

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Wykorzystanie OpenGL w grafice komputerowej i wizualizacji		Kod 1010511261010510022
Kierunek studiów Bioinformatyka	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) (brak)	Rok / Semestr 3 / 6
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obieralny
Stoień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 30 Ćwiczenia: - Laboratoria: 30 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 4
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (brak)		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) (brak)
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 4 100% 4 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: dr inż. Witold Andrzejewski email: witold.andrzejewski@cs.put.poznan.pl tel. (0-61) 665-2965 Wydział Informatyki 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 2		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Student rozpoczynający ten moduł powinien posiadać podstawową wiedzę o programowaniu obiektowym i proceduralnym oraz znać podstawy algebry liniowej (proste operacje na wektorach i macierzach) oraz geometrii analitycznej (podstawowe obliczenia oparte o wektory i figury geometryczne).
2	Umiejętności:	Student powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów algorytmicznych i programistycznych w języku C/C++.
3	Kompetencje społeczne	W zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy, jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
Cel przedmiotu: 1. Przekazanie studentom podstawowych pojęć z zakresu grafiki komputerowej. 2. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu matematycznych podstaw grafiki trójwymiarowej. 3. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu technik animacji w grafice komputerowej. 4. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu modelowania oświetlenia i wyznaczania powierzchni widocznych 5. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu reprezentacji modeli 3D w grafice komputerowej. 6. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z zakresu algorytmów rastrowych i algorytmów aproksymacji półtonowej 7. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z zakresu algorytmów obcinania na płaszczyźnie. 8. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z zakresu metod wizualizacji danych. 9. Rozwijanie umiejętności programowania aplikacji graficznych z wykorzystaniem popularnych bibliotek graficznych.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza: 1. ma wiedzę z zakresu matematyki przydatną do formułowania i rozwiązywania prostych zadań i problemów obejmujących algebrę liniową w kontekście grafiki komputerowej - [K_W02] 2. zna zasady programowania strukturalnego i obiektowego oraz ich zastosowanie przy tworzeniu programów komputerowych generujących grafikę komputerową - [K_W13] 3. zna podstawy grafiki komputerowej - [K_W14]		
Umiejętności: 1. samodzielnie zdobywa wiedzę i podnosi swoje kwalifikacje w dziedzinie grafiki komputerowej - [K_U09] 2. projektuje i tworzy oprogramowanie komputerowe generujące grafikę komputerową zgodnie z zadaną specyfikacją, używając właściwych metod, technik i narzędzi - [K_U15]		

Kompetencje społeczne:

1. rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia swoich kompetencji - [K_K01]
2. potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role - [K_K02]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

- na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń:

- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych w formie testu wielokrotnego wyboru (50 pytań testowych, łączna liczba punktów 50, 25 punktów potrzebnych do zaliczenia)

b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę i obronę przez studenta stworzonego przez niego projektu.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,
- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,
- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,
- wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Podstawowe zagadnienia z dziedziny grafiki komputerowej. Omawiane są tutaj: rozróżnienie pomiędzy grafiką komputerową a wizualizacją, pojęcia związane z wyświetlaniem obrazu monitorach (m. in. metody buforowania obrazów), podstawowe algorytmy rozwiązywania problemu niewidocznych powierzchni, bufor stencil, niektóre metody wykrywania powierzchni widocznych/niewidocznych, podstawowe algorytmy teksturowania i typy tekstur, niektóre klasy efektów specjalnych.

2. Wyrównanie i uspojnienie wiedzy studentów na temat podstaw algebry liniowej i geometrii. Studenci poznają podstawowe rozwiązania stosowane w grafice komputerowej wykorzystujące współrzędne homogeniczne do reprezentacji wierzchołków i wektorów oraz macierze, i kwaterniony do reprezentacji transformacji geometrycznych. Omówienie problemu blokady przegubu (gimbal lock). Matematyczne podstawy zarządzania kamerą na trójwymiarowej scenie. Rzutowanie perspektywiczne i ortogonalne. Transformacje geometryczne wektorów normalnych.

3. Techniki animacji modeli trójwymiarowych, w tym: animacja przez interpolację, animacja szkieletową i odwrotna kinematyka. Student poznaje zalety i wady każdej z tych technik, jak również potencjalne obszary zastosowań.

4. Modelowanie oświetlenia na scenie. W tym:

- * Podstawowe wielkości radiometryczne,
- * Modele matematyczne źródeł światła,
- * Dwukierunkowa funkcja rozkładu odbicia (funkcja BRDF) i jej własności. Równanie transportu światła.
- * Funkcja BSF schlicka jako uproszczenie funkcji BRDF.
- * Modele światła rozproszonego (model Lambertowski, model Minnaerta), odbitego (model Phong, Phong Blinna).
- * Modelowanie oświetlenia w oparciu o fizykę (model Cooka-Torrance'a).
- * Obliczanie modeli oświetlenia w oparciu o metodę Monte Carlo

5. Podstawy algorytmów opartych o śledzenie promieni. Generowanie promienia głównego, cienia, odbitego i załamane. Znajdowanie przecięcia promienia z płaszczyzną, kulą, prostopadłością AABB (axis aligned bounding box) i trójkątem. Rozwiązania przyspieszające testowanie przecięć promieni z obiektami na scenie. Algorytm Whitteda i jego uogólnienia, algorytm Path Tracing i algorytm Photon Mapping.

6. Problem aliasingu i metody antyaliasingu.

7. Algorytmy obcinające figury 2D i 3D do zadanego okna, w tym algorytm Cohena-Sutherlanda, algorytm Cyrusa-Becka, algorytm Sutherlanda-Hodgmana, i algorytm Greinera Hodgmana. Obcinanie figur w przestrzeni homogenicznej.

8. Techniki opisu modeli trójwymiarowych. Różne reprezentacje siatek wielokątów. Omówione są techniki wizualizacji modeli opisanych przez Voxel: Volume Raycasting, Texture-Based volume rendering, marching squares, marching cubes i marching tetrahedra. Metody modelowania krzywych i powierzchni krzywoliniowych w tym: kwadryki, krzywe Hermite'a i powierzchnie Bezie. Systemy cząstek.

9. Algorytmy rastrowe, w tym:

* algorytmy kreślenia figur geometrycznych na urządzeniach rastrowych. Algorytmy Bresenhama służące kreśleniu odcinków i okręgów, metody wypełniania raz nakreślonych figur geometrycznych.

* metody aproksymacji półtonowej: : metoda progowa, metoda Floyda-Steinberga oraz metoda komórkowa.

* algorytmy wierszowe rysowania trójkątów wraz z interpolacją wartości znanych w wierzchołkach, z korekcją perspektywy i bez

* metody filtrowania obrazów.

10. Wizualizacja danych. Zdefiniowanie problemu wizualizacji oraz jej celów. Proces i potok wizualizacji. Źródła i struktury danych do wizualizacji. Klasyfikacja wizualizowanych danych z podziałem na dane ilościowe i jakościowe oraz ze względu na wymiarowość, klasyfikacja metod wizualizacji. Problematyka efektywności metod wizualizacji danych. Omówione są różne metody odwzorowania danych: w pozycję, kształt, kolor i teksturę oraz glify. Różne typy wykresów w tym: histogramy, wykresy punktowe, wykresy z równoległymi współrzędnymi, ikony, wykresy mozaikowe. Problematyka redukcji wymiarowości.

Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia:

1. Wprowadzenie do API OpenGL. Omówienie podstawowej struktury programu wykorzystującego framework GLFW i wprowadzenie podstawowych zagadnień związanych rysowaniem i animowaniem trójwymiarowych modeli.

2. Ćwiczenia w OpenGL związane z pozycjonowaniem i animowaniem obiektów trójwymiarowych na scenie. Studenci zdobywają umiejętność poprawnej konstrukcji macierzy transformacji geometrycznych.

3. Rysowanie dowolnych obiektów w OpenGL. Wykorzystanie Vertex Buffer Objects do optymalizacji czasu rysowania obiektów trójwymiarowych.

4. Teksturowanie obiektów w OpenGL. Różne algorytmy teksturowania, w tym bilinear i trilinear filtering oraz MIP Mapping.

5. Cieniowanie obiektów. Zapoznanie się z algorytmem cieniowania stosowanym w OpenGL, oraz jego zaletami i wadami. Konfiguracja parametrów cieniowania.

6. Podstawy pisania programów cieniujących w GLSL. Ćwiczenia w oparciu o proste shadery przekształcające rysowane modele i obliczające proste modele oświetlenia.

7. Implementacja modeli oświetlenia działających per vertex w GLSL, w tym modelu Lamberta, Phong'a i Phong'a-Blinna.

8. Implementacja modeli oświetlenia działających per fragment w GLSL, w tym modeli Phong'a, cieniowania kreskówkowego. Implementacja wykrywania krawędzi w przestrzeni oka.

9. Teksturowanie przy użyciu programów cieniujących GLSL. Wykorzystanie wielu tekstur równocześnie. Prosty environment mapping.

10. Instancing i efekt futra w GLSL. Manipulacja geometrią za pomocą geometry shaderów GLSL.

11. Normal mapping i Parallax mapping.

12. Animacja przez interpolację współrzędnych wierzchołków.

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami i zadaniami

2. ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań i implementowanie rozwiązań, wykonywanie eksperymentów, dyskusja rezultatów i wyników

Literatura podstawowa:

1. G. Banaszak, W. Gajda: ?Elementy algebry liniowej? część I i II, WNT, Warszawa, 2002

2. B. Kaczmarek: ?Elementy algebry i analizy macierzy?, Wydawnictwo PP, 1689, Poznań, 1992

3. J. Ganczarski: OpenGL w praktyce, Helion 2008

4. R. S. Wright: OpenGL: księga eksperta, Helion 2011

5. J.D. Foley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, R.L. Phillips, Wprowadzenie do grafiki komputerowej, WNT

6. M. Jankowski, Elementy grafiki komputerowej, WNT

Literatura uzupełniająca:		
1. A.N. DcGorban, , B. Kégl, D.C. Wunsch, A. Zinovyev, (Eds.) Principal Manifolds for Data Visualization and Dimension Reduction		
2. F.H. Post, G.M. Nielson, G.-P. Bonneau, Data Visualization: The State of the Art, Proceedings of the 4th Dagstuhl Seminar on Scientific Visualization		
3. Richard S. Wright, Jr., Nicholas Haemel, Graham Sellers, Benjamin Lipchak, OpenGL. Księga eksperta. Wydanie V, Helion, 2011		
4. C.D. Hansen, C.R. Johnson (eds.): The Visualization Handbook, Elsevier, 2005		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność	Czas (godz.)	
1. Udział w wykładach: 15 × 2 godz.	30	
2. Przygotowanie do sprawdzianów	5	
3. Udział w zajęciach laboratoryjnych: 15 × 2 godz.	30	
4. Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	8	
5. Napisanie programu / programów, ich uruchomienie i weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	20	
6. Udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych / projektu	2	
7. Zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi	3	
8. Przygotowanie do kolokwium z wykładów i obecność na kolokwium: 15 godz. + 2 godz.	17	
9. Omówienie wyników kolokwium	1	
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	116	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	65	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	58	2