



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wykorzystanie OpenGL w grafice komputerowej i wizualizacji

Przedmiot

Kierunek studiów

Bioinformatyka

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/6

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

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 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.

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 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. 50 pytań, łączna liczba punktów za prawidłowe odpowiedzi: 50, minimalna liczba punktów umożliwiających zaliczenie: 25
- 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:

Wykład 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 (HDR, DOF, Motion Blur).

Wykład 2 i 3: Wyrównanie i uspoźnienie 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.

Wykład 4. 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.

Wykład 5. Wstęp do algorytmów cieniowania: omówienie różnych typów abstrakcji źródeł światła w grafice komputerowej (światło punktowe, kierunkowe, stożkowe, powierzchniowe) wraz z matematycznymi metodami modelowania tych światła.



Wykład 6 i 7: 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 Phonga, Phonga Blinna), modelowanie oświetlenia w oparciu o fizykę (model Cooka-Torrance'a).

Wykład 8 i 9: Podstawy algorytmów opartych o śledzenie promieni. Generowanie promienia głównego, cienia, odbitego i załamane. Znajdowanie przecięcia promienia z płaszczyzną, kulą, prostopadłościem AABB (axis aligned bounding box) i trójkątem. Algorytm Whitteda. Struktury przyspieszające znajdowanie przecięcia promienia z obiektami na scenie. Metody antyaliasingu. Uogólnienia algorytmu Whitteda.

Wykład 10: Rendering Monte Carlo. Podstawy matematyczne i algorytmy.

Wykład 11. 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 Hodgmana. Wykład porusza również tematykę obcinania figur w przestrzeni homogenicznej.

Wykład 12. Metody 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 Beziera. Systemy cząstek.

Wykład 13: Algorytmy rastrowe. 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.

Wykład 14 i 15: Wizualizacja danych. Zdefiniowanie problemu wizualizacji oraz jej celów. Proces 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.

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



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

Laboratorium 2-4. Ćwiczenia w OpenGL związane z pozycjonowaniem i animowaniem obiektów trójwymiarowych na scenie. Studenci zdobywają umiejętność poprawnej konstrukcji macierzy transformacji geometrycznych.

Laboratorium 5. Rysowanie dowolnych obiektów w OpenGL. Wykorzystanie Vertex Buffer Objects do optymalizacji czasu rysowania obiektów trójwymiarowych.

Laboratorium 6. Teksturowanie obiektów w OpenGL. Różne algorytmy teksturowania, w tym bilinear i trilinear filtering oraz MIP Mapping.

Laboratorium 7. Wprowadzenie do języka GLSL. Ćwiczenia w oparciu o proste shadery przekształcające rysowane modele i obliczające proste modele oświetlenia.

Laboratorium 8. Implementacja modeli oświetlenia działających per vertex w GLSL, w tym modelu Lamberta i Phong'a.

Laboratorium 9. Implementacja modeli oświetlenia działających per fragment w GLSL, w tym modeli Phong'a i cieniowania kreskówkowego.

Laboratorium 10. Teksturowanie z wykorzystaniem wielu tekstur równocześnie w GLSL. Wykorzystanie wielu tekstur równocześnie. Prosty environment mapping.

Laboratorium 11. Instancing i efekt futra w GLSL. Manipulacja geometrią za pomocą geometrii shaderów GLSL.

Laboratorium 12-13. Normal Mapping i Parallax Mapping wraz z optymalizacjami

Laboratorium 14-15. Przygotowanie projektu zaliczeniowego

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. 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 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

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 kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	40	2,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności