KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wykorzystanie OpenGL w grafice komputerowej i wizualizacji

Przedmiot

Kierunek studiów
Bioinformatyka

Rok/semestr
3/6

Studia w zakresie (specjalność)
-

Profil studiów
ogólnoakademicki

Poziom studiów
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu
polski

Forma studiów
stacjonarne

Wymagalność
obieralny

Liczba godzin

Wykład	Laboratoria	Inne (np. online)
30	30	0
Ćwiczenia	Projekty/seminaria	
0	0	

Liczba punktów ECTS

4

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:
Witold Andrzejewski
Instytut Informatyki PP
ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań
email: witold.andrzejewski@cs.put.poznan.pl

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wymagania wstępne

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). Powinien również posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów algorytmicznych i programistycznych w języku C/C++.

Ponadto 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 szczegółowej wiedzy dotyczącej:

a. Wybranych aspektów algebry liniowej i geometrii, w tym: transformacje geometryczne, transformacje układów współrzędnych, rzutowanie perspektywiczne i ortogonalne, kwaterniony.

b. Wybranych metod animacji w tym: animacji przez interpolację wierzchołków, animację szkieletową i odwrotnej kinematyki.

c. Wybranych modeli oświetlenia w tym modeli: Lamberta, Phonga i Cook'a-Torrance'a oraz podstaw algorytmu raytracingu.

d. Podstawowej wiedzy z zakresu algorytmów rastrowych, algorytmów aproksymacji półtonowej i algorytmów obcinania na płaszczyźnie.

e. Metod wizualizacji danych wielowymiarowych dyskretnych i ciągłych w różnych kontekstach oraz różnych metod redukcji wymiarowości.

2. Rozwinięcie u studentów umiejętności:

a. Programowania aplikacji graficznych z wykorzystaniem OpenGL

b. Doboru i wykorzystania właściwych aplikacji oraz metod do wizualizacji danych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

1. Zna podstawową strukturę programu wizualizującego i animującego wielowymiarowe dane (w tym modele 3D). Zna podstawy API OpenGL oraz jego zalety i wady związane z przyjętymi w nim rozwiązaniami [K_W13].

2. Zna podstawy grafiki komputerowej i wizualizacji, w tym podstawy matematyczne oraz techniki animacji i wizualizacji danych [K_W14]

Umiejętności

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

1. Pod kierunkiem opiekuna naukowego stosuje metody wizualizacji w celu analizy danych [K_U05]

2. Stosuje podstawowe metody statystyczne oraz algorytmy i techniki informatyczne do wizualizacji i analizy danych [K_U06]

3. Samodzielnie zdobywa wiedzę i podnosi swoje kwalifikacje [K_U09]

4. Projektuje i tworzy oprogramowanie komputerowe zgodnie z zadaną specyfikacją, używając właściwych metod, technik i narzędzi służących wizualizacji danych [K_U15]

Kompetencje społeczne

Zaliczenie przedmiotu oznacza, że student:

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]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach

b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: okresową ocenę przygotowania studenta do poszczególnych sesji zajęć laboratoryjnych (sprawdzian „wejściowy") oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych

Ocena podsumowująca

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym o formie testu jednokrotnego wyboru składającego się z ok. 30 pytań, łączna liczba punktów za prawidłowe odpowiedzi: 30, minimalna liczba punktów umożliwiających zaliczenie: 16

b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę i „obronę” przez studenta sprawozdania z realizacji projektu

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. (1 spotkanie) Wykład wstępny przekazujący podstawowe terminy wykorzystywane w grafice komputerowej, w tym: rozróżnienie pomiędzy grafiką komputerową a wizualizacją, pojęcia związane z wyświetlaniem obrazu monitorach, podstawowe algorytmy rozwiązywania problemu niewidocznych powierzchni, bufor stencil oraz problematyka teksturowania i cieniowania obiektów trójwymiarowych.

2. (2 spotkania) Wykład wyrównuje i uspójnia wiedzę 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. Wprowadzone zostają matematyczne podstawy zarządzania kamerą na trójwymiarowej scenie oraz wyprowadzone zostają wzory służące do wykonywania rzutowania perspektywicznego i ortogonalnego. Dodatkowo student zapoznaje się z problemami wynikającymi z aplikowania transformacji geometrycznych do wektorów normalnych wraz z rozwiązaniem tego problemu.

3. (1 spotkanie) Wykład wprowadza różne techniki animacji modeli trójwymiarowych, w tym: animację przez interpolację, animację szkieletową i odwrotną kinematykę. Student poznaje zalety i wady każdej z tych technik, jak również potencjalne obszary zastosowań.

4. (1 spotkanie) Wykład przedstawia podstawowe zagadnienia związane z cieniowaniem obiektów trójwymiarowych. Student poznaje rodzaje źródeł światła, w tym: punktowe, kierunkowe, stożkowe i powierzchniowe, wraz z matematycznymi metodami modelowania tych świateł.

5. (1 spotkanie) Wykład przedstawia wybrane modele oświetlenia, w tym modele: Lamberta, Phonga, Phonga-Blinna i Cooka-Torrence'a. Student poznaje zagadnienia związane z cieniowaniem materiałów izotropowych i anizotropowych oraz poznaje różnice pomiędzy modelami lokalnymi i globalnymi.

6. (2 spotkania) Wykład omawia algorytm raytracingu, wraz z podstawami matematycznymi.

7. (1 spotkanie) Wykład wprowadza różne algorytmy obcinające figury 2D i 3D do zadanego okna, w tym algorytm Cohena-Sutherlanda, algorytm Cyrusa-Becka, algorytm Sutherlanda-Hodgmana, i algorytm Greinera Hodgemana. Wykład porusza również tematykę obcinania figur w przestrzeni homogenicznej.

8. (2 spotkania) Wykład przedstawia alternatywne techniki opisu wyglądu modeli trójwymiarowych. Omówione są techniki wizualizacji modeli opisanych przez Voxele. Wykład przedstawia metody wizualizacji pól skalarnych i obiektów objętościowych, w tym algorytmy: Volume Raycasting, Texture-Based volume rendering, marching squares, marching cubes i marching tetrahedra. Następnie omawiane są metody modelowania krzywych i powierzchni krzywoliniowych w tym: kwadryki, krzywe Hermite'a i powierzchnie Beziera. Ostatecznie omawiane są systemy cząstek.

9. (1 spotkanie) Wykład poświęcony algorytmom rastrowym. Tematykę można podzielić na dwie części. Część pierwsza poświęcona jest algorytmom kreślenia figur geometrycznych na urządzeniach rastrowych. Student poznaje tutaj algorytmy Bresenhama służące kreśleniu odcinków i okręgów. Poza tym studenci poznają metody wypełniania raz nakreślonych figur geometrycznych. Druga część wykładu poświęcona jest metodom aproksymacji półtonowej. Wśród omawianych algorytmów znajdują się: metoda progowa, metoda Floyda-Steinberga oraz metoda komórkowa. Następnie omawiane są algorytmy teksturowania z oraz bez korekcji perspektywy oraz metody filtrowania obrazów.

10. (1 spotkanie) Wstęp do wizualizacji danych. Zdefiniowanie problemu wizualizacji oraz jej celów. Proces i potok wizualizacji. Źródła i struktury danych do wizualizacji. Wykład omawia klasyfikację wizualizowanych danych z podziałem na dane ilościowe i jakościowe oraz ze względu na wymiarowość oraz przedstawia klasyfikację metod wizualizacji.

11. (1 spotkanie) Wykład omawia problematyką efektywności metod wizualizacji danych. Omówione są różne metody odwzorowania danych: w pozycję, kształt, kolor i teksturę oraz glify. Przedstawiona zostaje również metoda PCA i jej wykorzystanie w kontekście wizualizacji danych. Omawiane są również różne typy wykresów w tym: histogramy, wykresy punktowe, wykresy z równoległymi współrzędnymi, ikony, wykresy mozaikowe.

12. (1 spotkanie) Powtórzenie i podsumowanie materiału. Przedstawienie wzajemnych zależności wśród omawianych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu dwugodzinnych zajęć odbywających się w laboratorium komputerowym. Kolejne ćwiczenia obejmują następujące tematy:.

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

2. (3 spotkania) 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 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 i Phonga.

8. Implementacja modeli oświetlenia działających per fragment w GLSL, w tym modeli Phonga, cieniowania kreskówkowego.

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. Parallax mapping.

12. Animacja przez interpolację współrzędnych wierzchołków.

13. (3 spotkania) Przygotowywanie projektu zaliczeniowego.

Metody dydaktyczne

1. wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami i zadaniami

2. ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań i implementowanie rozwiązań, wykonywanie eksperymentów, dys-kusja 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. C.D. Hansen, C.R. Johnson (eds.): The Visualization Handbook, Elsevier, 2005

Uzupełniająca

1. A.N. DcGorban, , B. Kégl, D.C. Wunsch, A. Zinovyev, (Eds.) Principal Manifolds for Data Visualization and Dimen-sion 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

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiów/egzaminu, wykonanie projektu)[1]	40	2

[1] niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności