

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Geometria komputerowa

Rok akademicki: 2018/2019 Kod: JIS-2-016-GK-s Punkty ECTS: 4

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Informatyka Stosowana Specjalność: Grafika komputerowa i przetwarzanie obrazów

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 0

Strona www: <http://fis.agh.edu.pl/~kaprzyk>

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. Kaprzyk Stanisław (kaprzyk@wfitj12e.ftj.agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: prof. dr hab. Kaprzyk Stanisław (kaprzyk@wfitj12e.ftj.agh.edu.pl)

Krótką charakterystyka modułu

Student poznaje podstawy teoretyczne geometrii komputerowej i podstawowe sposoby realizacji algorytmów stosowanych w tej dziedzinie.

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student zna klasyczne podstawy geometrii Euklidesa i posiada wiedzę o abstrakcyjnych obiektach z geometrii Hilberta	IS2A_W01, IS2A_W03	Aktywność na zajęciach
M_W002	Student posiada wiedzę o algorytmach i kodach komputerowych stosowanych w geometrii dyskretnej, oraz i ich efektywności obliczeniowej w praktycznych aplikacjach	IS2A_W08, IS2A_W03	Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Umiejętności			
M_U001	Student potrafi dokonać krytycznej analizy problemu i sformułować odpowiedni model w języku abstrakcyjnych pojęć geometrycznych	IS2A_U01, IS2A_U04	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Student potrafi zaprojektować, uruchomić i ocenić efektywność obliczeniową kodu komputerowego w praktycznych zastosowaniach	IS2A_U02, IS2A_U04	Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
Kompetencje społeczne			

M_K001	Student potrafi współpracować twórczo w zespole rozwiązującym problemy praktyczne z wykorzystaniem pojęć i twierdzeń z geometrii	IS2A_K01, IS2A_K02	Aktywność na zajęciach
M_K002	Student aktywnie uczestniczy w dyskusjach w grupie, jak również z prowadzącym, potrafi racjonalnie formułować myśli i jasno argumentować	IS2A_K02	Aktywność na zajęciach

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student zna klasyczne podstawy geometrii Euklidesa i posiada wiedzę o abstrakcyjnych obiektach z geometrii Hilberta	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student posiada wiedzę o algorytmach i kodach komputerowych stosowanych w geometrii dyskretnej, oraz i ich efektywności obliczeniowej w praktycznych aplikacjach	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi dokonać krytycznej analizy problemu i sformułować odpowiedni model w języku abstrakcyjnych pojęć geometrycznych	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi zaprojektować, uruchomić i ocenić efektywność obliczeniową kodu komputerowego w praktycznych zastosowaniach	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student potrafi współpracować twórczo w zespole rozwiązującym problemy praktyczne z wykorzystaniem pojęć i twierdzeń z geometrii	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_K002	Student aktywnie uczestniczy w dyskusjach w grupie, jak również z prowadzącym, potrafi racjonalnie formułować myśli i jasno argumentować	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
--------	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Podstawy geometrii klasycznej i geometrii Hilberta (2 godz.)

Postulaty i pewniki Euklidesa. Aksjomaty Hilberta o incydencjach, o porządku, o kongruencjach, o równoległości i ciągłości.

Incydencje i pogładowe ujęcie geometrii rzutowej (2 godz.)

Pojęcia pierwotne i aksjomaty. Przecięcia prostych i płaszczyzn. Rzut środkowy na płaszczyźnie i w przestrzeni. Współrzędne kartezjańskie i współrzędne rzutowe

Abstrakcja w geometrii i informatyce (2 godz.)

Grafiy abstrakcyjne i grafiy geometryczne. Przykłady różnych grafów i ich związek z obiektami geometrycznymi.

Konfiguracje i inne obiekty geometryczne (2 godz.)

Elementarne własności konfiguracji. Czworobok zupełny. Konfiguracje regularne.

Wielokąty, triangulacja i analiza efektywności algorytmów obliczeniowych. (2 godz.)

Zapis wielokąta. Problem monitorowania galerii sztuki. Przekątne wielokąta i podział rekurencyjny. Triangulacja zwykła i grafiy dualne.

Otoczki wypukłe na płaszczyźnie (2 godz.)

Określenia i definicje. Punkty i krawędzie skrajne. Algorytmy „Gift wrapping”, „QuickHull”, Grahama, progresywny i „divide et impera”

Diagramy Voronoi na płaszczyźnie (3 godz.)

Przykłady, określenia i definicje. Tesselacja Voronoi i triangulacja Delaunay. Przegląd algorytmów. Diagramy Voronoi a otoczka wypukłą. Dualność triangulacji Delaunay i tesselacji Voronoi.

Otoczki wypukłe w przestrzeni (2godz.)

Przykłady, określenia i definicje. Wielościany, kompleksy regularne i wielowymiarowe komórki proste. Formuła Eulera.

Przegląd algorytmów przestrzennych i ich implementacja (3 godz.)

Wielościenne reprezentacja brzegów. Struktura danych w formie uskrzydionych krawędzi. Struktura danych w formie kwartetów krawędziowych. Twierdzenie o optymalności algorytmu „divide et impera”

Otoczki i diagramy Voronoi w przykładach (2 godz.)

Problem najbliższych sąsiadów. Optymalna triangulacja względem najmniejszego kąta. Największy pusty okrąg. Minimalne drzewo rozgałęzione i marszruta komiwojażera.

Kompozycje geometryczne. Przykłady zastosowań kompozycji. (2godz.)

Kombinatoryka kompozycji. Algorytm progresywny do konstrukcji kompozycji. Kompozycje i odwzorowania dualne.

Diagramy Voronoi wyższego rzędu. (2 godz.)

Jednowymiarowe i dwuwymiarowe diagramy wyższego rzędu. Wielowymiarowe diagramy Voronoi najbliższego i najdalszego punktu. Abstrakcyjne diagramy Voronoi z różnymi regułami wagowymi

Najbliższe n-sąsiedztwo, widoczność i cienie obiektów geometrycznych. (2 godz.)

Lokalne rozwiązywanie problemów bliskości. Usuwanie powierzchni niewidocznych. Grafy aspektowe. Najmniejszy cień obiektów geometrycznych.

Modelowanie układów geometrycznych w ruchu. (2 godz.)

Elementy kinematyczne w geometrii. Przestrzeń konfiguracyjna. Kodowanie ruchu postępowego i ruchu obrotowego. Zastosowanie sum Minkowskiego do kodowania ruchu z przeszkodami.

Ćwiczenia laboratoryjne

Proste konstrukcje na płaszczyźnie i elementarne algorytmy geometryczne

Efekty kształcenia:

- student potrafi zaprogramować i znaleźć incydencje w płaskich obiektach geometrycznych
- student potrafi wygenerować w postscripcie i zobrazować wyniki graficznie
- student potrafi napisać całą dokumentację zadania w LaTeXu

Konstrukcja incydencji w kwartecie harmonicznym i konfiguracji Brianchona-Pascala

Efekty kształcenia:

- student potrafi znaleźć analitycznie i wygenerować obrazy graficzne regularnych konfiguracji geometrycznych
- student potrafi wykonać prezentacje, z uwypukleniem szczególnych własności wygenerowanych obiektów geometrycznych.

Triangulacja zwykła wielokąta prostego

Efekty kształcenia:

- student potrafi wykonać analitycznie i przedstawić graficznie triangulację dowolnego wielokąta
- student potrafi zweryfikować empirycznie efektywność opracowanego algorytmu

Algorytmy i kody komputerowe na pole powierzchni wielokąta

Efekty kształcenia:

- student potrafi napisać procedurę i znaleźć pole wielokąta, korzystając ze wzoru, w którym pole jest wyrażone za pomocą antysymetrycznej formy dwuliniowej
- student pozna własności i strukturę form dwuliniowych, badając niezmienniczość pola względem translacji i obrotów.

Konstrukcja otoczki wypukłej zbioru punktów na płaszczyźnie

Efekty kształcenia:

- student potrafi skonstruować otoczkę wypukłą punktów na płaszczyźnie
- student posiada umiejętność oceny efektywności i wyszukiwania kodów optymalnych.

Konstrukcja przestrzennej otoczki wypukłej metoda progresywna

Efekty kształcenia:

- student potrafi znaleźć analitycznie i skonstruować graficznie otoczkę wypukłą obiektów w przestrzeni
- student zdobędzie umiejętność analizy efektywności algorytmów przestrzennych

Triangulacja Delaunay i tesselacja Voronoi na płaszczyźnie

Efekty kształcenia:

- student potrafi wykonać analitycznie i graficznie triangulację Delaunay i skonstruować diagramy Voronoi dla dowolnego zbioru punktów na płaszczyźnie
- student udoskonalił umiejętności w dobieraniu efektywnych algorytmów geometrycznych do rozwiązywania problemów praktycznych

Implementacja kodu komputerowego QHULL do konstrukcji diagramów Voronoi w przestrzeni

Efekty kształcenia:

- student potrafi wykonać tessellację Delaunay i skonstruować diagramy Voronoi dla zbioru punktów w przestrzeni 3-wymiarowej
- student zdobędzie umiejętność rozwiązywania problemów geometrycznych w przestrzeniach wyżej wymiarowych, analizując podobne problemy w przestrzeniach niżej wymiarowych

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa = $0.9 \cdot$ (średnia ocena z ćwiczeń laboratoryjnych) + 0.1 (aktywność i innowacyjność)
Na ocenę każdego ćwiczenia składają się w równym stopniu następujące czynniki: opis problemu w LaTeXu, kod komputerowy w znanym języku, kompilacja i wykonanie pod Unixem całego zadania, oraz wnioski i ocena efektywności algorytmu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

1. Znajomość geometrii analitycznej
2. Znajomość algebry wyższej
3. Biegłość w programowaniu w różnych językach i na różnych platformach komputerowych.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. D. Hilbert i S.Cohn-Vossen, Geometria Poglądowa, PWN Warszawa 1956.
2. K. Borsuk i W.Szmielew, Podstawy Geometrii, PWN Warszawa 1970.
3. H.S.M. Coxeter, Wstęp do Geometrii Dawnej i Nowej, PWN Warszawa 1967
4. F.P. Preparata i M.I. Shamos, Geometria Obliczeniowa. Wprowadzenie, Helion Gliwice
5. M.de Berg, M.van Kreveld, M. Overmars i O. Schwarzkopf, Geometria Obliczeniowa. Algorytmy i Zastosowania, W N-T Warszawa 2007.
6. A. Okabe, B. Boots, K. Sugihara i Sung Nok Chiu, Spatial Tessellations. Concepts and Applications of Voronoi Diagrams, John Wiley & Sons, New York 2000.
7. <http://www.qhull.org>

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Nie podano dodatkowych publikacji

Informacje dodatkowe

Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności na zajęciach student uzgadnia bezpośrednio z osobą prowadzącą odpowiednie zajęcia

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	22 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	22 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	104 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS