



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Grafika komputerowa 3D

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. Rozwijanie umiejętności programowania aplikacji graficznych z wykorzystaniem popularnych bibliotek graficznych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

1. Zna podstawowe pojęcia i zagadnienia dotyczące grafiki komputerowej i wizualizacji modeli 3D
2. Zna matematyczne i fizyczne podstawy grafiki komputerowej
3. Zna algorytmy wizualizacji modeli 3D i struktury danych w nich wykorzystywane

Umiejętności

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

1. Potrafi zaprojektować i zaimplementować program wizualizujący i animujący zbiór modeli trójwymiarowych
2. Potrafi wybrać odpowiedni do postawionego problemu algorytm wizualizacji obiektów trójwymiarowych i odpowiednie struktury danych
3. Potrafi dokonać prostej analizy danych w oparciu o techniki wizualizacji
4. Samodzielnie zdobywa wiedzę i podnosi swoje kwalifikacje

Kompetencje społeczne

Zaliczenie przedmiotu oznacza, że student:

1. Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie i podnoszenia swoich kompetencji
2. Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

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:

Zagadnienie 1. Podstawowe zagadnienia z dziedziny grafiki komputerowej. Omawiane są tutaj: rozróżnienie pomiędzy grafiką komputerową a wizualizacją, pojęcia związane z wyświetlaniem obrazu na 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).

Zagadnienie 2. 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.

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

Zagadnienie 4. 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.

Zagadnienie 5. 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'a, Phong'a Blinna), modelowanie oświetlenia w oparciu o fizykę (model Cooka-Torrance'a).

Zagadnienie 6. 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.

Zagadnienie 7. Rendering Monte Carlo. Podstawy matematyczne i algorytmy.

Zagadnienie 8. 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.

Zagadnienie 9. 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 Bezie'a. Systemy cząstek.

Zagadnienie 10. 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. Część druga poświęcona jest metodom aproksymacji półtonowej. Wśród omawianych algorytmów znajdują się: metoda progowa, metoda Floyda-Steinberga oraz metoda komórkowa. Następnie omawiane są algorytmy tekstuowania z oraz bez korekcji perspektywy oraz metody filtrowania obrazów.

Zagadnienie 11: Wizualizacja danych. Zdefiniowanie problemu wizualizacji oraz jej celów. Proces wizualizacji. Podstawowe metody wizualizacji danych

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.

Laboratorium 9. Implementacja modeli oświetlenia działających per fragment w GLSL, w tym modeli Phong 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 geometry 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. DeGorban, 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 | 2,5 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹ | 40 | 1,5 |

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności