



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Grafika komputerowa i wizualizacja [S1Inf1>GRAFang]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Informatyka

Rok/Semestr  
2/4

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
angielski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obieralny

### Liczba godzin

Wykład  
24

Laboratorium  
24

Inne  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr inż. Witold Andrzejewski  
witold.andrzejewski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### 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 treści programowe:

- Podstawowe zagadnienia z dziedziny grafiki komputerowej.
- 
- Wyrównanie i uspojnienie wiedzy studentów na temat podstaw algebry liniowej i geometrii.
- 
- Podstawy matematyki 3D.
- 
- Techniki animacji modeli trójwymiarowych.
- 
- Modelowanie oświetlenia na scenie.
-

- Podstawy algorytmów opartych o śledzenie promieni
- 
- Algorytmy obcinające figury 2D i 3D do zadanego okna
- 
- Metody opisu modeli trójwymiarowych.
- 
- Podstawowe algorytmy rastrowe.
- 
- Wizualizacja danych.
- 

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują następujące treści programowe:

- Podstawy API OpenGL.
- 
- Wyliczanie macierzy transformacji geometrycznych.
- 
- Rysowanie modeli 3D.
- 
- Teksturowanie obiektów.
- 
- Implementacja modeli oświetlenia.
- 
- Zaawansowane efekty graficzne.
- 

## Tematyka zajęć

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 załamanego. Znajdowanie przecięcia promienia z płaszczyzną, kulą, prostopadłością 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 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 Bezierra. 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'a. Implementacja modeli oświetlenia działających per fragment w GLSL, w tym modelu Phong'a 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	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	48	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu)	52	2,00