



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Grafika Komputerowa i Wizualizacja

### Przedmiot

Kierunek studiów

Informatyka

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

24

Ćwiczenia

Laboratoria

24

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Witold Andrzejewski

email: [witold.andrzejewski@cs.put.poznan.pl](mailto:witold.andrzejewski@cs.put.poznan.pl)

tel. (0-61) 665-2965

Instytut Informatyki

60-965 Poznan, ul. Piotrowo 2

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Wiedza:

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu języków programowania, geometrii i architektur systemów komputerowych.

Umiejętności:

Student powinien posiadać umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł oraz implementacji prostych programów w C/C++.

Kompetencje społeczne:

Student powinien rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### 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 metod wizualizacji danych.
7. Rozwijanie umiejętności programowania aplikacji graficznych z wykorzystaniem popularnych bibliotek graficznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań informatycznych dotyczących grafiki komputerowej - [K1st\_W1]
2. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie algorytmów grafiki komputerowej - [K1st\_W4]
3. ma wiedzę o istotnych kierunkach rozwoju i najważniejszych osiągnięciach z zakresu grafiki komputerowej - [K1st\_W5]
4. zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu grafiki komputerowej - [K1st\_W7]

#### Umiejętności

1. potrafi odpowiednio posługiwać się różnymi metodami wizualizacji danych, znajdującymi zastosowanie na różnych etapach realizacji przedsięwzięć informatycznych - [K1st\_U2]
2. ma umiejętność formułowania algorytmów z dziedziny grafiki komputerowej i ich implementacji z użyciem OpenGL - [K1st\_U11]
3. potrafi zaprojektować metody wizualizacji przetwarzanych danych dla różnych klas systemów informatycznych - [K1st\_U14]

#### Kompetencje społeczne

1. rozumie, że w dziedzinie grafiki komputerowej wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe - [K1st\_K1]
2. ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich z zakresu grafiki komputerowej - [K1st\_K2]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

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.

Możliwe jest 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

Ocena podsumowująca:

- a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych w formie testu wielokrotnego wyboru (40 pytań testowych, łączna liczba punktów 40, 20 punktów potrzebnych do zaliczenia)
- b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
- ocenę i obronę przez studenta przygotowanego przez niego 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. Wstęp do algorytmów cieniowania: omówienie różnych typów abstrakcji źródeł światła w grafice komputerowej (światło punktowe, kierunkowe, stożkowe, powierzchniowe).

Wykład 5 i 6: 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).



Wykład 7 i 8: 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 9: Metody opisu modeli trójwymiarowych. Różne reprezentacje siatek wielokątów. Omówione są techniki wizualizacji modeli opisanych przez Voxele: 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 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. 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 11 i 12: 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.

Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia:

Laboratorium 1: Wprowadzenie do API OpenGL. Omówienie podstawowej struktury programu wykorzystującego framework GLFW i wprowadzenie podstawowych zagadnień związanych rysowaniem i animowaniem trójwymiarowych modeli (przestrzeń modelu, świata, oka, przycięcia, znormalizowana, ekranu; wstęp do transformacji geometrycznych, Z-Bufor) przy wykorzystaniu gotowych programów cieniujących.

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

Laboratorium 5: Rysowanie dowolnych obiektów w OpenGL za pomocą `glDrawArrays` lub `glDrawElements`, przy wykorzystaniu gotowych programów cieniujących.



Laboratorium 6: Teksturowanie i cieniowanie obiektów w OpenGL przy wykorzystaniu gotowych programów cieniujących. Różne algorytmy teksturowania, w tym Bilinear i Trilinear filtering oraz MIP Mapping.

Laboratorium 7: Podstawy pisania programów cieniujących w 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. Implementacja modeli oświetlenia działających per fragment w GLSL, w tym modeli Phong i cieniowania kreskówkowego.

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

Laboratorium 10: Efekt futra w GLSL jako przykład instancingu, geometry shadery

Laboratorium 11-12: Normal mapping i Parallax Mapping + optymalizacje

## Metody dydaktyczne

1. wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, demonstracja.
2. ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne.

## Literatura

### Podstawowa

1. Fundamental algorithms for computer graphics / ed. by Rae A. Earnshaw.
2. Mathematical Elements for Computer Graphics / Rogers David F., Adams J.Alan.
3. Computer graphics techniques : theory and practice / David F. Rogers, Rae A. Earnshaw (eds.).

### Uzupełniająca

1. OpenGL Superbible, fifth edition. Richard S. Wright, Jr., Nicholas Haemel, Graham Sellers, Benjamin Lipchak, Addison-Wesley Pearson Education.
2. Introduction to Computer Graphics, J.D. Foley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, R.L. Phillips, Addison Wesley Longman



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	48	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	52	2,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności