

Міністерство освіти і науки України
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького
Кафедра прикладної математики та інформатики

Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка

Навчальна програма

Черкаси

УДК
ББК

Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка
Навчальна програма / Розробник О.А. Сердюк /
Черкаський національний університет ім. Б.Хмельницького.

Розробник:
Сердюк О.А., старший викладач кафедри прикладної математики

Рецензенти:
Головня Б.П., доктор технічних наук, професор кафедри прикладної математики
Черкаського національного університету ім. Б.Хмельницького.

ВСТУПНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Дисципліна належить до циклу вибірових дисциплін

Система комплексної діагностики знань і вмінь передбачає застосування модульно-рейтингової технології, проведення контрольних робіт та заліку.

1. Мета та завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

1.1. Мета викладання дисципліни

Отримання студентами знань, вмінь та навичок необхідних для моделювання кривих та поверхонь, розв'язання комбінаторних задач обчислювальної геометрії, машинної графіки.

Вивчення теоретичного курсу супроводжується відповідними лабораторними практикумами.

1.2 Основні завдання дисципліни

Внаслідок вивчення дисципліни студенти повинні:

з н а т и :

- алгоритми покрокового введення;
- алгоритми Цируса-Бека та Сазерленда-Ходжмана;
- алгоритми покрокової вибірки;
- можливості бібліотеки OpenGL.

в м і т и :

- реалізовувати алгоритм побудови зіркового полігону;
- реалізовувати алгоритм приналежності точки;
- реалізовувати алгоритм відсікання;
- будувати випуклу оболонку методом "обгортки подарунка";
- користуватися бібліотекою OpenGL.

1.3 Міждисциплінарні зв'язки

Курс базується на поняттях, що вивчаються в дисциплінах:

- математичний аналіз;
- теорія ймовірностей та математична статистика;

— основи програмування.

1.4 Форми контролю знань і критерії оцінки

Застосовується модульно-рейтингова система контролю знань студентів, яка включає звітування за два модулі, самостійне розв'язування задач, підготовку презентації на обрану тему.

Підсумковий контроль здійснюється у формі тесту.

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

1. Перелік змістових модулів

Змістовий модуль 1. Найпростіші алгоритми комп'ютерної графіки

Тема 1. Використання комп'ютерної графіки в Pascal та C+OpenGL

Тема 2. Побудова прямих

Тема 3. Побудова кола

Тема 4. Елементарні перетворення на площині

Тема 5. Проекції

Тема 6. Відсікання невидимих об'єктів

Змістовий модуль 2. Елементи обчислювальної геометрії

Тема 1. Структури даних, що використовуються

Тема 2. Пошук випуклої оболонки

Тема 3. Створення зіркового полігону. Побудова зіркового полігону

Тема 4. Визначення належності точки

Тема 5. Відсікання ліній: алгоритм Цируса-Бека. Відсікання полігону: алгоритм Сазерленда-Ходжмана

Тема 6. Триангуляція монотонних полігонів

2. Теми і плани лекційних занять

Найпростіші алгоритми комп'ютерної графіки

Використання комп'ютерної графіки в Pascal та C+OpenGL.

Побудова прямих.

Побудова кола.

Елементарні перетворення на площині.

Проекції.

Відсікання невидимих об'єктів.

Елементи обчислювальної геометрії

Структури даних, що використовуються.

Пошук випуклої оболонки.

Створення зіркового полігону.

Побудова зіркового полігону.

Визначення належності точки.

Відсікання ліній: алгоритм Цируса-Бека.

Відсікання полігону: алгоритм Сазерленда-Ходжмана.

Триангуляція монотонних полігонів.

3. Теми лабораторних занять

Найпростіші алгоритми комп'ютерної графіки

Використання комп'ютерної графіки в Pascal та C+OpenGL.

Побудова прямих.

Побудова кола.

Елементарні перетворення на площині.

Проекції.

Відсікання невидимих об'єктів.

Елементи обчислювальної геометрії

Структури даних, що використовуються.

Пошук випуклої оболонки.

Створення зіркового полігону. Побудова зіркового полігону.

Визначення належності точки.

Відсікання ліній: алгоритм Цируса-Бека. Відсікання полігону: алгоритм Сазерленда-Ходжмана.

Триангуляція монотонних полігонів.

4. Завдання до самостійної роботи студентів та методичні вказівки для її виконання

Тема. Алгоритми побудови прямої.

1. Ознайомитись зі структурою програм, що використовують графічну бібліотеку OpenGL. Дати короткий опис програми обраної структури (на основі [1, 2]). Реалізувати демонстраційний приклад з використанням примітивів бібліотеки OpenGL. [3]

2. Ознайомитись з алгоритмом побудови прямої на основі рівняння прямої. Реалізувати звичайний та узагальнений (для довільного взаємного розташування пари заданих точок) алгоритми. Продемонструвати їх роботу.

3. Ознайомитись з алгоритмом побудови прямої – ЦДА. Реалізувати звичайний та узагальнений (для довільного взаємного розташування пари заданих точок) алгоритми. Продемонструвати їх роботу. [4]

4. Ознайомитись з алгоритмом Брезенхейма побудови прямої. Реалізувати звичайний та узагальнений (для довільного взаємного розташування пари заданих точок) алгоритми. Продемонструвати їх роботу. [4]

5. Скласти порівняльну таблицю середнього часу рисування прямої за кожним з алгоритмів.

Тема. Алгоритми побудови кола.

1. Ознайомитись з алгоритмом побудови кола на основі рівняння кола. Реалізувати звичайний та оптимізований (при використанні відображень відносно осей та центра кола) алгоритми. Продемонструвати їх роботу.

2. Ознайомитись з цілочисельним алгоритмом Брезенхейма для побудови кола. Реалізувати алгоритм. Продемонструвати його роботу. [1]

3. Скласти порівняльну таблицю середнього часу рисування кола за кожним з алгоритмів.

Тема. Перетворення на площині.

1. Вивчити виведення матриць перетворень: повороту, симетричного відображення, розтягу/стиснення, паралельного переносу. Познайомитись з використанням однорідних координат. [1]

2. Реалізувати функції для виконання перетворень (на основі множення матриць перетворень) над точками на площині. Функції винести в окрему бібліотеку (header-файл).

3. Скласти програму демонстрації виконуваних перетворень.

4. Розібрати, написати детальні коментарі та продемонструвати роботу методів у вигляді схематичних рисунків для класів Node, ListNode та List. [2]

5. Написати демонстраційну програму з використанням класів, розглянутих у п.4.

Тема. Зафарбовування області.

1. Ознайомитись з алгоритмами зафарбовування області [1].

2. Реалізувати алгоритми зафарбовування області з затравкою [1, с. 60] та рядковий з затравкою [1, с. 61]. Розроблені функції винести в окрему бібліотеку (header-файл).

3. Скласти програму демонстрації роботи реалізованих алгоритмів.

Тема. Видалення невидимих ліній та поверхонь.

1. Ознайомитись з задачею видалення невидимих ліній та поверхонь. [1, с. 63-82].

2. Розглянути метод Z-буфера. [1, с. 68-70] Розібрати алгоритм та реалізувати його. Продемонструвати його роботу. Розроблені функції винести в окрему бібліотеку (header-файл).

3. Розглянути метод плаваючого горизонту. [1, с. 76-80] Розібрати алгоритм та реалізувати його. Продемонструвати його роботу. Розроблені функції винести в окрему бібліотеку (header-файл).

4. Побудувати, використовуючи реалізовані алгоритми, довільну тривимірну поверхню.

Тема. Проектування та проекції.

1. Ознайомитись з видами проектування, матрицями проекцій та їх побудовою. [1, с. 27-32]

2. Розглянути ортографічну проекцію. [1, с. 28] Реалізувати функції побудови матриць ортографічної проекції. Розроблені функції винести в окрему бібліотеку (header-файл).

3. Розглянути аксонометричну проекцію. [1, с. 28-29] Реалізувати функції побудови матриць проекції. Розроблені функції винести в окрему бібліотеку (header-файл).

4. Розширити раніше побудовані бібліотеки, додавши функції для роботи з примітивами у просторі (якщо це потрібно).

Тема. Типи даних для обробки геометричних об'єктів.

1. Розібрати, виправити лістинги, написати коментарі та продемонструвати використання класів Point, Vertex, Edge, Polygon. [1, с. 89-122]

2. Реалізувати алгоритм побудови ізопериметрика, використовуючи алгоритми, подані в [1], у середовищі MatLab.

3. Реалізувати алгоритм побудови ізопериметрика, використовуючи алгоритми, подані в [1], мовою C++ з використанням класів, поданих в п. 1, та візуалізацією результату з використанням бібліотеки OpenGL.

4.1. Загальні положення щодо самостійної роботи студентів

Самостійна робота студентів регламентується Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України, затвердженого наказом Міністерства освіти України № 161 від 2 червня 1993 року та Положенням про систему нарахування балів за кредитно-модульною системою.

Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України передбачено, що навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів визначається робочим навчальним планом і повинен становити не менше 50% загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення дисципліни.

Самостійна робота студентів ставить за мету:

- розвиток творчих здібностей та активізація розумової діяльності студентів;
- формування в студентів потреби безперервного самостійного поповнення знань;
- здобуття студентом глибокої системи знань;
- самостійна робота студентів як результат морально-вольових зусиль.

Завданням самостійної роботи студентів є наступне:

- навчити студентів самостійно працювати над літературою;
- творчо сприймати навчальний матеріал і його осмислювати;

- набути навички щоденної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань, вмінь.

Зміст самостійної роботи студентів з дисципліни визначається навчальною програмою дисципліни та робочою навчальною програмою вивчення дисципліни.

На самостійну роботу можуть виноситись:

- підготовка до лекцій;
- частина теоретичного матеріалу, менш складного за змістом;
- підготовка до семінарських, практичних занять, занять з комп'ютерного практикуму;
- виконання індивідуальної роботи.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу може виконуватись у бібліотеці, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах (лабораторіях), а також у домашніх умовах.

Студенти можуть отримувати різні види завдань самостійної роботи:

- переробка інформації отриманої безпосередньо на обов'язкових навчальних заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- самостійне вивчення окремих тем або питань із розробкою конспекту;
- робота з довідковою літературою;
- написання рефератів, повідомлень;
- творчі завдання (доповіді, проекти, есе, огляди тощо);
- виконання підготовчої роботи до лабораторних та практичних занять, комп'ютерного практикуму;
- виконання індивідуальних графічних, розрахункових завдань;
- підготовка письмових відповідей на проблемні питання;
- складання картотеки літератури за змістом наступної фахової діяльності.

Успішне виконання завдання самостійної роботи можливе за умов наявності у студентів певних навичок: вміння працювати з книгою (складати план, конспект, реферат); проводити аналіз навчального матеріалу (складати різні види таблиць, проводити їх аналіз). При виконанні завдань з комп'ютерного практикуму – навичок роботи з ПЕОМ та програмним забезпеченням.

4.2. Організація контрольних заходів самостійної роботи студентів

Контрольні заходи включають поточний і підсумковий контроль знань студентів.

Поточний контроль є органічною частиною навчального процесу і проводиться під час лекцій, семінарських, практичних і лабораторних занять. Форми поточного контролю:

- усна співбесіда за матеріалами розглянутої теми на початку наступного заняття з оцінкою відповідей студентів (5-10 хв);
- письмове фронтальне опитування студентів на початку чи в кінці заняття (5-10 хв). Відповіді перевіряються і оцінюються у позааудиторний час;

- фронтальний безмашинний стандартизований контроль знань студентів за кількома темами, винесеними на самостійну роботу (5-10 хв). Проводиться на початку семінарських, практичних чи лабораторних занять;
- перевірка домашніх завдань;
- перевірка набутих вмінь (на практичних, лабораторних заняттях, комп'ютерному практикумі);
- тестова перевірка знань студентів;
- інші форми контрольних заходів.

При кредитно-модульній системі навчання результати самостійної роботи студента впливають на загальний рейтинг з дисципліни. Виконання завдань з самостійної роботи контролюється після закінчення логічно завершеної частини лекцій та інших видів занять з дисципліни і її результати враховуються при виставленні підсумкової оцінки.

Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння студентами у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий семестровий контроль (екзамен, диференційований залік або залік).

СИСТЕМА І КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ, УМІНЬ І НАВИЧОК СТУДЕНТІВ

Критерії оцінювання знань та вмінь студента за результатами вивчення навчальної дисципліни:

- 90-100 балів – за глибокі знання навчального матеріалу, що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах; вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їхньому взаємозв'язку і розвитку, чітко і лаконічно; логічно і послідовно відповідати на поставлені запитання; вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- 82-89 балів – за ґрунтовні знання навчального матеріалу, включаючи розрахунки; аргументовані відповіді на поставлені запитання; вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язування практичних задач;
- 75-81 бал – за міцні знання навчального матеріалу, включаючи розрахунки; аргументовані відповіді на поставлені запитання, які, однак, містять певні (несуттєві) неточності; вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- 60-74 бали – за посередні знання навчального матеріалу, мало аргументовані відповіді, слабе застосування теоретичних положень під час розв'язання практичних задач;
- 35-59 балів – за незнання значної частини навчального матеріалу, істотні помилки у відповідях на запитання, невміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- 0-34 бали – за незнання значної частини навчального матеріалу, істотні помилки у відповідях на запитання, невміння орієнтуватися під час розв'язання практичних задач, незнання основних фундаментальних положень.

Отримані студентом бали за 100-бальною шкалою оцінювання знань переводяться у державну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно» чи «незадовільно») та в шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F) згідно з таблицею:

За 100-бальною шкалою	За державною (національною) шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A
82-89	Добре	B
75-81	Добре	C
67-74	Задовільно	D
60-66	Задовільно	E
35-59	Незадовільно	FX
0-34	Незадовільно	F

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ (ТЕСТИ, ЗАДАЧІ) ДЛЯ ПОТОЧНОГО, МОДУЛЬНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Завдання для модульної контрольної роботи та підсумкового контролю знань

Модульна КР № 1

1. Алгоритми побудови прямої.
2. Алгоритми побудови кола.
3. Виведення матриці поворотів.
4. Виведення матриць паралельного переносу та розтягу/стиснення.
5. Виведення матриць паралельного переносу та симетричних відображень.
6. Види проекцій. Матриці.
7. Алгоритми приховування невидимих ліній та поверхонь.
8. Алгоритм Z-буфера.
9. Алгоритм плаваючого горизонту.

Модульна КР № 2

1. Поняття списку. Зв'язані списки, стеки. Реалізація списків мовою C++.
2. Поняття дерева. Двійкові дерева пошуку. Прошиті дерева. Дерева з довільним доступом. Реалізація структур типу "дерево" мовою C++.
3. Структури геометричних даних. Вектори. Точки. Ребра. Реалізація вказаних структур мовою C++.
4. Структури геометричних даних. Поняття полігона. Випуклі полігони. Зірчасті полігони. Ядро полігона. Реалізація структур "полігон" мовою C++.
5. Алгоритм покрокового введення даних. Сортвання при введенні даних.
6. Алгоритм побудови зірчастого полігона.
7. Алгоритм відшукування випуклої оболонки.
8. Алгоритми визначення належності точки полігону.
9. Алгоритми відсікання ліній.
10. Алгоритми відсікання полігонів.
11. Триангуляція монотонних полігонів. Триангуляція Делоне.
12. Видалення невидимих поверхонь.
13. Алгоритми сканування на площині.
14. Алгоритм пошуку перетину випуклих полігонів.
15. Декомпозиція полігонів на монотонні частини.
16. Алгоритм пошуку об'єднання прямокутників.
17. Визначення ядра полігона.
18. Визначення найближчих точок.
19. Злиття оболонок.

Перелік питань до заліків і екзаменів

1. Поняття списку. Зв'язані списки, стеки. Реалізація списків мовою C++.
2. Алгоритми відсікання полігонів.
3. Поняття дерева. Двійкові дерева пошуку. Прошиті дерева. Дерева з довільним доступом. Реалізація структур типу "дерево" мовою C++.
4. Триангуляція монотонних полігонів. Триангуляція Делоне.
5. Структури геометричних даних. Вектори. Точки. Ребра. Реалізація вказаних структур мовою C++.
6. Видалення невидимих поверхонь.
7. Структури геометричних даних. Поняття полігона. Випуклі полігони. Зірчасті полігони. Ядро полігона. Реалізація структур "полігон" мовою C++.
8. Алгоритми сканування на площині.
9. Алгоритм покрокового введення даних. Сортування при введенні даних.
10. Алгоритм пошуку перетину випуклих полігонів.
11. Алгоритм побудови зірчастого полігона.
12. Декомпозиція полігонів на монотонні частини.
13. Алгоритм відшукування випуклої оболонки.
14. Алгоритм пошуку об'єднання прямокутників.
15. Алгоритми визначення належності точки полігону.
16. Визначення ядра полігона.
17. Алгоритми відсікання ліній.
18. Визначення найближчих точок.
19. Алгоритми відсікання полігонів.
20. Злиття оболонок.

РЕКОМЕНДОВАНА НАВЧАЛЬНА Й НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ЛІТЕРАТУРА

1. Базова

1. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики – 1989.
2. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++: пер. с англ. – М. «Издательство БИНОМ», 1997. – 304 с.: ил.
3. Шикин Е.В. Боресков А.В. Зайцев А.А. Начала компьютерной графики.
4. Хилл Ф. OpenGL. Программирование компьютерной графики. Для профессионалов. – СПб. «Питер», 2002. – 1088с.

2. Допоміжна

5. Роджерс Д. Адамс Дж. Математические основы машинной графики М. – Машиностроение 1980.
6. Шикин Е.В. Плис А.И. Кривые и поверхности на экране компьютера Диалог-МИФИ – 1996.
7. Препарата Ф. Шеймос М. Вычислительная геометрия – М. Мир, 1989.
8. Ву М. Девис Т. Нейдер Дж. Шрайнер Д. OpenGL. Руководство по программированию – 2006.
9. Энджел Э. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL.