

3D ОБ'ЄКТИ ДЕМОНСТРАЦІЇ ТРАЄКТОРІЙ РУХУ В ЗАДАЧАХ КІНЕМАТИКИ

Данна стаття присвячена розробці 3D об'єктів з метою подальшої демонстрації траєкторії руху в задачах кінематики, а також алгоритм для генерації 3D траєкторій.

Ключові слова: Розробка алгоритму, 3D об'єкти, Blender, Microsoft Visual Studio.

This article is devoted to the development of 3D objects for the purpose of further demonstrating the trajectory of motion in kinematics problems, as well as an algorithm for generating 3D trajectory.

Key words: Algorithm development, 3D objects, Blender, Microsoft Visual Studio.

Мета статті. Розробка і впровадження 3D об'єктів, для подальшої демонстрації траєкторії руху в різних задачах кінематики.

Постановка завдань. Розробити алгоритм для генерації 3D траєкторій, що враховують кінематичні параметри руху.

Актуальність дослідження. Кінематика має широке застосування, як в авіації так і в комп'ютерній і автомобільній інженерії. Останнім часом, коли світ стрімко розвивається в області технологій, а особливо в цьому процесі випереджають віртуальна реальність і комп'ютерна графіка, кінематичні процеси потребують нових методів навчання і моделювання. Адже текстові матеріали і двовимірні графіки не в змозі повністю сформулювати чітке уявлення про рух об'єктів у тривимірному просторі. Це призводить до помилкового сприйняття таких концепцій як траєкторія, швидкість, прискорення і їх взаємодія.

Аналіз останніх джерел і публікацій. В наш час ведуться активні дослідження в області 3D візуалізації руху. Важливість візуалізації підкреслюється в статтях, "ORUN-VR2: AVR Serious Game on Projectile Kinematics" (2023) обговорюються можливості використання VR для моделювання кінематичних процесів, підкреслюючи, що інтерактивні середовища здатні підвищувати залучення студентів у навчання. "Extended Reality in STEM Education: A Review" (2024) надає огляд застосування 3D-моделей у фізиці та інших STEM-дисциплінах. Численні дослідження в області застосування 3D-моделей у фізиці, довели результативність застосування інтерактивних 3D-моделей включаючи VR і AR, в навчальних процесах.

Виклад основного матеріалу. Під час розробки було створено 3D-моделі, представлені у двох методах перегляду: Wireframe (мал. 1) і Solid (мал. 2). Ці моделі допоможуть в подальшому візуалізувати рух в задачах кінематики.



Мал.1. Метод перегляду 3D об'єктів у вигляді: Wireframe



Мал.2. Метод перегляду 3D об'єктів у вигляді: Solid

Для демонстрації руху розроблено алгоритм генерації 3D траєкторій оснований на параметричних рівняннях, які описують рух об'єктів у тривимірному просторі.

Основні формати:

- .obj — популярний формат для зберігання 3D моделей.

- .fbx — формат, що підтримує складні моделі з текстурами та анімаціями.
- .blend — формат Blender для збереження сцени, моделей і матеріалів.

Підключення бібліотеки Assimp:

```
#include <assimp/Importer.hpp>
#include <assimp/scene.h>
#include <assimp/postprocess.h>

Завантаження моделі:
void loadModel(const std::string& path) {
    Assimp::Importer importer;
    const aiScene* scene = importer.ReadFile(path, aiProcess_Triangulate |
    aiProcess_FlipUVs);
    if (!scene || scene->mFlags & AI_SCENE_FLAGS_INCOMPLETE || !scene-
    >mRootNode) {
        std::cerr << "Error: " << importer.GetErrorString() << std::endl;
        return;
    }
}
```

Ініціалізація OpenGL та GLFW:

```
if (!glfwInit()) {
    std::cerr << "Failed to initialize GLFW" << std::endl;
    return -1;
}

GLFWwindow* window = glfwCreateWindow(800, 600, "3D Trajectory",
    nullptr, nullptr);
if (!window) {
    std::cerr << "Failed to create GLFW window" << std::endl;
    glfwTerminate();
    return -1;
}

glfwMakeContextCurrent(window);
glewExperimental = GL_TRUE;
if (glewInit() != GLEW_OK) {
    std::cerr << "Failed to initialize GLEW" << std::endl;
    return -1;
}
```

Створення вікна:

GLFW створює вікно для відображення тривимірної сцени. Після ініціалізації викликається основний цикл візуалізації, де на кожній ітерації обчислюється нове положення об'єкта.

Обчислення положення об'єкта на траєкторії

Для руху об'єкта за параметричною траєкторією необхідно постійно обчислювати його координати на основі часу.

Приклад для колової траєкторії:

```
glm::vec3 calculateCircularTrajectory(TrajectoryParams params, float time) {
    float x = params.amplitude * cos(params.frequency * time);
```

```
float y = 0.0f; // Рух в площині XY
float z = params.amplitude * sin(params.frequency * time);
return glm::vec3(x, y, z);
}
```

В основному циклі програми:

```
while (!glfwWindowShouldClose(window)) {
    float time = glfwGetTime(); // Час для параметричних рівнянь
    glm::vec3 position = calculateCircularTrajectory(params, time * params.speed);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    // TODO: Візуалізувати модель на новій позиції
    glfwSwapBuffers(window);
    glfwPollEvents();
}
```

Висновки. На основі проведеного дослідження розроблено 3D об'єкти, а також алгоритм для генерації 3D траєкторій, що в подальшому може бути інтегрований в навчальний процес. А це в свою чергу дає поштовх для осучаснення інтерактивного навчання. Світ не стоїть на місці, технології розвиваються, в подальшому проводитимуться дослідження в області інтеграції технологій віртуальної реальності, створення 3D-моделей для більш складних систем. Це в свою чергу підвищить якість освіти в галузі механіки і фізики і покращить якість освіти студентів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ORUN-VR2: a VR serious game on the projectile kinematics: design, evaluation, and learning outcomes URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-023-00824-w> (дата звернення: 15.08.2024)
2. ScienceVR: A Virtual Reality Framework for STEM Education, Simulation and Assessment URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9644266> (дата звернення: 20.08.2024)
3. Teaching and Learning Physics using 3D Virtual Learning Environment: A Case Study of Combined Virtual Reality and Virtual Laboratory in Secondary School URL: <https://www.learntechlib.org/p/210965/> (дата звернення: 25.08.2024)
4. Journal of Science Education and Technology URL: <https://link.springer.com/journal/10956> (дата звернення: 25.09.2024)
5. Kinematics and Dynamics of Machinery URL: <https://elcom-team.com/Subjects/%D9%86%D9%85%D8%B0%D8%AC%D8%A9%20%D9%88%20%D9%85%D8%AD%D8%A7%D9%83%D8%A7%D8%A9/modeling%20.pdf> (дата звернення: 10.09.2024)
6. Unity 3D Game Development by Example: Beginner's Guide: a Seat-of-your Pants Manual for Building Fun, Groovy Little Games Quickly Ryan Henson Creighton Ryan Henson Creighton Ryan Henson URL: <https://www.amazon.com/Unity-Development-Example-Beginners-Guide/dp/1849690545> (дата звернення: 15.09.2024)
7. Blender For Dummies Jason van Gumster <https://www.dummies.com/book/technology/software/animation-software/blender/blender-for-dummies-4th-edition-281639/> (дата звернення: 20.09.2024)

Науковий керівник кандидат фізико-математичних наук, доцент Кравцов Г.М.