

МЕТОД КОХЕНА-САЗЕРЛЕНДА ДЛЯ ВІДСІКАННЯ ВІДРІЗКІВ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРАФІЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У цій роботі розглядається метод Кохена-Сазерленда — один з найефективніших алгоритмів для відсікання відрізків у комп'ютерній графіці. Цей алгоритм використовується для визначення видимої частини відрізка, що розташована всередині заданого прямокутного вікна. Метод полягає в кодуванні кінцевих точок відрізка відповідно до їхнього розташування відносно меж вікна. Застосовуючи побітові операції "І" та "АБО", алгоритм встановлює, чи є відрізок повністю видимим, невидимим або частково видимим. У випадку часткової видимості обчислюються точки перетину відрізка з межами вікна для видалення невидимих частин. Метод Кохена-Сазерленда широко застосовується в комп'ютерній графіці, зокрема в 2D-іграх, графічних інтерфейсах та САД-системах, де важливо ефективно обробляти графічні об'єкти в обмежених просторах.

Ключові слова: метод Кохена-Сазерленда, відсікання відрізків, комп'ютерна графіка, побітові операції, видимість об'єктів, графічні алгоритми, системи автоматизованого проектування, 2D-графіка.

Abstract

This paper discusses the Cohen-Sutherland method, one of the most effective algorithms for clipping segments in computer graphics. This algorithm is used to determine the visible part of a segment located inside a given rectangular window. The method consists in encoding the endpoints of the segment according to their location relative to the window borders. Using bitwise AND and OR operations, the algorithm determines whether the segment is fully visible, invisible, or partially visible. In the case of partial visibility, the intersection points of the segment with the window borders are calculated to remove the invisible parts. The Cohen-Sutherland method is widely used in computer graphics, including 2D games, GUIs, and CAD systems, where it is important to efficiently process graphical objects in limited spaces.

Translated with DeepL.com (free version)

Keywords: Cohen-Sutherland method, segment clipping, computer graphics, bitwise operations, object visibility, graphic algorithms, computer-aided design systems, 2D graphics.

Вступ

У сучасній комп'ютерній графіці однією з ключових задач є обробка графічних об'єктів, які можуть виходити за межі видимої області екрану або вікна. Для оптимізації візуалізації та зменшення обчислювального навантаження важливо відсікати частини графічних елементів, що не потрапляють у видиму зону. Це особливо актуально для 2D-графіки, яка використовується у відеоіграх, системах автоматизованого проектування та інших інтерактивних додатках, де ресурси обмежені. Метод Кохена-Сазерленда є класичним алгоритмом для відсікання відрізків у прямокутних областях. Завдяки ефективному використанню побітових операцій та методу кодування положення точок відносно меж вікна, алгоритм швидко визначає, чи є відрізок повністю видимим, повністю невидимим або частково видимим. Це дозволяє уникнути зайвих обчислень і прискорити процес рендерингу. У цій роботі буде розглянуто принцип роботи методу Кохена-Сазерленда, його основні етапи, а також особливості його використання в комп'ютерній графіці.

Використання методу Кохена-Сазерленда у відеоіграх

Метод Кохена-Сазерленда є ключовим алгоритмом у сфері відеоігор, який оптимізує відображення графічних об'єктів, дозволяючи швидко визначати, які з них виходять за межі видимого вікна. Це сприяє зменшенню обчислювальних витрат на рендеринг невидимих об'єктів, що, в свою чергу, підвищує загальну продуктивність гри. Алгоритм ефективно працює з динамічними сценами, що змінюються в реальному часі, і точно визначає, які частини об'єктів видимі, а які ні, що є важливим для фізичних взаємодій та анімацій. Метод також інтегрується в складні системи видимості, включаючи обмежувальні об'єкти та просторові розбиття, що додатково оптимізує процес рендерингу. У 2D-платформерах, таких як «Super Mario», він відсікає блоки, що виходять за межі екрана, тоді як у 3D-шутерах, таких як «Call of Duty», допомагає уникати рендерингу невидимих стін і підлоги, покращуючи загальний ігровий досвід. Отже, метод Кохена-Сазерленда є потужним інструментом для оптимізації комп'ютерної графіки в сучасних відеоіграх.

Використання методу Кохена-Сазерленда у графічних редакторах

Метод Кохена-Сазерленда широко використовується в графічних редакторах завдяки своїй ефективності в обробці та відображенні графічних елементів. Основна мета алгоритму полягає в відсіканні невидимих частин об'єктів, які виходять за межі робочого вікна або області малювання. Це дозволяє зменшити навантаження на систему, оскільки невидимі елементи не потребують рендерингу, що, в свою чергу, підвищує швидкість роботи редактора. У графічних інтерфейсах користувача метод Кохена-Сазерленда сприяє забезпеченню плавності та швидкості малювання, особливо при обробці великої кількості об'єктів. Крім того, алгоритм може бути застосований для перевірки видимості під час зміни масштабу або обертання об'єктів, що дозволяє коректно відобразити лише ті елементи, які відповідають новим умовам перегляду. У програмах для векторної графіки, таких як Adobe Illustrator, цей метод допомагає управляти складними формами та шляхами, запобігаючи рендерингу невидимих частин, що покращує загальну продуктивність.

Задача

Припустимо, у вас є 3 відрізки, заданих своїми кінцевими точками, які потрібно відобразити на екрані. Однак видиме вікно вашого графічного інтерфейсу має обмеження, задані прямокутником з координатами $(x_{\min}, y_{\min}) = (2, 2)$ та $(x_{\max}, y_{\max}) = (8, 6)$. Вам потрібно використати метод Кохена-Сазерленда для визначення, які з цих відрізків потрапляють у видиме вікно, а які з них слід відсікати. Які відрізки потрапляють у видиме вікно? Для відрізків, які частково потрапляють у вікно, визначте координати точок, що перетинають межі вікна.

Дано:

Відрізок 1: A(1, 3) до B(4, 5)

Відрізок 2: C(3, 1) до D(7, 4)

Відрізок 3: E(5, 5) до F(9, 3)

Код для відсікання: Для методу Кохена-Сазерленда ми використовуємо 4 бітові коди, щоб визначити позицію точки відносно видимого вікна. Коди визначаються за такими правилами:

-Ліво (1): $x < x_{\min}$;

-Право (2): $x > x_{\max}$;

-Вгору (4): $y > y_{\max}$;

-Вниз (8): $y < y_{\min}$.

Крок 1: Обчислимо коди для кожної точки відрізків.

Відрізок 1 (A(1, 3) до B(4, 5)):

A(1, 3): код = 1 (ліворуч)

B(4, 5): код = 0 (всередині)

Відповідь: Відрізок 1 частково видимий.

Відрізок 2 (C(3, 1) до D(7, 4)):

C(3, 1): код = 8 (вниз)

D(7, 4): код = 0 (всередині)
Відповідь: Відрізок 2 частково видимий.

Відрізок 3 (E(5, 5) до F(9, 3)):

E(5, 5): код = 0 (всередині)
F(9, 3): код = 2 (праворуч)
Відповідь: Відрізок 3 частково видимий.
Відрізок 1 (A(1, 3) до B(4, 5)):
Крок 2: Знайдемо точки перетворення для частково видимих відрізків.

1. Відсікання по лівій межі ($x_{\min} = 2$):

Перетворена точка $P_y = 2$

Використовуємо рівняння відрізка:

$$x = x_0 + (x_1 - x_0) * \frac{(P_y - y_0)}{(y_1 - y_0)}$$

$$x = 3 + (7 - 3) * \frac{(2 - 1)}{(4 - 1)} = 3 + 4 * \frac{1}{3} = 3 + \frac{4}{3} = \frac{13}{3} \approx 4.33$$

Висновок

Відрізок 1 перетворюється з A(1, 3) до P(2; $\frac{11}{3}$) до B(4, 5).

Відрізок 2 перетворюється з C(3, 1) до P($\frac{13}{3}$; 2) до D(7;4)

Відрізок 3 (E(5, 5) до F(9, 3)) частково видимий, і точка перетворення розраховується аналогічно.

Висновки

Метод Кохена-Сазерленда є потужним і ефективним алгоритмом для відсікання відрізків у комп'ютерній графіці, що дозволяє оптимізувати процес рендерингу шляхом швидкого визначення видимості об'єктів у заданому вікні за допомогою побітового кодування кінцевих точок. Він особливо корисний у динамічних сценах, де об'єкти можуть змінювати своє положення або масштаб, оперативно обробляючи ці зміни. Застосування методу охоплює різні сфери, включаючи відеоігри, графічні редактори та системи автоматизованого проектування (CAD), що підтверджує його універсальність і важливість у сучасній комп'ютерній графіці. Метод покращує швидкість роботи графічних систем і підвищує загальний користувацький досвід, забезпечуючи плавність візуалізації та точність відображення. Таким чином, метод Кохена-Сазерленда є важливим інструментом для оптимізації графічних процесів, і його інтеграція з іншими алгоритмами видимості може забезпечити ще кращі результати в рендерингу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фолі, Дж. Д., ван Дам, А., Фейнер, С. К., & Х'юз, Дж. Ф. Комп'ютерна графіка: принципи та практика. Київ: Видавництво "Освіта", 2005.
2. Козлов, С. В. Геометричні методи в комп'ютерній графіці. Київ: Видавництво "Техніка", 2015.
3. Дьяков, О. В. Алгоритми комп'ютерної графіки. Київ: Видавництво "Наукова думка", 2013.
4. Херн, Д., & Бейкер, М. П. Комп'ютерна графіка: версія С. Київ: Видавництво "Підручники і посібники", 2004.

Безруков Владислав Олександрович – студент групи 2КІ-236, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bezrukovvladyslav8578212@gmail.com

Науковий керівник: Добровольська Наталія Вікторівна – доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: dobr_n_v@vntu.edu.ua

Bezrukov Vladislav O. – students, 2CE-23B, Faculty of information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsa National Technical University, email: bezrukovvladyslav8578212@gmail.com

Supervisor: Dobrovolska Nataliia Viktorivna - Associate Professor, Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, email: do_b_r_n_v@vntu.edu.ua