



Informatyka Systemów Złożonych

Sylabus modułu zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Informatyka		Cykl dydaktyczny 2022/2023
Specjalność Wszystkie		Kod przedmiotu IINF2S.Ili2K.b957c7b1f02205095009da598c0ce61d.22
Jednostka organizacyjna Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji		Języki wykładowe Polski
Poziom kształcenia studia magisterskie inżynierskie II stopnia		Obligatoryjność Do wyboru
Forma studiów Stacjonarne		Blok zajęciowy przedmioty kierunkowe
Profil studiów Ogólnoakademicki		Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Witold Dzwiniel	
Prowadzący zajęcia	Witold Dzwiniel, Paweł Topa, Radosław Łazarz	

Okres Semestr 2	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się Zaliczenie	Liczba punktów ECTS 3.0
	Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 14, Ćwiczenia laboratoryjne: 14, Ćwiczenia projektowe: 16	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest zaznajomienie studentów z metodologią modelowania i symulacji systemów złożonych. Dotyczy to zarówno algorytmów jak i narzędzi związanych z modelowaniem komputerowym, a w szczególności powiązania podejść formalnych ze współczesnymi algorytmami sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
M_W001	Zna podstawowe paradygmaty modelowania komputerowego. Wie jakie są podstawowe cechy układów dynamicznych.	INF2A_W01, INF2A_W03, INF2A_W04, INF2A_W08	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	Zna podstawowe formalizmy które mogą zostać zastosowane dla modelowanego i symulowanego zjawiska. Zna jego realizację numeryczną. Zna zasady budowy supermodelu z podmodeli.	INF2A_W01	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji
M_W003	Zna paradygmat, automatów komórkowych, oddziałujących cząstek, zna metody adaptacji parametrów do modeli.	INF2A_W01	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności - Student potrafi:			
M_U001	Umie dobrać odpowiedni paradygmat do modelowanego zjawiska. Potrafi zbudować jego model numeryczny.	INF2A_U01, INF2A_U03, INF2A_U04, INF2A_U05, INF2A_U07	Udział w dyskusji, Wykonanie projektu, Projekt, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium
M_U002	Wie jak dobrać odpowiedni algorytm do realizacji zadania symulacji i zaimplementować go w środowisku równoległym.	INF2A_U01, INF2A_U03, INF2A_U04, INF2A_U05, INF2A_U07	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
M_K001	W trakcie wykonywania projektu laboratoryjnego czy grupowego uczy się jak współdziałać w zespole, zdobywać informacje i je prezentować	INF2A_K02	Udział w dyskusji, Projekt, Sprawozdanie, Prezentacja

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Dotyczy modelowania i symulacji dyskretnych układów złożonych w kontekście problemów adaptacji i uczenia maszynowego. Zapoznaje z metodami asymilacji modeli do danych.

Bilans punktów ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	14
Ćwiczenia laboratoryjne	14
Ćwiczenia projektowe	16
Przygotowanie do zajęć	20
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	20

Dodatkowe godziny kontaktowe	5
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 89
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 44

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
-----	-------------------	-----------------------------------	-------------------------

1.	<p>Przykład projektów:</p> <p>1. Asymilacja danych do modelu metodą supermodelingu (grupa związana z asymilacją danych) Dany model rozwoju nowotworu i jego kuracji (artykuł 1). Problemem jest dobór parametrów do modelu na podstawie fragmentu trajektorii jego ewolucji. Możemy dokonać tego przy pomocy jednej z metod asymilacji danych np. ABC. Będziemy badać jakość predykcji dla różnych danych „rzeczywistych” dla różnego budżetu czasowego. Dokonamy uproszczenia metody asymilacji danych poprzez dodanie drugiej warstwy uczenia (Supermodelingu patrz artykuł 2). D przeczytania 2 artykuły.</p> <p>Artykuł 1: Ribba, Benjamin, et al. "A tumor growth inhibition model for low-grade glioma treated with chemotherapy or radiotherapy." <i>Clinical Cancer Research</i> 18.18 (2012): 5071-5080. (nie czytać dokładnie tylko wyciągnąć z tego model)</p> <p>Artykuł 2: Sendera, Marcin. "Data adaptation in HANDY economy-ideology model." <i>arXiv preprint arXiv:1904.04309</i> (2019).</p> <p>2. Badanie czułości parametrów dla modelu HANDY (artykuł 1) (grupa związana z analizą czułości) Opracować hierarchiczny algorytm analizy czułości parametrów modelu o najmniejszej złożoności czasowej. Użyć metody asymilacji danych dla wszystkich parametrów i tylko dla tych najbardziej czułych i dla zadanego reżimu czasowego sprawdzić jakość jednego i drugiego podejścia. Parametry mniej czułe dobierać przez krótkie uczenie np. metodą ABC</p> <p>Artykuł 1: Sendera, Marcin. "Data adaptation in HANDY economy-ideology model." <i>arXiv preprint arXiv:1904.04309</i> (2019).</p> <p>3. Wykorzystanie konwolucyjnych sieci neuronowych do przewidywania połączeń w grafach np. na podstawie artykułów (grupa związana z tematyką sieci złożonych):</p> <p>Artykuł 1: Harada, S., Akita, H., Tsubaki, M., Baba, Y., Takigawa, I., Yamanishi, Y., & Kashima, H. (2018). Dual Convolutional Neural Network for Graph of Graphs Link Prediction. <i>arXiv preprint arXiv:1810.02080</i>:</p> <p>Artykuł 2 Zhang, M., & Chen, Y. (2018). Link prediction based on graph neural networks. In <i>Advances in Neural Information Processing Systems</i> (pp. 5165-5175).</p> <p>4. Automaty komórkowe jako konwolucyjne sieci neuronowe. Próba zaadaptowania reguł automatu komórkowego do konwolucyjnej sieci neuronowej (grupa związana z automatami komórkowymi). Na podstawie artykułu:</p> <p>Gilpin, W. (2019). Cellular automata as convolutional neural networks. <i>Physical Review E</i>, 100(3), 032402.</p> <p>5. Dynamiczna detekcja grup społecznościowych z wykorzystaniem podejścia N-body. Grupa związana z metodami cząstek.</p> <p>Artykuł 1 https://www.nature.com/articles/srep25570</p> <p>Artykuł 2 Quiles, M. G. Particle Community: A dynamical model for detecting communities in complex networks. GitHub, (2016). Date of access 28/01/2016. URL https://github.com/quiles/ParticleCommunity.</p> <p>6. Modelowanie prostych układów chaotycznych (Lorenz, rozszerzony Lorenz) metodą reservoir computing i echo state machines. Grupa związana z PyCX. Na podstawie artykułu:</p> <p>Antonik, P., Gulina, M., Pauwels, J., & Massar, S. (2018). Using a reservoir computer to learn chaotic attractors, with applications to chaos synchronization and cryptography. <i>Physical Review E</i>, 98(1), 012215.</p>	M_W001, M_W003, M_U001, M_K001	Ćwiczenia projektowe
----	---	-----------------------------------	----------------------

2.	<p>Ćwiczenia laboratoryjne (tutoriale):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Systemy dynamiczne, chaos, atraktory, proste modele układów złożonych (PyCX) 2. Algorytmy modelowania złożonych systemów (force directed methods, automaty komórkowe) 3. Sieci złożone (znajdowanie społeczności, predykcja połączeń w sieciach złożonych) 4. Badanie wrażliwości modeli, znajdowanie wrażliwych parametrów 5. Asymilacja danych metodami Bayesowskimi. Uczenie maszynowe i predykcja szeregów czasowych. 6. Superkomputing jako dodatkowa warstwa abstrakcji w metodach asymilacji danych 7. Echo State MACHines oraz sieci neuronowe Reservoir Computing w predykcji zachowania złożonych systemów 8. Przewidywanie ewolucji systemów biologicznych na podstawie modeli nowotworów 	M_W001, M_W002, M_U001, M_K001	Ćwiczenia laboratoryjne
3.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Chaos deterministyczny: 1. Complex systems a chaos. Fraktale. 2. Problemy złożoności. Czy system chaotyczny to system złożony? 3. Układy dynamiczne - matematyka 4. Matematyka i obliczenia, 5. Właściwości układów dynamicznych. 5. Chaos systemów przestrzenno- czasowych 	M_W001, M_U002	Wykład
4.	<ol style="list-style-type: none"> 2. Proste modele układów złożonych: Równanie logistyczne, równanie predator-pray, modele przestrzenne układów ewoluujących, modele biologiczne (model Gompertza) 	M_W001, M_W002, M_U001	Wykład
5.	<ol style="list-style-type: none"> Prawa potęgowe.: 1. Skąd biorą się prawa potęgowe? 2. Prawa potęgowe w zjawiskach naturalnych. 3. Przykłady zjawisk opisywanych prawami potęgowymi. 	M_W001, M_W002	Wykład
6.	<ol style="list-style-type: none"> Automaty komórkowe: 1. Teoria – na podstawie New Kind of Science 2. Znane automaty komórkowe - taksonomia. 3. Przykłady zastosowań 4. Gaz siatkowy, Boltzmanowski gaz siatkowy. 5. Perkolacja. 6. Agregacja. 	M_W002, M_U001	Wykład
7.	<ol style="list-style-type: none"> Metody stadne a oddziałujące cząstki,: Sformułowanie problemu. Teoria. Przykłady: modelowanie ruchu ulicznego oraz dynamika tłumu 	M_W002, M_U001, M_U002	Wykład
8.	<ol style="list-style-type: none"> Sieci złożone (complex networks): Charakterystyka i analiza oraz dynamika complex networks. 	M_W002, M_U001	Wykład
9.	<ol style="list-style-type: none"> Modelowanie procesów w wielu skalach przestrzenno-czasowych.: Metody renormalizacji i modele zgrubne (coarse graining). Zgrubne modele automatów komórkowych. 	M_W001, M_W002, M_W003, M_U001	Wykład
10.	<ol style="list-style-type: none"> Problemy odwrotne, analiza wrażliwości, walidacja modeli i problemy asymilacji danych.: Metody uczenia maszynowego a adaptacja danych - ABS (Approximated Bayesian Computations) 	M_W001, M_W002, M_U001	Wykład
11.	<ol style="list-style-type: none"> Supermodele a uczenie maszynowe.: Supermodele i sposoby ich konstrukcji. Supermodele w układach Lorenza. Przykłady supermodelu w meteorologii model atmosferyczny i oceaniczny. 	M_W001, M_W002, M_W003, M_U001	Wykład
12.	<ol style="list-style-type: none"> Biologiczne zastosowania automatów złożonych: Definicja automatu złożonego. Przykłady zastosowania złożonego automatu w modelowaniu dynamiki krwi, wzrostu nowotworu i rozwoju patogenu. 	M_W002, M_U001	Wykład

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia:

Wykład tablicowy, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Prezentacja multimedialna, Dyskusja, Projekt, Burza mózgów

Rodzaj zajęć	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych	ustna relacja odn. wykonanych projektów
Ćwiczenia laboratoryjne	Udział w dyskusji, Wykonanie projektu, Projekt, Sprawozdanie, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium	zaliczenie wszystkich elementów zajęć
Ćwiczenia projektowe	Udział w dyskusji, Wykonanie projektu, Projekt, Sprawozdanie, Prezentacja, Zaliczenie laboratorium	prezentacja wyników projektu

Dodatkowy opis

Wykłady z przedmiotu będą prowadzone w sposób zdalny z wykorzystaniem platformy Webex/Teams. Pozostałe zajęcia będą odbywać się w salach. Dotyczy to także zaliczeń i egzaminów odbywających się w sesjach egzaminacyjnych.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest pozytywna ocena ze wszystkich form zajęć

Sposób obliczania oceny końcowej

1. Aby uzyskać pozytywną ocenę końcową niezbędne jest uzyskanie pozytywnej oceny z laboratorium oraz egzaminu z wykładu. 2. Obliczamy średnią ważoną z ocen z laboratorium (50%) i projektu (50%) uzyskanych we wszystkich terminach. 3. W ocenie bierze się pod uwagę aktywność na zajęciach (podwyższenie oceny o max. 0.5) 4. Wyznaczymy ocenę końcową na podstawie zależności: if $sr > 4.75$ then $OK = 5.0$ else Nieobecność na zajęciach laboratoryjnych wymaga oprócz uzupełnienia ćwiczenia poza zajęciami zdania ustnego kolokwium przed prowadzącym z treści programowych związanych z w/w ćwiczeniem lab. if $sr > 4.25$ then $OK = 4.5$ else if $sr > 3.75$ then $OK = 4.0$ else if $sr > 3.25$ then $OK = 3.5$ else $OK = 3$ 5. Jeżeli pozytywną ocenę z laboratorium i zaliczenia wykładu uzyskano w pierwszym terminie oraz ocena końcowa jest mniejsza niż 5.0 to ocena końcowa jest podnoszona o 0.5

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Nieobecność na zajęciach student może odrobić przychodząc z inną grupą.

Wymagania wstępne i dodatkowe

1. Znajomość podstawowych algorytmów metod numerycznych.
2. Dobra znajomość algorytmiki.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego. Ćwiczenia laboratoryjne: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać

zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych. Ćwiczenia projektowe: Studenci wykonują prace praktyczne mające na celu uzyskanie kompetencji zakładanych przez sylabus. Ocenie podlega sposób wykonania projektu oraz efekt końcowy.

Literatura

Obowiązkowa

1. Wolfram S., New Kind of Science, 2001 <http://www.wolframscience.com/>
2. Chopard B, Droz M, Cellular Automata Modelling of Physical Systems, 1998, Cambridge Univ. Press.
3. Haile JM., Molecular Dynamics Simulation Elementary Methods, 1992, J.Wiley
4. Barabasi A.L., Network Science, Cambridge University Press, 2016
5. Goodson, G.R., Chaotic Dynamics, Cambridge University Press, 2017

Dodatkowa

1. Eberhard R., Shi, Y., Computational Intelligence, Elsevier 2007

Badania i publikacje

Publikacje

1. Dzwinel, W., Wcisło, R., Yuen, D.A., Miller, S., PAM: Particle Automata in modeling of multi-scale biological systems, ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation, 26(3), A20:1-21, 2016 IF=1.00
2. Wcisło R., Miller S., Dzwinel W., PAM: Particle Automata Model in simulation of Fusarium graminearum pathogen expansion. Journal of Theoretical Biology. 389, 110-122, 2016. IF=2.11
3. Magiera, K., Dzwinel, W., Irreducible elementary cellular automata found, Journal of Computational Science, 11, 300-308, 2015. IF=1.078
4. Czech, W., Dzwinel, W., Goryczka S., Arodź, T., Dudek, A.Z., Exploring biological networks with Graph Investigator research application, Computing and Informatics, 30, 1001-1031, 2011 IF =0.239
5. Dzwinel W., Spatially extended populations reproducing logistic map, Central European Journal of Physics, 8(1), 33-41, 2010 IF =0.70
6. Wcisło R., Dzwinel, W., Yuen, D.A., Dudek, A.Z., A new model of tumor progression based on the concept of complex automata driven by particle dynamics, Journal of Molecular Modeling, 15(12), 1517 -1539, 2009 IF =2.336
7. Dzwinel. W., Klusek, A., Wcisło, R., Panuszewska, M., Topa, P., Continuous and discrete models of melanoma progression simulated in multi-GPU environment, PPAM 2017, Lublin 10-13 September 2017, Lecture Notes in Computer Science, LNCS, 10777, 505-518, 2018
8. Topa, P., Kuźniar, M., Dzwinel, W., Graph of Cellular Automata as a Metaphor of Fusarium Graminearum Growth Implemented in GPGPU CUDA Computational Environment, PPAM, Wrocław, 13-16 September 2011, Lecture Notes in Computer Science, LNCS 7204, 578-587, 2012
9. Topa P., Dzwinel W., Yuen, D.A., A multiscale cellular automata model for simulating complex transportation systems, Int. J. Modern Phys. C, 17/10, 1437-60, 2006.
10. Łoś, M., Klusek, A., Hassaan, M., A., Pingali, K., Dzwinel, W., Paszyński, M., Parallel fast isogeometric L2 projection solver with GALOIS system for 3D tumor growth simulations, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 343, 1-22, 2019, IF = 4.44
11. Klusek, A., Łoś, M., Paszyński, M., Dzwinel, W., Efficient model of tumor progression simulated in multi-GPU environment, International Journal of High-Performance Computing Applications, 33(3), 489-506, 2019, IF =2.015
12. Dzwinel, W., Klusek, A., Paszynski M., A concept of a prognostic system for personalized anti-tumor therapy based on supermodeling, International Conference of Computational Science, ICCS 2017, Zurich, 11-14.06.2017. Procedia of Computer Science, 108C (2017) 1832-1841

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
INF2A_K02	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć informatyki, wagi profesjonalnego zachowania i przestrzegania zasad etyki zawodowej, prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu
INF2A_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie, a także określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia
INF2A_U03	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi, w szczególności potrafi opracować specyfikację projektową złożonego oprogramowania, z uwzględnieniem aspektów prawnych oraz innych aspektów pozatechnicznych, z uwzględnieniem norm i standardów, zaprojektować oprogramowanie adekwatnie do specyfikacji wymagań, opracować szczegółową dokumentację wyników, a także przygotować i i przedstawić prezentację oraz przeprowadzić dyskusję wyników
INF2A_U04	potrafi pracować indywidualnie i w zespole, ocenić czasochłonność zadania, opracować i zrealizować harmonogram prac oraz kierować małym zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie
INF2A_U05	potrafi wykorzystać poznane metody i modele do tworzenia różnego rodzaju programów o charakterze użytkowym i naukowym, z uwzględnieniem specyfiki specjalności
INF2A_U07	potrafi dokonać analizy wymagań oraz analizy ryzyka związanych z budową systemu informatycznego, projektować oprogramowanie zgodnie z wybraną metodyką, dobierać modele i procesy wytwarzania i testowania oprogramowania, a także skonfigurować system komputerowy, w szczególności w zakresie funkcji i narzędzi związanych ze specjalnością
INF2A_W01	ma pogłębioną wiedzę w zakresie przedmiotów ścisłych, pozwalającą na formułowanie i rozwiązywanie złożonych zadań z zakresu informatyki
INF2A_W03	ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych języków, paradygmatów i technik programowania z uwzględnieniem specyfiki specjalności
INF2A_W04	ma podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie inżynierii oprogramowania z uwzględnieniem specyfiki specjalności, w szczególności w zakresie budowy narzędzi i systemów informatycznych, etapów i metod projektowania, rozwoju i analizy oprogramowania, oraz stosowanych modeli procesu wytwarzania oprogramowania z zakresu specjalności
INF2A_W08	ma wiedzę w zakresie prowadzenia działalności gospodarczej, ochrony i zarządzania własnością intelektualną oraz prawa patentowego