

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
Tel. (+84.0236) 3736949, Fax. (84-511) 3842771
Website: <http://dut.udn.vn/khoacntt>, E-mail: cntt@dut.udn.vn



BÁO CÁO MÔN HỌC

ĐỒ HỌA MÁY TÍNH

Đề tài 3:

Viết chương trình hiển thị đối tượng đồ họa, tự xây dựng/cài đặt các hàm sử dụng ma trận biến đổi vật thể (Camera Transformation/Project Transformation)

HỌ TÊN SINH VIÊN	MÃ SINH VIÊN	NHÓM HP
Phan Trần Nhật Hạ	102210159	21Nh12
Nguyễn Đức Huy	102210164	21Nh12
Trần Lê Như Quỳnh	102210183	21Nh12

CBHD : Nguyễn Tấn Khôi

Đà Nẵng, 04/2023

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	5
1. TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI.....	5
2. MỤC ĐÍCH VÀ Ý NGHĨA CỦA ĐỀ TÀI.....	5
2.1. Mục đích.....	5
2.2. Ý nghĩa	5
3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN	5
4. BỐ CỤC CỦA BÁO CÁO.....	6
CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	7
1. PHÉP CHIẾU TRỰC GIAO VÀ PHÉP CHIẾU PHỐI CẢNH	7
1.1. Phép chiếu trực giao (Orthographic Projection).....	7
1.2. Phép chiếu phối cảnh (Perspective Projection)	8
2. BIẾN ĐỔI HỆ QUAN SÁT/GÓC NHÌN 3D	9
2.1. Nguyên tắc biến đổi hệ quan sát:.....	9
2.2. Các phép biến đổi	10
2.3. Thiết lập điểm nhìn Camera	11
CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG	12
1. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN	12
2. CẤU TRÚC DỮ LIỆU	12
3. THUẬT TOÁN	12
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ CHẠY CHƯƠNG TRÌNH	13
KẾT LUẬN	17
TÀI LIỆU THAM KHẢO	17

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 3.1: Nhập cạnh khối lập phương

Hình 3.2: Phép chiếu trục giao

Hình 3.3: Thay đổi các tham số

Hình 3.4: Xoay vật thể 1

Hình 3.5: Xoay vật thể 2

Hình 3.6: Thu nhỏ vật thể

Hình 3.6: Phóng to vật thể

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, chúng em xin gửi lời cảm ơn đến thầy Nguyễn Tấn Khôi – giảng viên hướng dẫn chúng em thực hiện đề tài. Nhờ sự chỉ bảo tận tình của thầy, nhóm chúng em đã có thể hiểu rõ về lý thuyết, cũng như phương pháp để thực hiện đề tài này một cách tốt nhất.

Mặc dù đã cố gắng hoàn thành báo cáo đề tài trong phạm vi và khả năng tuy nhiên sẽ không thể tránh khỏi những thiếu sót. Chúng em rất mong nhận được sự cảm thông và tận tình chỉ bảo của thầy cô.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

MỞ ĐẦU

1. TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

Đề tài: Viết chương trình hiển thị đối tượng đồ họa, tự xây dựng/cài đặt các hàm sử dụng ma trận biến đổi vật thể (Camera Transformation/Project Transformation) bằng cách:

- Vẽ một khối lập phương có cạnh a (với giá trị a nhập vào khi chạy chương trình)
- Thực hiện các phép chiếu trực giao. Thay đổi các tham số (tâm chiếu, góc fovy, ...). In các ma trận biến đổi tương ứng.
- Thay đổi góc quan sát để xoay vật thể. In các ma trận biến đổi tương ứng.
- Thay đổi vị trí quan sát (điểm nhìn) - Phóng to, thu nhỏ vật thể. In các ma trận biến đổi tương ứng.
- Triển khai chạy chương trình, in hình ảnh kết quả, đánh giá, nhận xét

Yêu cầu: Không dùng thư viện phép chiếu của OpenGL

2. MỤC ĐÍCH VÀ Ý NGHĨA CỦA ĐỀ TÀI

2.1. Mục đích

- Tìm hiểu và vẽ được các đối tượng đồ họa cơ bản
- Có thể tự xây dựng các phép chiếu trực giao, bối cảnh hay các phép biến đổi vật thể mà không thông qua thư viện phép chiếu của OpenGL

2.2. Ý nghĩa

- Ứng dụng kiến thức đã học vào giải quyết các bài toán
- Hiểu được phương pháp biến đổi vật thể bằng cách sử dụng ma trận

3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

- Sử dụng thư viện OpenGL để hỗ trợ trong việc thực hiện các bước đồ họa (vẽ khối lập phương, vẽ trục tọa độ, ...)
- Áp dụng các kiến thức đã học về phép chiếu đồ họa, qua đó tự xây dựng các hàm có chức năng tương ứng trong thư viện OpenGL để thay thế

- Tham khảo các bài Lab để truy xuất ma trận dữ liệu của OpenGL

4. BỐ CỤC CỦA BÁO CÁO

Báo cáo bao gồm các nội dung sau:

- Mở đầu
- Chương 1: trình bày các nội dung cơ sở lý thuyết chính liên quan đến nội dung của đề tài.
- Chương 2: trình bày về phân tích và thiết kế hệ thống
- Chương 3: trình bày về kết quả chạy chương trình
- Kết luận

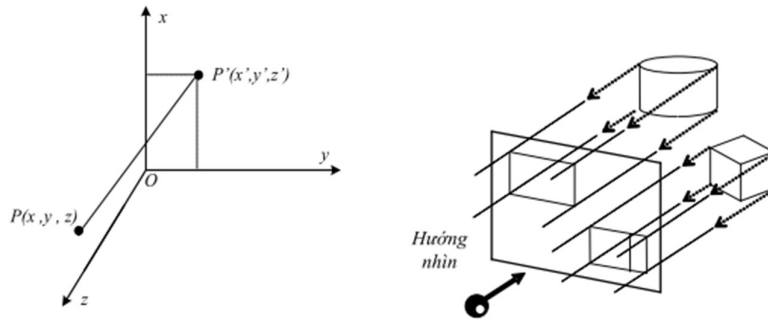
CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. PHÉP CHIẾU TRỰC GIAO VÀ PHÉP CHIẾU PHỐI CẢNH

Định nghĩa phép chiếu: Một cách tổng quát, phép chiếu là phép chuyển đổi những điểm của đối tượng trong hệ thống tọa độ n chiều thành những điểm trong hệ thống tọa độ có số chiều nhỏ hơn n.

1.1. Phép chiếu trực giao (Orthographic Projection)

- Phép chiếu trực giao là phép chiếu song song và có tia chiếu vuông góc với mặt phẳng chiếu. Mặt phẳng chiếu thường là các mặt phẳng tọa độ: Oxy, Oyz, Ozx. $P(x, y, z)$ chiếu trên mặt phẳng Oxy|Oyz|Ozx $\Rightarrow P'(x', y', z')$



Hình 1.1.1. Phép chiếu vuông góc

- Ứng với mỗi mặt phẳng chiếu, ta có một ma trận chiếu tương ứng. Ma trận phép chiếu trực giao:

$$M_{projection} = \begin{bmatrix} \frac{2}{r-l} & 0 & 0 & -\frac{r+l}{r-l} \\ 0 & \frac{2}{t-b} & 0 & -\frac{t+b}{t-b} \\ 0 & 0 & \frac{-2}{f-n} & -\frac{f+n}{f-n} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{p'} \\ y_{p'} \\ z_{p'} \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{-z_p} M_{projection} \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \\ 1 \end{bmatrix} = M_{projection} \begin{bmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p \\ 1 \end{bmatrix}$$

a) Ma trận chiếu lên mặt phẳng Oxy ($Z=0$)

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

b) Ma trận chiếu lên mặt phẳng Oxz ($Y=0$)

$$M_y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

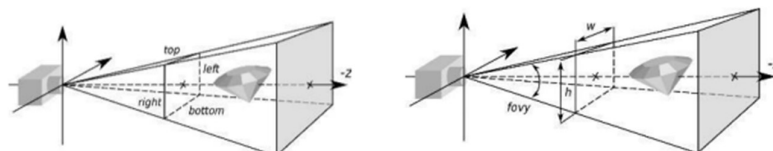
c) Ma trận chiếu lên mặt phẳng Oyz ($X=0$)

$$M_x = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1.2. Phép chiếu phối cảnh (Perspective Projection)

- Các tia chiếu xuất phát từ một điểm gọi là tâm chiếu.
- Kích thước đối tượng sẽ nhỏ dần khi tâm chiếu lùi xa khỏi mặt phẳng chiếu.
- Phép chiếu phối cảnh tạo ra hiệu ứng về luật xa gần tạo cảm giác về độ sâu của đối tượng trong thế giới thực cho phép quan sát mô hình thực.
- Các đoạn thẳng song song của mô hình 3D nơi phép chiếu hội tụ tại một điểm gọi là điểm triệt tiêu (*vanishing point*).

Đặc biệt, trong đề tài này chúng ta sẽ tập trung nghiên cứu và tìm hiểu về *phép chiếu phối cảnh theo góc nhìn (fovy)* - một trường hợp đặc biệt trong phép chiếu phối cảnh



- Hình chữ nhật của mặt phẳng clip gần (và của mặt phẳng clip xa) được bố trí đối xứng thì tâm nằm trên trục z.

$$\text{Do đó: } l + r = t + b = 0 \quad (l = -r, t = -b)$$

Ngoài ra:

$$(t - b) \frac{l}{n} = \tan\left(\frac{fovy}{2}\right)$$

Với fovy là góc nhìn theo chiều thẳng đứng.

- Ma trận phép chiếu theo góc nhìn (fovy):

$$M_{\text{projection}} = \begin{bmatrix} \frac{d}{a} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{f+n}{f-n} & -\frac{2fn}{f-n} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

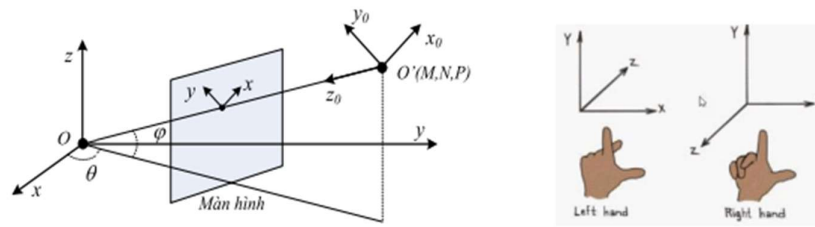
$$d = l / \tan\left(\frac{fovy}{2}\right).$$

$$\frac{2 * n}{r - l} = \frac{d}{a} \quad \frac{2 * n}{t - b} = d$$

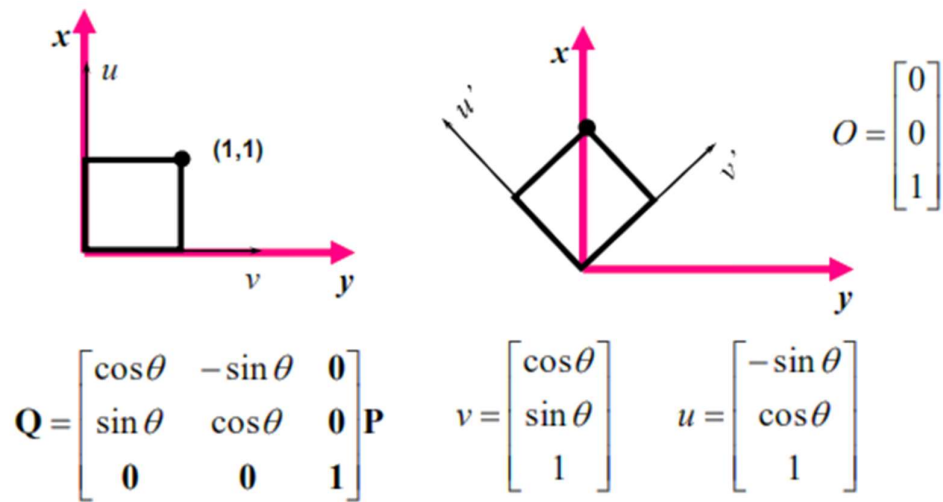
2. BIẾN ĐỔI HỆ QUAN SÁT/GÓC NHÌN 3D (View/Camera Transformation)

2.1. Nguyên tắc biến đổi hệ quan sát:

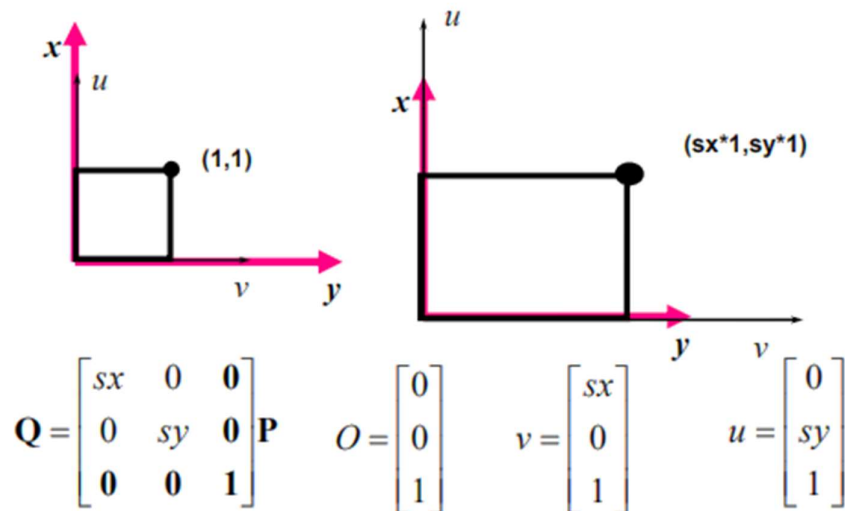
- Vật thể được chiếu lên hệ $O(x, y, z)$ theo quy tắc bàn tay phải
- Mắt phải đặt tại gốc hệ tọa độ $O'(x_o, y_o, z_o)$ theo quy tắc bàn tay trái
- Mặt phẳng chiếu là mặt phẳng vuông góc với đường thẳng OO'
- Trục z_o của hệ quan sát $O'(x_o, y_o, z_o)$ phải hướng đến gốc O
- Biến đổi một điểm $P(x, y, z)$ trong hệ tọa độ $O(x, y, z)$ thành điểm $P'(x_o, y_o, z_o)$ trong hệ tọa độ quan sát $O'(x_o, y_o, z_o)$
- Chiếu tọa độ lên mặt phẳng quan sát



2.2. Các phép biến đổi



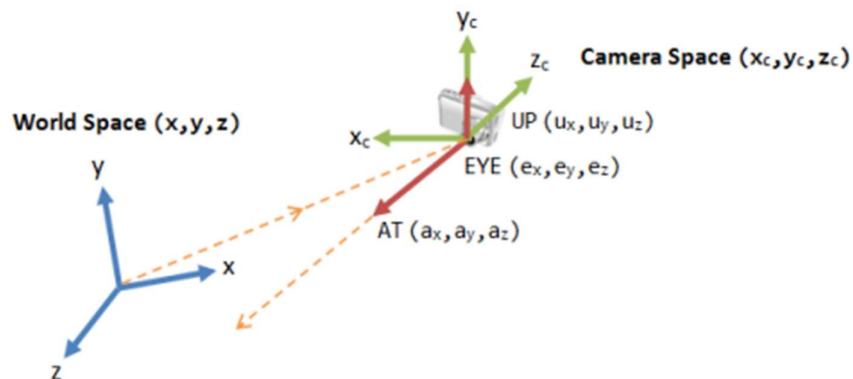
Hình 2.2.1. Phép xoay vật thể



Hình 2.2.2. Phép biến đổi tỉ lệ (phóng to/thu nhỏ)

2.3. Thiết lập điểm nhìn Camera

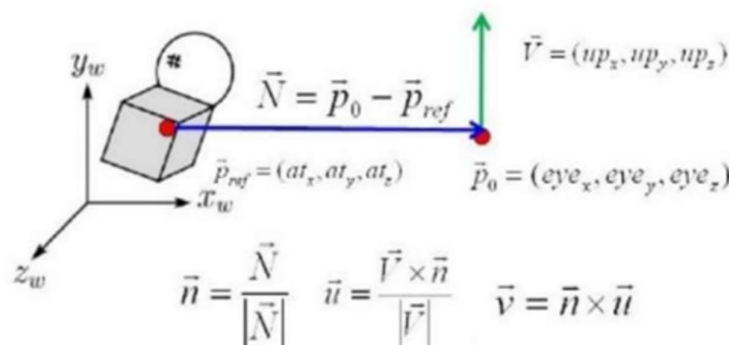
- Model: là đối tượng đồ họa 3D đang được mô phỏng/tạo dựng
- View: là camera chiếu/nhìn vào đối tượng, có các tham số:
 - Eye: vị trí đặt của camera trong hệ tọa độ
 - At: Điểm trên model mà camera nhìn vào
 - Up: Vector chỉ hướng để xác định camera quay xuôi hay quay ngược (Nếu cầm máy ảnh xuôi thì vector chỉ hướng từ dưới lên trên)



2.4. Phép biến đổi Camera trong OpenGL

Ví dụ: `gluLookat(0.0, 0.0, 10.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0);`

Ở ví dụ này thì Camera sẽ đặt tại vị trí (0, 0, 10), nhìn thẳng vào điểm có tọa độ O(0, 0, 0) và hướng up camera là hướng y



CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH THIẾT KẾ HỆ THỐNG

1. PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

- Input: độ dài cạnh khối lập phương
- Output: Hình vẽ và các ma trận biến đổi tương ứng

2. CẤU TRÚC DỮ LIỆU

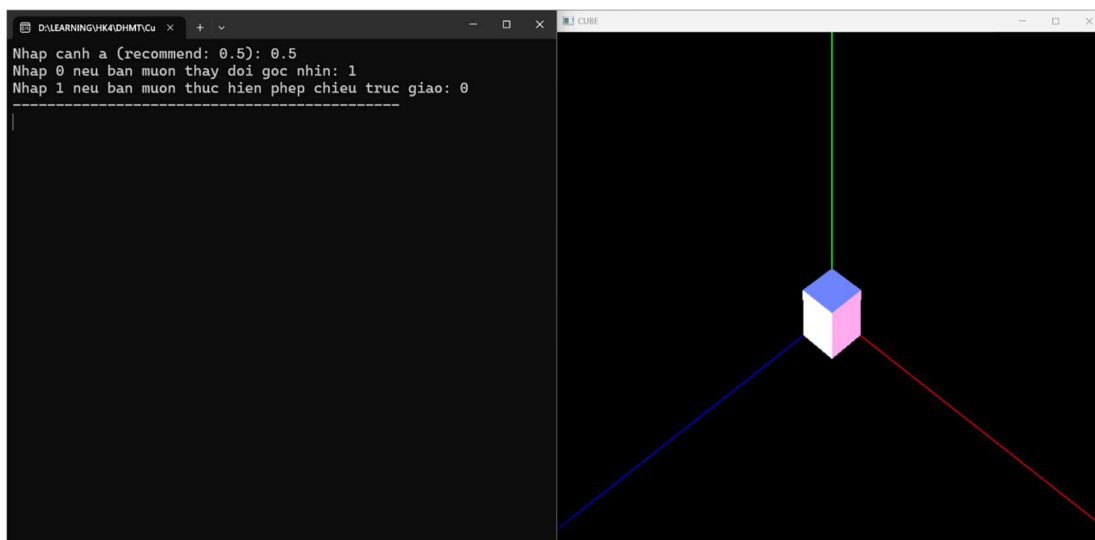
Sử dụng các Class để lưu trữ và tính toán.

3. THUẬT TOÁN

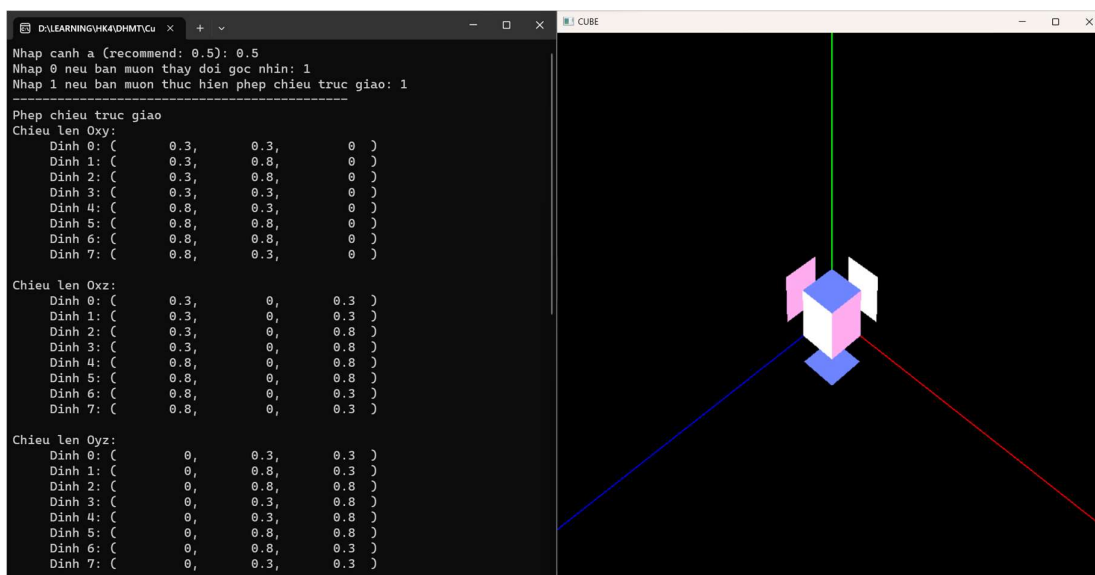
Lưu tọa độ các đỉnh khối lập phương vào mảng points.

Sử dụng vòng lặp for và các công thức phù hợp để tính toán ra các tọa độ tương ứng trong các phép biến đổi.

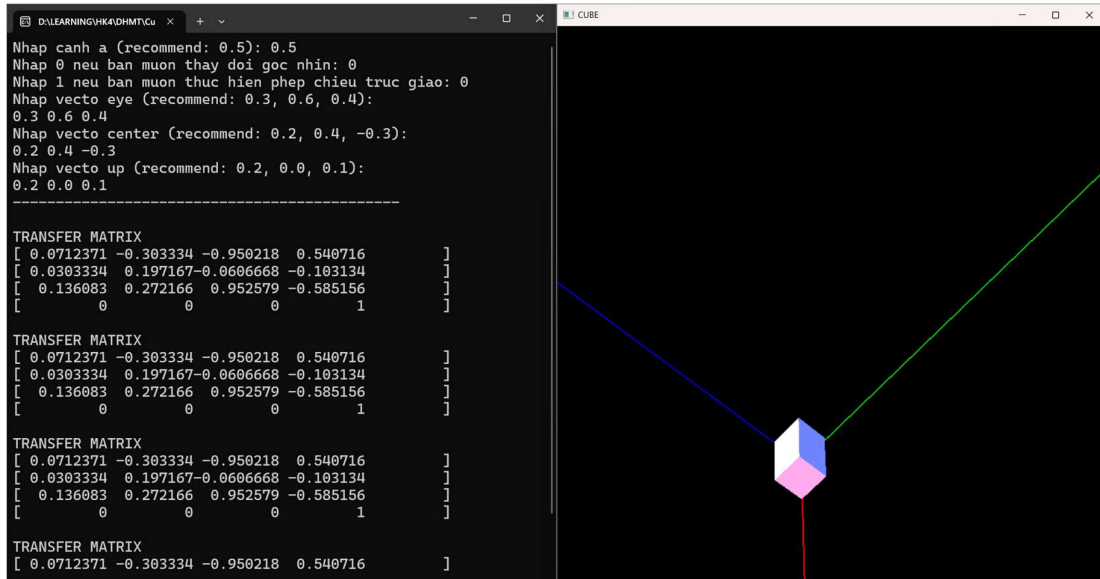
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ CHẠY CHƯƠNG TRÌNH



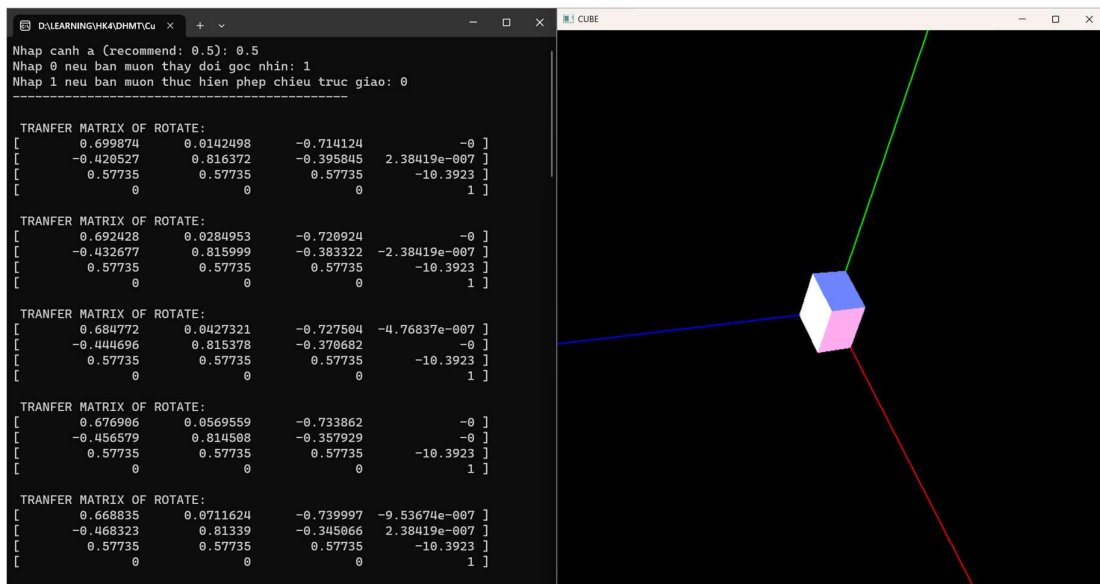
Hình 3.1: Nhập cạnh khối lập phương



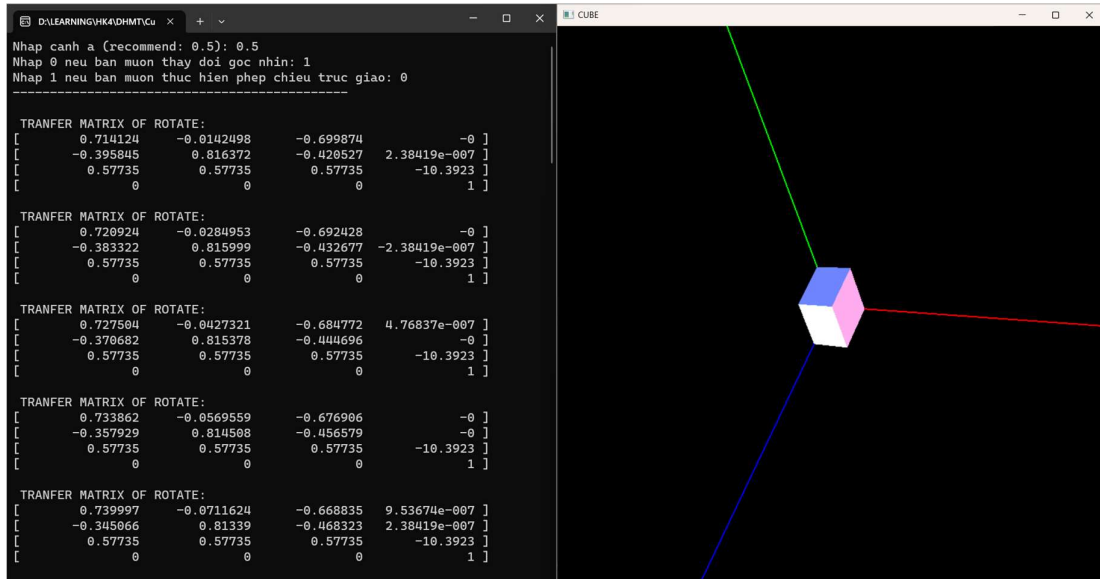
Hình 3.2: Phép chiếu trục giao



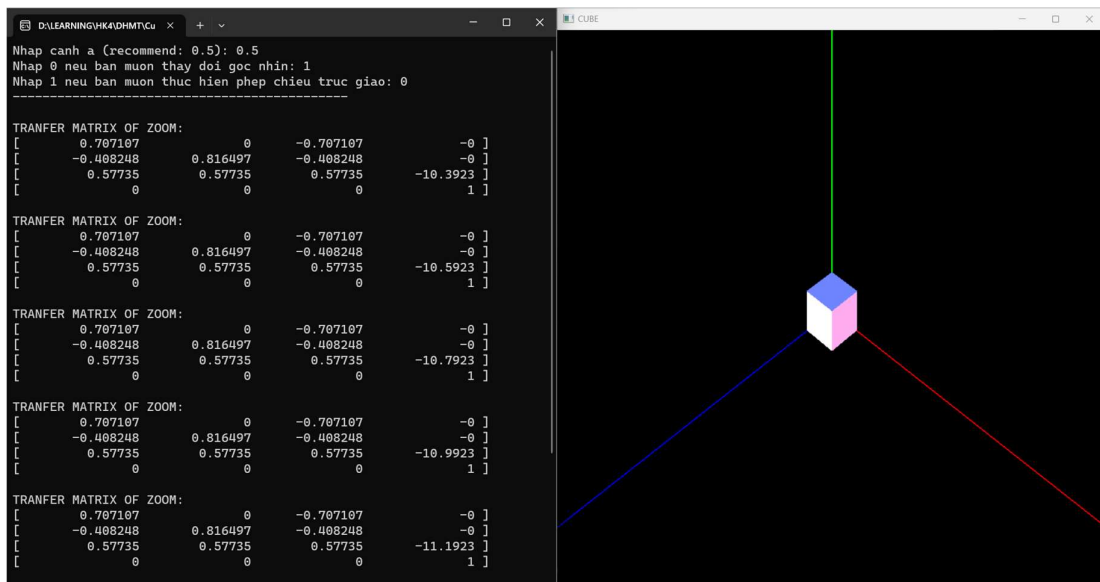
Hình 3.3: Thay đổi các tham số



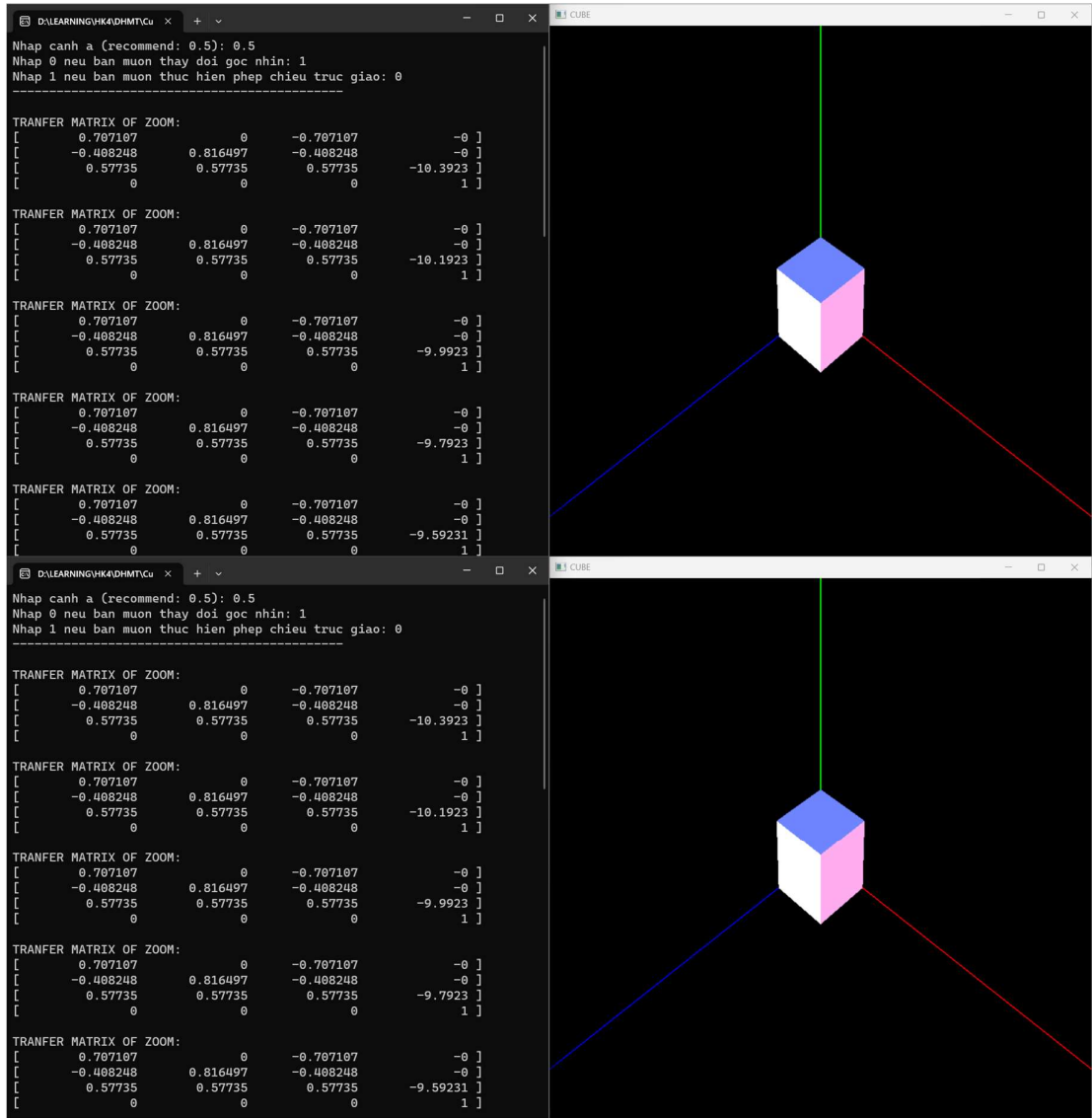
Hình 3.4: Xoay vật thể 1



Hình 3.5: Xoay vật thể 2



Hình 3.6: Thu nhỏ vật thể



Hình 3.6: Phóng to vật thể

KẾT LUẬN

Qua quá trình nghiên cứu tài liệu và nhờ sự chỉ dẫn của thầy Nguyễn Tấn Khôi, nhóm chúng em đã hoàn thành đề tài và đạt được một số kết quả như sau:

- Hiểu được lý thuyết và phương pháp thực hiện một số phép biến đổi trong đồ họa
- Tính toán được tọa độ các điểm cũng như các ma trận biến đổi tương ứng với các phép biến đổi khác nhau

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Khoa CNTT ĐHBK Đà Nẵng, *Bài giảng Đồ Họa Máy Tính*
- [2] Các bài lab