycznych naczyń wpływają na ich integrację z organizmem? Na te pytania odpowiem w trakcie wystąpienia, prezentując wyniki moich badań oraz wskazując kierunki dalszego rozwoju tej dynamicznie rozwijającej się dziedziny.

Zapraszam do udziału w prezentacji, która połączy zaawansowane techniki inżynierii biomedycznej z modelowaniem komputerowym, otwierając nowe możliwości w leczeniu chorób naczyniowych mózgu.

Piotr SOWIŃSKI

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska

NeverBlink

Czy ChatGPT jest inteligentniejszy od ciebie?

Coraz częściej słyszymy sensacyjne doniesienia o tym, że ten czy inny model językowy „inteligencją dorównuje osobie z dyplomem” albo że „GPT-5 będzie inteligentniejszy od nas wszystkich” – szczególnie ze strony korporacji technologicznych, ale czasem też i naukowców. Ile w tym jest prawdy? O co chodzi z tym całym „rozumowaniem”, które modele językowe ostatnio (ponoć) już opanowały? Podczas warsztatów zastanowimy się wspólnie nad tymi pytaniami i sprawdzimy czy faktycznie już wszyscy powinniśmy się szykować na wygryzienie z pracy przez SI. Opowiem też krótko o tym, jaka jest perspektywa dalszego rozwoju SI i jaką rolę mogą w nim grać duże modele językowe i grafy wiedzy.

Paweł RZAŻEWSKI

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechnika Warszawska

O sprawiedliwych podziałach grafów

W jaki sposób sprawiedliwie podzielić ciastko pomiędzy dwie osoby? Każdy, kto ma rodzeństwo, zapewne zna z praktyki klasyczny protokół „ja dzielę, a Ty wybierasz”: pierwsza osoba kroi ciastko, a następnie pozwala drugiej wybrać jeden z kawałków. Protokół ten można uogólnić na więcej zainteresowanych stron.

Powyżej opisane postępowanie opiera się na istotnej właściwości ciastka: można je przekroić w dowolnym miejscu. Co jednak uczynić, gdy dobra, które chcemy podzielić, są niepodzielne? Takie sytuacje można spotkać na przykład w przypadku podziału spadku. Każdy uczestnik, zwany dalej agentem, przypisuje każdemu obiektowi jakąś wartość, która niekoniecznie musi być związana z obiektywną wartością samego przedmiotu. Jak w sprawiedliwy sposób podzielić takie niepodzielne dobra pośród agentów? Co to w ogóle znaczy „sprawiedliwy”?

W referacie przedstawię pewne stosunkowo nowe kryterium sprawiedliwości, zwane *maximinum share* (mms), które opiera się na opisanym powyżej protokole „ja dzielę, a ty wybierasz”. Omówię znane wyniki dotyczące problemu istnienia podziałów, które spełniają to kryterium.

Opowiem też o wariacie problemu, gdzie zbiory otrzymane przez każdego agenta muszą spełniać pewne dodatkowe kryterium. Problem ten można modelować za pomocą grafu, którego wierzchołkami są dzielone dobra, a każdy agent chce uzyskać spójny podgraf.

Hubert GROCHOWSKI

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Metody komputerowe w matematyce

W XIX wieku największa znana ludzkości liczba pierwsza liczyła 39 cyfr – jej pierwszość w 1876 roku wykazał Edouard Lucas. Obliczenia, które go do tego doprowadziły, zajęły mu blisko 20 lat. Do dziś pozostaje to największa liczba, której pierwszość wykazano za pomocą „ręcznych” rachunków. Wszystko to za sprawą rewolucji, która nastąpiła kilkadziesiąt lat później – pojawienia się komputerów. Rzecz jasna, przewrót ten nie dotknął jedynie poszukiwania dużych liczb pierwszych. Zastosowanie najróżniejszych technik obliczeniowych i programistycznych pozwoliło osiągnąć wiele, wcześniej nieosiągalnych rezultatów. Przykładami takich podejść można by tu wymieniać bez końca – metody numeryczne, programowanie matematyczne, zastosowanie algorytmów uczenia maszynowego i wiele innych...

W trakcie referatu zostanie zaprezentowanych kilka wyników matematycznych, które zostały uzyskane przy pomocy metod komputerowych. Rozwikłamy też zagadkę z początku tego streszczenia – jaka jest największa obecnie znana ludzkości liczba pierwsza.

Leon PROEVSKI

Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska

Optymalizacja syntezy DDNP (diazodinitrofenolu)

Badania zostały wykonane w trakcie wykonywania pracy inżynierskiej Mateusza Jachmanna pod nadzorem dr. inż. Wojciecha Pawłowskiego w Zakładzie Materiałów Wysokoenergetycznych Wydziału Chemicznego PW.

Dinitrodiazofenol ze względu na swoje właściwości fizykochemiczne jest użytecznym związkiem do wykorzystania w mieszankach inicjujących amunicji do broni palnej. Jest on zieloną alternatywą do obecnie używanych związków, gdyż nie zawiera on metali ciężkich. W związku z tym, jego produkcja oraz użytek są bardziej przyjazne dla zdrowia.

35

W trakcie badań zbadano wpływ temperatury oraz czasu reakcji na jej wydajność. W tym celu przeprowadzono serię prób, w których zmieniano te czynniki. Największą wydajnością charakteryzowała się temperatura pokojowa i czas reakcji 30 minut.

Pożądaną formą krystaliczną produktu są jednolite i kuliste kryształy. W celu otrzymania takiej formy morfologicznej stosuje się różne środki krystalizujące. W trakcie badania sprawdzono wpływ dekstryny oraz p-krezolu na kształt i rozmiar kryształów produktu.

Kształt oraz rozmiar kryształów badano pod mikroskopem oraz za pomocą granulometru Malvern Mastersizer.

Celem prezentacji będzie przedstawienie zastosowania otrzymanego związku w konstrukcji amunicji do broni palnej oraz wyjaśnienie procesu syntezy w kontekście wykorzystanej aparatury oraz zmieniania warunków reakcji.

Iryna LEVKOVYCH

Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska

Alternatywy dla testów na zwierzętach – czy możemy całkowicie zrezygnować z badań *in vivo*?

36

Wprowadzenie zasady 3R (ang. *Replacement, Reduction, Refinement*) w 1959 roku znacząco wpłynęło na badania biologiczne, wyznaczając kierunek rozwoju nauki na wiele lat. Jest to etyczne podejście do eksperymentów na zwierzętach, które obejmuje ich zastępowanie alternatywnymi metodami (ang. *Replacement*), ograniczanie liczby wykorzystywanych zwierząt (ang. *Reduction*) oraz udoskonalanie warunków badań w celu minimalizacji ich cierpienia (ang. *Refinement*). W przypadku leków takie badania są obowiązkowym etapem przed wprowadzeniem produktu na rynek, jednakże muszą one być zgodne z zasadą 3R.

Jak w takim razie możliwe jest opracowywanie nowych, bezpiecznych kosmetyków i leków? Kluczową rolę odgrywają badania prowadzone w szkle (*in vitro*), czyli na liniach komórkowych lub organizmach modelowych. To podejście ma wiele zalet w porównaniu do badań na zwierzętach – niższe koszty, możliwość dokładnego zbadania mechanizmów działania składnika, lepsza kontrola warunków eksperymentu. W ciągu ostatnich lat rozwijano komórkowe modele badawcze *in vitro* – od najprostszych modeli, czyli monowarstw komórek konkretnego typu po tak zwane kultury organotypowe, czyli sztuczne modele anatomicznie i fizjologicznie przypominające rzeczywiste organy.

Podczas prezentacji zostaną przedstawione poszczególne modele komórkowe obecnie wykorzystywane w badaniach. Ich wady i zalety zostaną zilustrowane na przykładzie wyników uzyskanych w ramach grantów realizowanych na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej, a także stażu naukowego w grupie *Tissue Damage Response in Regeneration and Aging*, Instytut Ludwiga Boltzmanna (Wiedeń, Austria; FEBS Summer Fellowship 2024). Wygłoszona prezentacja pozwoli na refleksję nad kluczowym pytaniem: czy możliwe jest całkowite wyeliminowanie badań *in vivo*?

Marek MAKOCHON

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechnika Warszawska

Inżynieria oprogramowania w praktyce: od problemu do rozwiązania na przykładzie sztucznej inteligencji w inteligentnych miastach

Odczyt opisywać będzie proces inżynierii oprogramowania w praktyce, z punktu widzenia zespołu, który ma za zadanie wyprodukować oprogramowanie. Pokazane zostaną podejmowane przez zespół informatyków kroki, aby uzyskać produkt końcowy, jakim jest oprogramowanie, spełniający wszelkie wymagania klienta i będący wysokiej jakości, a także aspekty, do których należy przykładać szczególną wagę. Głównym celem odczytu jest uświadomienie słuchaczy, że praca w dziedzinie informatyki nie polega na samym pisaniu kodu komputerowego, ale wymaga również sprawnej komunikacji z klientem na temat jego potrzeb i oczekiwań, analizy problemu, przewidywania kierunków rozwoju oprogramowania, czy też testowania i ogółem rzecz ujmując jest kompleksowym systemem zintegrowanym z innymi systemami, a nie pojedynczym bytem istniejącym w próżni. Opisane zostaną kroki podejmowane przez zespoły do wytwarzania spełniającego komercyjne standardy produktu oraz zilustrowane zostaną przykładem zaczerpniętym z dziedziny geodezji i kartografii, która to dziedzina jest również tematem moich zainteresowań i w której to dziedzinie się również rozwijam na uczelni. Konkretniej, jest to temat dotyczący pewnego aspektu sztucznej inteligencji w inteligentnych miastach, obszar badań, na temat którego wraz z tutorem piszemy artykuł naukowy w tym roku akademickim.

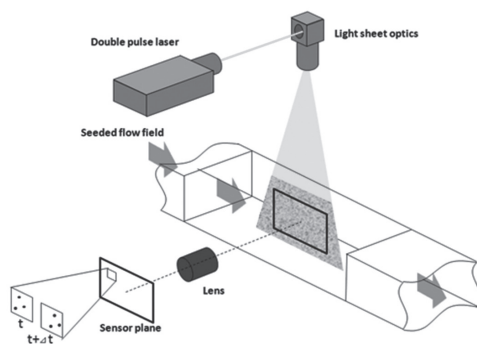
37

Karol BUKOWSKI

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
Politechnika Warszawska

Wykorzystanie metody Particle Image Velocimetry w analizie przepływów

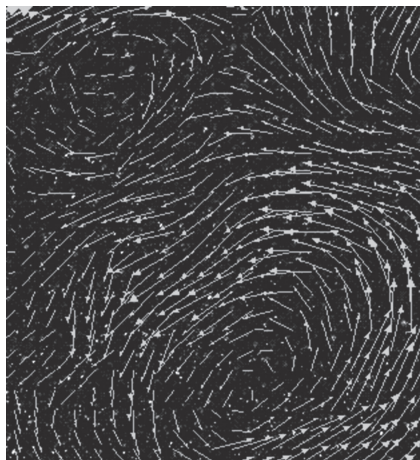
Particle Image Velocimetry (PIV) to jedna z najczęściej stosowanych optycznych technik pomiarowych stosowanych w mechanice płynów, umożliwiającą nieinwazyjne badanie struktur przepływu. Metoda ta polega na analizie ruchu cząstek znacznikowych zawieszonych w badanym płynie, co pozwala na uzyskanie dwuwymiarowych, a nawet trójwymiarowych pól prędkości. Proces ten można podzielić na dwie części. W pierwszej przygotowuje się stanowisko pomiarowe i wykonuje serię zdjęć równocześnie naświetlając cząsteczki laserem. Drugi etap obejmuje analizę zebranych danych, w której identyfikuje się przesunięcia cząstek między kolejnymi klatkami, co pozwala na wyznaczenie wektorów prędkości w przepływie. Oprócz dostarczania danych ilościowych, PIV umożliwia także wizualizację przepływów, co pozwala na lepsze zrozumienie zjawisk zachodzących w analizowanych układach.



Rysunek 1. Schemat stanowiska do pomiarów PIV

Podczas prezentacji zostanie omówiona zasada działania metody PIV, kluczowe etapy przetwarzania danych oraz przykłady zastosowań. Dodatkowo, przedsta-

wione zostaną wstępne wyniki badań uzyskane przy pomocy PIV w eksperymencie dotyczącym analizy przepływu przez ciała porowate w tunelu wodnym, nad którym obecnie pracuję.



Rysunek 2. Pole prędkości uzyskane metodą PIV

Dawid RUCIŃSKI

Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechnika Warszawska

Predykcja działania urządzeń IoT w warunkach promieniowania jonizującego z użyciem sztucznej inteligencji

Nowoczesne ośrodki badawcze zajmujące się fizyką jądrową wymagają zaawansowanych systemów zbierania i analizy danych. Wysoka intensywność promieniowania jonizującego, charakterystyczna dla tego typu eksperymentów, wpływa na niezawodność urządzeń sterujących oraz systemów detekcyjnych. W związku z tym kluczowe staje się monitorowanie zarówno poziomu promieniowania, jak i innych parametrów środowiskowych, zwłaszcza w dużych kompleksach badawczych.

Prezentowany odczyt dotyczy propozycji rozszerzenia istniejącego systemu Internetu Rzeczy (IoT) o komponent umożliwiający transmisję danych o wysokiej przepustowości przez sieć Wi-Fi. Przedstawione zostaną także rodzaje błędów, które mogą występować w transmisji danych pod wpływem promieniowania jonizującego, oraz wyniki przeprowadzonych testów. Szczególną uwagę poświęcono elementom urządzeń elektronicznych najbardziej narażonym na uszkodzenia. Dodatkowo omówione zostaną metody sztucznej inteligencji, które mogą zostać wykorzystane do predykcji i modelowania błędów, umożliwiając ich bieżącą korekcję lub implementację strategii mitygacyjnych w kolejnych etapach badań.

Eksperymenty wielkoskalowe stanowią nieodzowny element współczesnej nauki, pozwalając na poszerzanie granic naszej wiedzy. Szczególnie w fizyce jądrowej, gdzie badania nad cząstkami o wysokich energiach pozwalają odtworzyć warunki panujące we wczesnym Wszechświecie, kluczową rolę odgrywają akceleratory cząstek, takie jak Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) w CERN. W tych warunkach funkcjonują zaawansowane systemy sterujące wiązką oraz elektronika detekcyjna, która jest narażona na intensywne promieniowanie jonizujące oraz inne czynniki środowiskowe. Z tego powodu stosuje się rozbudowane systemy czujników,

mające na celu zapewnienie niezawodności urządzeń oraz bezpieczeństwa personelu.

W ramach odczytu omówiony zostanie szczegółowy zakres badań dotyczących predykcji działania urządzeń IoT w warunkach ekspozycji na promieniowanie jonizujące. W pierwszej części przedstawiona zostanie motywacja badawcza oraz aktualny stan wiedzy w tej dziedzinie. Następnie omówione zostaną różne typy promieniowania jonizującego oraz ich wpływ na elektronikę. Kolejna część poświęcona będzie opisowi serii testów przeprowadzonych w celu zebrania danych, a także analizie komponentów elektronicznych poddanych badaniom. Następnie przedstawione zostanie narzędzie służące do akwizycji danych oraz przegląd metod sztucznej inteligencji, które mogą zostać zaimplementowane w celu analizy i predykcji błędów. Odczyt zakończy się omówieniem dalszych kierunków badań oraz podsumowaniem uzyskanych wyników.

Piotr PYRAK

Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska

Mechanizm TADF i jego wykorzystanie w diodach OLED

Związki wykazujące TADF (termicznie aktywowaną opóźnioną fluorescencję) znajdują liczne zastosowania w technice i medycynie. Ich kolejne generacje stanowią różne klasy związków z wykorzystaniem różnych mechanizmów. Trzecia generacja to właśnie związki TADF, obecnie najpowszechniej używana. Ostatnia, czwarta generacja zawiera wiele ciekawych pomysłów na najwydajniejsze diody, w tym dubletowe związki.

42

Opowiem o mechanizmie tego zjawiska i sposobach w jaki można projektować cząsteczki, aby go posiadały. Przybliżę, w jaki sposób funkcjonuje dioda OLED i o różnicach w jej zachowaniu między roztworem i matrycą diody.

Jako że duża część z tych związków opiera się o kompleksy borowe i na politechnice prowadzone są badania na ten temat, przedstawię przykładowe syntezy. Dodatkowo pokażę ciekawą reakcję kompleksu boru z chinoliną i dalszego utlenienia produktu, odkrytą przypadkiem podczas próby syntezy rdzenia akceptorowego do TADF.

Paweł SIDORCZUK

Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych
Politechnika Warszawska

Miara w świecie chaosu i porządku – Od Lebesgue’a do Fraktali

Teoria miary to fundament, który pozwala matematykom przypisywać „wielkość” zbiorom – od prostych odcinków i figur geometrycznych po niezwykle złożone struktury. W trakcie wystąpienia przyjrzymy się najważniejszym zagadnieniom z tej dziedziny, zaczynając od miary Lebesgue’a, która stanowi kluczowy element współczesnej analizy matematycznej. Omówimy, dlaczego tradycyjne pojęcie długości czy pola nie wystarcza do mierzenia wszystkich zbiorów, oraz jak konstrukcja zbioru niemierzalnego (zbioru Vitaliego) ilustruje ograniczenia klasycznych metod. Pomimo trudności we wskazaniu takiego zbioru, wiedza, że taki istnieje dostarcza nam bardzo ważnych spostrzeżeń. Jedną z takich informacji jest to, że istnienie zbioru niemierzalnego jest równoważne aksjomatowi wyboru – jednemu z najważniejszych aksjomatów w matematyce, który jest wykorzystywany przy dowodzeniu wielu bardzo ważnych twierdzeń.

43

Następnie przeniesiemy się do fascynującego świata fraktali – obiektów, które charakteryzują się samopodobieństwem i niezwykle złożonością. Przykłady takie jak krzywa Kocha czy dywan Sierpińskiego nie tylko zadziwiają swoją geometryczną strukturą, ale również stawiają pytania o to, jak mierzymy „rozmiar” nieregularnych kształtów. Zbadamy, jakie wyzwania stoją przed klasycznymi metodami pomiaru i jak teoria miary pomaga je pokonać.

Wystąpienie zostało przygotowane z myślą o studentach różnych kierunków, dlatego postaramy się przedstawić teoretyczne koncepcje w przystępny sposób, łącząc je z realnymi przykładami, które pokazują, jak głęboko teoria miary przenika współczesne nauki inżynieryjne i przyrodnicze.

Zapraszam do wspólnej podróży przez świat, w którym matematyka i teoria miary odkrywa harmonię między porządkiem a chaosem!

Ignacy ŻÓŁTOWSKI

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej
Politechnika Warszawska

Badanie właściwości mechanicznych nanowłókien kompozytowych do zastosowania w implantach kostnych

Materiały polimerowe wykazują korzystne właściwości wytrzymałości na rozciąganie i stanowią doskonałą matrycę do otrzymywania materiałów kompozytowych. Dodawanie do polimerów nanocząstek może doprowadzić do otrzymania materiałów kompozytowych wykazujących synergistyczne właściwości obu składników kompozytu.

44

Poprzez dodanie do polimerów nanocząstek hydroksyapatytu można uzyskać materiały kompozytowe o właściwościach korzystnych do wytwarzania implantów kostnych. Nieorganiczne części kości zbudowane są z naturalnego hydroksyapatytu, zatem podobny do niego sztuczny hydroksyapatyt zapewnia wysoką biogodność i korzystne warunki dla regeneracji tkanek.

W pracy Wojasiński i in. ^[1] wykazano zarówno, że dodawania nanocząstek hydroksyapatytu do wydruków 3D z poli(ε-kaprolaktonu) prowadzi do pogorszenia właściwości wytrzymałości polimeru na ściskanie, zamiast jej poprawienia. Ponadto, wykazano, że zastosowanie modyfikacji powierzchni nanocząstek hydroksyapatytu czynnikiem zwiększającym hydrofobowość pozwala na utrzymanie właściwości polimeru na poziomie polimeru bez dodatku nanocząstek, przy jednoczesnym poprawieniu właściwości biogodności z komórkami macierzystymi.

W przypadku dodawania nanocząstek hydroksyapatytu do polimerów, które następnie przetwarzano do otrzymania nanowłókien kompozytowych, doniesienia literaturowe na temat właściwości wytrzymałości takich kompozytów są niepełne ^[2].

[1] WOJASIŃSKI, Michał, et al. Mechanically suitable and osteoinductive 3D-printed composite scaffolds with hydroxyapatite nanoparticles having diverse morphologies for bone tissue engineering. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 2024, 112.6: e35409.

[2] WOJASIŃSKI, Michał; CIACH, Tomasz. Solution blow spun poly-L-lactic acid/ceramic fibrous composites for bone implant applications. *Chemical and Process Engineering*, 2021, 42.3: 275--289.

W swoim odczycie przedstawię przeprowadzony przegląd literatury naukowej, dotyczącej możliwości i ograniczeń dodawania nanocząstek hydroksyapatytu do nanowłókien polimerych otrzymywanych metodą rozdmuchu roztworu polimeru, oraz sprawdzenie laboratoryjne, czy zastosowanie zmodyfikowanych powierzchniowo nanocząstek hydroksyapatytu pozwala na uzyskanie nanowłókien kompozytowych o właściwościach mechanicznych zbliżonych do nanowłókien czystego polimeru.

Alicja BAKALARSKA

Wydział Architektury
Politechnika Warszawska

Potencjał grzybni w architekturze cyrkularnej

46

W dobie zmian klimatycznych i narastających problemów związanych z nadmiernym zużyciem zasobów naturalnych, sektor budownictwa stoi przed koniecznością poszukiwania nowych, bardziej zrównoważonych materiałów. Grzybnia (mycelium), jako biomateriał o unikalnych właściwościach, otwiera nowe możliwości w architekturze cyrkularnej. Jest to surowiec, który można hodować na odpadach organicznych, wymaga minimalnej ilości energii do produkcji i jest w pełni biodegradowalny, co czyni go ekologiczną alternatywą dla tradycyjnych materiałów budowlanych, takich jak beton, cegła czy tworzywa sztuczne.

W prezentacji zostanie przedstawiony pełen cykl życia materiałów z mycelium – od procesu wzrostu i formowania struktur, poprzez ich właściwości użytkowe, aż po możliwości recyklingu i biodegradacji. Omówione zostaną także praktyczne zastosowania grzybni w budownictwie, w tym jej wykorzystanie w modułowych ścianach, przegrodach i tymczasowych strukturach. Przeanalizowane zostaną również kluczowe wyzwania, takie jak trwałość materiału, jego odporność na wilgoć oraz ograniczenia związane z certyfikacją i skalownością produkcji.

Celem wystąpienia jest nie tylko zaprezentowanie potencjału grzybni jako materiału budowlanego, ale także zainicjowanie dyskusji nad przyszłością biomateriałów w architekturze. Czy mycelium może stać się częścią budownictwa przyszłości i realnym rozwiązaniem problemów związanych z nadmiernym zużyciem zasobów? Czy architektura cyrkularna oparta na biotechnologii stanie się nowym standardem?

Monika POGWIZD

Wydział Architektury
Politechnika Warszawska

Wpływ zmian własnościowych po II WŚ na stan historycznych zespołów rezydencjonalnych w powiecie nyskim

Powiat nyski, położony w południowo – zachodniej Polsce, na terenie zaliczanym do historycznego Dolnego Śląska, może poszczycić się bogatym dziedzictwem obiektów rezydencjonalnych, takich jak zamki, pałace i dwory. Niestety obecnie, wiele z nich przekształca się stopniowo w ruinę. Po II wojnie światowej, na skutek zmian własnościowych, wiele z obiektów wraz z otaczającymi je zabudowaniami gospodarczymi i parkami uległo bowiem degradacji. Wystąpienie w pierwszej części zgłębia powody stojące za tym procesem oraz złożoność tła historycznego, biorąc pod uwagę w szczególności działania Państwowych Gospodarstw Rolnych, powojenne migracje oraz zaniedbania konserwatorskie.

Następnie przeprowadzona zostanie analiza wybranych zespołów rezydencjonalnych w powiecie nyskim w oparciu m.in. o następujące kryteria: stan głównego budynku, stan zabudowań folwarcznych, stan parku lub ogrodu, obecne wykorzystanie terenu, integralność przestrzenna, status prawny ochrony konserwatorskiej, stan własności, oraz ewentualne skutki zarządzania przez rolnictwo kolektywne.

Na podstawie badań podjęta zostanie refleksja nad potencjałem tych obiektów oraz możliwościami ich adaptacji w kontekście m.in. rozwoju turystyki, usług społecznych i gospodarki lokalnej. Ich przywrócenie do życia i ponowne, racjonalne wykorzystanie są bowiem z pewnością zadaniami wymagającymi, jednak przykłady z Polski i Europy pokazują, że – mimo trudności – odpowiednie zarządzanie, wsparcie finansowe i kreatywne podejście do nowych funkcji mogą uratować *niechciane dziedzictwo*.

Katarzyna PSZCZÓŁKOWSKA

Wydział Chemiczny
Politechnika Warszawska

Dlaczego elektrownie jądrowe powstają tak długo? Analiza opóźnień w projektach jądrowych EDF, KHNP i Westinghouse po 2000 roku

48

Budowa elektrowni jądrowych to skomplikowany proces, który wymaga zaawansowanej technologii, rygorystycznych norm bezpieczeństwa oraz współpracy wielu podwykonawców. Mimo postępu technologicznego i doświadczenia czołowych wykonawców – takich jak Électricité de France (EDF), Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) oraz Westinghouse Electric Company (WEC) – wiele projektów uruchomionych po 2000 roku borykało się z poważnymi opóźnieniami.

Podczas wystąpienia omówię najczęstsze przyczyny tych opóźnień, w tym kwestie regulacyjne, problemy z jakością i łańcuchem dostaw, niedoskonałości projektowe oraz wyzwania związane z zarządzaniem wielkoskalowymi inwestycjami. Przyjrę się konkretnym przykładom elektrowni, takim jak Flamanville-3 (EDF), Olkiluoto-3 (projekt EPR), Vogtle-3 i 4 (WEC) czy Barakah (KHNP), analizując, jakie błędy zostały popełnione i jak można było ich uniknąć.

Czy możliwe jest przyspieszenie budowy elektrowni jądrowych w przyszłości? Jakie wnioski można wyciągnąć z analizowanych przypadków?

Łukasz KICIŃSKI

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
Politechnika Warszawska

Optymalizacja rojem cząstek regulatora liniowo-kwadratowego, czyli kilka słów o projektowaniu odwrotnym układów automatycznego sterowania lotem

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie alternatywnego podejścia do projektowania układów automatycznego sterowania lotem śmigłowców, znanego jako projektowanie odwrotne. Metoda ta opiera się na rozwiązaniu zagadnienia optymalizacji z ograniczeniami,

w którym strojenie układu regulacji realizowane jest poprzez minimalizację funkcji kosztu. Funkcja ta definiowana jest jako sumaryczny uchyb regulacji obserwowanych zmiennych stanu podczas symulacji lotu śmigłowca po zadanej trajektorii.

Do rozwiązania tego problemu wykorzystano algorytm roju cząstek (ang. *Particle Swarm Optimization*), umożliwiający efektywne wyszukiwanie globalnych minimów funkcji kosztu. Metoda ta jest szczególnie przydatna w przypadku rozpatrywania funkcji posiadających wiele minimów lokalnych lub gdy wyznaczenie jej gradientu jest trudne.

Strojenie regulatora przeprowadzono dla bezzałogowego śmigłowca ARCHER, opracowanego w Zakładzie Automatyki i Osprzętu Lotniczego Politechniki Warszawskiej. Proces ten bazował na wykorzystaniu liniowego modelu dynamiki obiektu latającego, natomiast otrzymane w strojeniu parametry regulatora zostały zweryfikowane przy użyciu nieliniowego modelu dynamiki śmigłowca, przygotowanego w środowisku FLIGHTLAB. Walidacja potwierdziła skuteczność proponowanego podejścia.

Podczas prezentacji zostaną omówione podstawy projektowania układów automatycznego sterowania lotem oraz dynamiki śmigłowców. Dodatkowo, przedstawione zostaną korzyści płynące z zastosowania metodologii projektowania

odwrotnego na przykładzie regulatora liniowo-kwadratowego (ang. *Linear-Quadratic Regulator*). Zaprezentowane zostaną również wyniki symulacji lotu śmigłowca wyposażonego w zaprojektowany autopilot realizujący zadane trajektorie.

Michał MACIESZA

Wydział Elektryczny
Politechnika Warszawska

Algorytm doboru współczynnika wzmocnienia napięciowego optymalizujący sprawność przekształtnika prądu stałego współpracującego z elektrochemicznym magazynem energii

Postępująca transformacja energetyczna skutkująca decentralizacją produkcji energii elektrycznej stawia przed inżynierami wiele wyzwań. Krytycznym z tych wyzwań jest zapewnienie zbilansowania popytu i podaży energii elektrycznej. Jednak wraz z rosnącym udziałem Odnawialnych Źródeł Energii w krajowym „miksie” energetycznym, które są niesterowalne i nieprzewidywalne, coraz trudniej dokonać bilansowania produkcji i zużycia energii elektrycznej. Może to mieć negatywny wpływ na stabilność systemu elektroenergetycznego i w konsekwencji doprowadzić do coraz częstszych przerw w dostawie energii, co będzie stanowiło duże obciążenie dla przemysłu oraz przykrą niedogodność dla odbiorców indywidualnych.

Jednym z rozwiązań tego problemu jest magazynowanie energii w okresie wzmó- żonej produkcji, by wykorzystać ją w czasie flauty i dużego zachmurzenia. Dodat- kowo niewielkie magazyny elektrochemiczne mogą być stosowane w gospodar- stwach domowych wyposażonych w panele fotowoltaiczne w celu zmniejszenia zależności właściciela od dostaw energii z sieci elektroenergetycznej.

Magazyny elektrochemiczne tak jak i znane wszystkim baterie, czy akumulatory pozwalają na przekształcenie energii chemicznej w elektryczną, ale jest to ener- gia prądu stałego, co nie pozwala dołączać ich bezpośrednio do sieci elektroener- getycznej, która korzysta z prądu przemiennego. Konieczne jest więc stosowanie układów kondycjonowania energii, które dostosowują jej parametry tak, by mo- gła być wprowadzana do sieci. Jednym z ogniw układu kondycjonowania energii jest przekształtnik prądu stałego, który dostosowuje napięcie magazynu tak, aby

energia w nim zgromadzona mogła być wprowadzana do sieci, lub by mógł być on z niej ładowany. W tej roli świetnie sprawdza się dwukierunkowy, izolowany przekształtnik DC/DC typu Dual Active Bridge.

Układ kondycjonowania energii cechuje się pewnymi stratami energii. Najlepiej gdyby jak najwięcej energii pobranej ze źródła w celu naładowania magazynu energii faktycznie została w nim zgromadzona, tak jak i również by jak najwięcej energii zgromadzonej w magazynie było dostarczane do odbiorników. Należy więc dążyć do minimalizacji strat układu kondycjonowania energii. W swojej działalności naukowej zajmuję się optymalizacją sprawności wspomnianego przekształtnika typu DAB.

Pomimo generalnie dość wysokiej sprawności przekształtnika DAB jego cechą jest to, że w pewnych okolicznościach w jego elementach płyną znaczne prądy, nawet przy przesyle niewielkiej mocy. Nazywamy je prądami biernymi, gdyż nie skutkują przesyłaniem energii przez układ, czyli wykonaniem pracy, a powodują straty mocy. W literaturze zaproponowano różne metody radzenia sobie z tą wadą przekształtnika, np. poprzez zastosowanie dość wyrafinowanego, a przez to i skomplikowanego sposobu sterowania. W swojej pracy zajmuję się najprostszą stosowaną metodą sterowania wzbogaconą o możliwość zmiany współczynnika wzmocnienia napięciowego przekształtnika, co zwiększa liczbę stopni swobody w sterowaniu i umożliwia minimalizację strat podczas pracy z zadaną mocą. Na chwilę obecną opracowałem algorytm, który na podstawie estymacji strat w danym punkcie pracy dla różnych wartości wzmocnienia, tak dobiera wartość wzmocnienia by maksymalizować sprawność przekształtnika. Przeprowadziłem badania symulacyjne potwierdzające poprawność moich rozważań. Uzyskane wyniki były obiecujące. Opracowana metoda jest prosta i pozwala na maksymalizację sprawności przekształtnika w szerokim zakresie mocy. W najbliższym czasie planuję przeprowadzić badania eksperymentalne. Prowadzone badania mogą nie tylko zwiększyć efektywność przetwarzania energii w procesie jej magazynowania, ale również mogą doprowadzić do wypracowania pewnych rekomendacji projektowych pozwalających na budowę mniejszych, sprawniejszych i bardziej uniwersalnych przekształtników typu DAB. Wyniki badań zostaną wykorzystane przeze mnie do napisania pracy magisterskiej, a w przyszłości chciałbym je opublikować.

