KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu
Modelowanie budowy i ewolucji tkanek [S2IBio1-BiIW>MBiET]

Przedmiot

Kierunek studiów
Inżynieria biomedyczna

Rok/Semestr
2/3

Studia w zakresie (specjalność)
Bionika i inżynieria wirtualna

Profil studiów
ogólnoakademicki

Poziom studiów
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu
polski

Forma studiów
stacjonarne

Wymagalność
obieralny

Liczba godzin

Wykład
15

Laboratorium
15

Inne
0

Ćwiczenia
0

Projekty/seminaria
0

Liczba punktów ECTS

2,00

Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Michał Nowak
michal.nowak@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

WIEDZA: Znajomość metod modelowania geometrii w systemach CAD. Podstawowa wiedza z zakresu budowy systemów komputerowych. podstawowa wiedza w zakresie analizy strukturalnej. UMIEJĘTNOŚCI: Umiejętność obsługi systemów komputerowych. Umiejętność posługiwania się systemem CAD w podstawowym zakresie. Umiejętność modelowania geometrii w systemie CAD. Umiejętność wykorzystania metody elementów skończonych w praktyce. KOMPETENCJE SPOŁECZNE: Umiejętność pracy w zespole. Rozumienie potrzeby uczenia się i pozyskiwania nowej wiedzy.

Cel przedmiotu

Przekazanie wiedzy o metodach modelowania i symulacji numerycznej wzrostu i ewolucji tkanek. Obszar badawczy obejmujący zagadnienia wzrostu i ewolucji tkanek, łączy dwie główne dziedziny nauki: biologię i inżynierię. W obu tych dziedzinach ważnymi aspektami naukowymi sa modele ewolucyjne ciał stałych z biologicznego i inżynierskiego punktu widzenia. Ewolucja ciała stałego i modelowanie wzrostu obejmują zatem te dwa aspekty, które weszły w sferę mechaniki kontinuum w latach dziewięćdziesiątych. W ten sposób próbuje się uwzględnić zjawiska zależne od czasu, zasadniczo składające się ze zmian właściwości materiału, masy, kształtu i topologii ciała stałego. Wiedza i narzędzia potrzebne do modelowania tych zjawisk biologicznych obejmują następujące dziedziny: - termodynamika układów otwartych, - mechanika konfiguracyjna, - ewolucja biologiczna w odniesieniu do mechanobiologii komórki, - optymalizacja kształtu i topologii pod kątem adaptacji funkcjonalnej, - podejścia wieloskalowe i techniki homogenizacji. Głównym celem kursu jest wskazanie technik obliczeniowych znanych z optymalizacji strukturalnej i połączenie ich z rygorystycznymi modelami mechanicznymi dla systemów otwartych i modyfikacjami w przestrzeni materialnej, które są typowe dla systemów biologicznych. Doskonałą ilustracją spójnosci tych koncepcji jest modelowanie zjawiska adaptacji funkcjonalnej kości beleczkowej. Szczegółowo dyskutowane są modele przebudowy wewnętrznej i zewnętrznej kości zarówno na poziomie beleczkowatym, jak i makroskopowym, oparte na opisie modyfikacji gęstości wewnętrznej i ewolucji powierzchni beleczek kostnych pod wpływem bodźców mechanicznych i chemicznych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:
1. Student ma podstawową wiedzę z projektowania inżynierskiego i grafiki inżynierskiej, pozwalającą projektować obiekty i procesy, układy w ujęciu systemowym, elementy maszyn; formułować i analizować problemy; poszukiwać koncepcje rozwiązania; stosować obliczenia inżynierskie, wybierać i oceniać warianty rozwiązania; stosować modelowanie, optymalizację oraz bazy wiedzy w projektowaniu inżynierskim, komputerowe wspomaganie procesu projektowania, rysunek techniczny; odczytać rysunki i schematy maszyn, urządzeń i układów technicznych; opisywać ich budowę i zasady działania. K_W05
2. Student ma szczegółową wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu funkcjonowania i wzrostu tkanek, ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia modelowania i symulacji numerycznej wzrostu i ewolucji tkanek, ze szczególnym uwzględnieniem struktur kostnych. K_W14
3. Student ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w zagadnieniach modelowania i symulacji numerycznej wzrostu i ewolucji tkanek. K_W20

Umiejętności:
1. Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł; w szczególności potrafi opisywać zagadnienia biochemii i biofizyki i łączyć je z zagadnieniami technicznymi i projektowaniem inżynierskim, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także znajdować podobieństwa opracowanych metod w dziedzinie inżynierii i osiągnięć Natury. K_U01
2. Student potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej. K_U07
3. Student potrafi przeprowadzać symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi korzystać z komputerowego wspomagania do rozwiązywania zadań technicznych w szczególności w obszarze mechaniki konfiguracyjnej. K_U08
4. Potrafi rozwiązywać problemy techniczne w oparciu o prawa mechaniki; powinien rozumieć istotę ewolucji biologicznej w odniesieniu do mechanobiologii komórki, oraz wykorzystywać narzędzia numeryczne dla potrzeb modelowania wzrostu także z wykorzystaniem podejścia wieloskalowego i techniki homogenizacji. K_U15

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Testy ustne i pisemne. Ocena indywidualna wykonanych projektów.
Praktyczne ćwiczenia z użyciem dedykowanego oprogramowania.
Warunkiem otrzymania pozytywnej oceny jest uzyskanie co najmniej 50% możliwych do zdobycia punktów. Dotyczy to każdej formy prowadzonych zajęć.

Treści programowe

Tematyka wykładów:
1. Wprowadzenie do zagadnienia modelowania wzrostu i ewolucji tkanek.
2. Aspekt bilogiczno-chemiczny procesów zachodzących w ozganizmach żywych.
3. Optymalizacji strukturalna i sposób jej realizacji przez organizmy żywe.
4. Istota procesu adaptacyjnej przebudowy kości beleczkowej – proces biologiczny i jego charakterystyka z punktu widzenia inżynierii mechanicznej..
5. Zagadnienia budowy modeli obliczeniowych i problem dyskretyzacji.
6. Praktyczne problemy i sposoby modelowania wzrostu i ewolucji tkanek.
7. Aspekty numeryczne praktycznej implementacji procedur modelowania wzrostu i ewolucji tkanek.
8. Podsumowanie i omówienie kierunków rozwoju metod modelowania wzrostu i ewolucji tkanek.
Zajęcia praktyczne (laboratorium komputerowe):
1. Parametryzacja modeli geometrycznych.
2. Metoda elementów skończonych i jej specyfika w przypadku procedur modelowania wzrostu i ewolucji tkanek..
3. Problem optymalizacji strukturalnej świata ożywionego – przykłady oprogramowania.
4. Sposoby uzyskiwania informacji oraz opis geometryczny wzrostu i przebudowy tkanek biologicznych – dostępne oprogramowanie..
5. Praktyczne zastosowanie algorytmów modelowania wzrostu i ewolucji tkanek..
6. Podobieństwa i różnice w praktycznej realizacji biomimetycznego algorytmu optymazliacji strukturalnej i optymalizacji topologicznej bazującej na ewolucji gęstości sztucznego materiału.
7. Sprawdzian końcowy.

Tematyka zajęć

brak

Metody dydaktyczne

Interaktywny wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.

Literatura

Podstawowa
1. Będziński, R., Biomechanika inżynierska : zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki, 1997
2. Tkacz E., Borys P., Bionika, ISBN: 9788320434040, WNT, 2015
3. Samek A., Bionika w kształceniu, Wydawnictwa AGH, 2013
4. Huiskes R If bone is the answer, then what is the question? J Anat 197:145–156, 2000
5. Huiskes R et al (2000) Effects of mechanical forces on maintenance and adaptation of form in trabecular bone. Nature 404:704–706, 2000
6. Klarbring A, Torstenfelt B, Lazy zone bone remodelling theory and its relation to topology optimization. Ann Solid Struct Mech 4(1):25–32, 2012
7. Nowak M, Structural optimization system based on trabecular bone surface adaptation. J Struct Multidiscip Optim 32(3):241– 251, 2006
8. Nowak M, On some properties of bone functional adaptation phenomenon useful in mechanical design. Acta Bioeng Biomech 12(2):49–54, 2010
9. Sigmund O, On the optimality of bone microstructure. Synthesis in Bio Solid Mechanics, Kluwer 221–234, 1999
10. Nowak M., Projektowanie konstrukcji o wysokiej sztywności z zastosowaniem optymalizacji strukturalnej, "https://sin.put.poznan.pl/organizations/details/wydawnictwo-politechniki-poznanskiej"Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej , ISBN 978-83-7775-460-3, 2017.
Uzupełniająca
1. Michał Nowak, Optymalizacja strukturalna według wzorca biologicznego, Politechnika Poznańska, Rozprawy nr 402, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, ISBN 83-7143-259-3, Poznań, 2006
3. Ohlsen J., Herzog F., Raso S. et al., Function Integrated, Bionic Optimised Vehicle Lightweight Structure in Flexible Production. ATZ Worldw 117, pp. 34–39, https://doi.org/10.1007/s38311-015-0060-7, 2015.
4. Zander K., Sokolov D., Schwarz W. et al., Headlamp of 2025 Bionically Inspired, Additively Manufactured. ATZ World 118, pp. 36–41, https://doi.org/10.1007/s38311-015-0099-5, 2016.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiów/egzaminu, wykonanie projektu)	20	1,00