

투명물체의 3차원 영상 표현 프로그램 구현

권 승 탁, 최 상 진
서남대학교 정보통신학과
전화 : 063-620-0149 / 핸드폰 : 016-622-2081

Implementation of Transparent Object 3D image Display Program

Seung Tag Kwon, Sang Jin Choi
Dept. of Information and Communication , Seonam University
E-mail : stkwon@tiger.seonam.ac.kr

Abstract

In this paper, 3D image display system is constructed under PC environment and programed based on modular programming by using visual C++. The hole procedures are composed of data preparation, 3D display over transformation and scaling

I. 서론

3차원영상 표현은 2차원 평면에 수학적으로 모델링 하여 입체감을 갖도록 하는 방법, 일정한 간격으로 얻어지는 2차원 영상을 재구성하여 표현하는 방법, 실제로 3차원 데이터를 획득하여 3차원으로 표현하는 방법 등이 있다.

수학적 모델링에 의한 방법은 2차원 평면에 거리감을 추가하여 표현하기 때문에 사람이 입체감을 느끼는 요인을 찾아서 3차원으로 표현하기 때문에 게임이나 애니메이션 같은 분야에 적용하여 사용한다. 그러나 의료분야와 같이 실제의 데이터를 3차원으로 표현 하는 방법이 필요하다. 현재 의료분야에 사용하는 3차원 영상 표현 방법은 전산화 단층촬영장치(CT: Computerized Tomography) 나 핵 자기공명영상장치(MRI: Magnetic Resonance Imaging) 등과 같은 장치로부터 얻어지는 2차원 영상을 재구성하여 3차원 영상으로 표시하는 방법을 주로 사용한다[1].

그러나, 의료분야 중에서도 안구망막과 같은 투명한 물질 안의 물체에 빛을 쬐어 반사시키는 방법으로 3차원 데이터를 획득 할 수 있을 경우에는 실제의 데이터를 3차원 영상으로 표현하면 정확한 진단에 많은 도움을 주게된다.[2] 그러나, 3차원 데이터를 이용하여 똑 같은 3차원 영상으로 표현하기 위해서는 3차원 공간을 가진 출력장치가 필요하

다. 현재 이러한 기술을 표현하는 기술은 홀로그래프와 같은 방법이 있으나 아직은 기술적으로나 경제적으로 활용하기가 어렵다. 따라서 2차원 화면에 3차원 데이터를 가장 효과적인 3차원 영상으로 표현하는 연구가 필요하다.

본 논문은 안구망막처럼 투명한 물체 안에서 얻어진 3차원 영상을 2차원 화면에 3차원으로 표현하기 위한 프로그램을 개발한다.

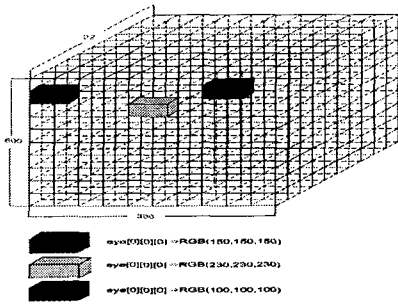
본 논문의 구성은 2장 3차원 영상 표현방법, 3장 3차원 영상 프로그램 구현, 4장 프로그램 구현 결과를 보여준다.

II. 3차원 영상 표현 방법

안구망막과 같은 투명한 물체는 레이저 광선을 이용하여 반사되는 빛을 전기신호로 변환하여 3차원의 디지털 데이터를 얻을 수 있다. 3차원 영상표현 위한 프로그램 내용은 데이터준비, 3차원 좌표, 좌표변환, 투명처리, 3차원 물체의 가시화 등이다.

2.1 데이터 준비

안구 망막의 진단에 있어서 3차원의 영상을 볼 수 있다면 질병진단에 매우 많은 도움이 된다. 본 논문에서 사용한 데이터는 투명한 구조를 갖는 안구 망막에 레이저 광선을 투사하여 반사된 신호를 전기신호로 변환하여 3차원 디지털 데이터를 획득하여 그림 1.과 같이 구성하였다. 안구망막에서 획득된 데이터의 한 프레임의 크기는 X축(300)×Y축(600)×Z축(32)이고 8비트의 디지털 신호로 바꾸어 256단계의 음영을 갖도록 표현한다.



eye 3d = [300][600][32]
그림 1. 획득된 3차원 데이터

2.2 3차원 좌표

3차원 공간에서 한 점 표현을 위해 3차원 좌표가 필요하다. 3차원 좌표계는 2차원 좌표계의 원 점에 깊이 z점을 추가하여 표현한다.

3차원 좌표계에는 보편 좌표계(World coordinates), 장치 좌표계(Device coordinates), 구 좌표계 등이 있다. 보편 좌표계는 표현하고자하는 물체가 있는 곳에서의 변하지 않는 실제 좌표계를 말한다. 즉 3차원 객체에서의 특정위치의 점을 보편 좌표계로 나타낼 때는 어떤 기준 점을 원점으로 하는 x, y, z의 좌표를 갖게된다. 장치 좌표계는 물체를 그래픽으로 표시하였을 경우 화면상에서의 위치를 나타내는 좌표계이다. 위치가 변하지 않는 동일한 물체에 대하여서도 장치 좌표계의 좌표값은 연산에 따라 각각 변할 수 있다. 장치 좌표계는 스크린 좌표계라고도 하며 그래픽 화면상의 좌표를 말한다.

3 삼차원 데이터를 2차원 모니터에 나타내기 위해서는 2차원에서 3차원으로의 좌표변환이 필요하다. 3차원 영상을 컴퓨터 화면에 나타내게 하기 위해서 다음과 같이 3 단계준비를 한다.

- (1) xyz 좌표계
- (2) 관찰하기 원하는 적당한 좌표계에서 회전을 하고 이동을 한다. 회전은 구 좌표계를 기준으로 한다.
- (3) 회전되고 이동된 3D 모델은 2D화면으로 투사식으로 전환되어 xy좌표 화면에 나타난다.

2.3 3차원 가시화

3차원 물체를 2차원 평면에 가시화 하기 위해서는 그림 2와 같은 과정을 거친다.

- (1) 좌표계
보편 좌표계에 속해 있는 객체를 우선 전단의 연산을 통하여 표현하고자하는 부분을 얻어낸다. 이 전단 된 좌표계는 3차원이므로 2차원으로 변환시키는 과정을 거치게 되는

데 이를 투사라고 하며 이 투사하는 방법을 투영변환 이라고 한다. 이렇게 투사면에 투사한 도형은 2차원 장치 좌표계의로의 전환이 되어야한다. 이렇게 투사면에서 뷰포트(Viewport)을 하게 되면서 3차원 객체는 가시화 된다.

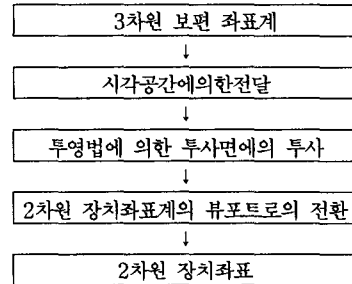


그림 2. 3차원 가시화과정

(2) 투영

3차원 상에서의 투영은 2차원인 컴퓨터 화면에 3차원 물체의 입체감을 표현하는 방법을 말한다. 투영법은 원근 투영법(Perspective Projections)과 평행 투영법(Parallel Projections) 이 있는데 본 논문에서는 평행 투영법의 빗 투영법(Oblique parallel projections)에 관하여 설명한다. 빗 투영법은 투사면에 비스듬히 투사하여 원근 감을 표시하는 방법으로 세어(share) 변환 식을 적용한다. 세어 변환은 특정한 좌표축의 좌표값에 비례하여 나머지 좌표축에 변위를 주어 약간 기울어지게하는 연산이다. 3D xyz좌표를 2D화면에 표시하는 방법은 투영된 위치를 적용하여 표현하며 식은 다음과 같다.

$$sx = d * x / z; sy = d * y / z; \quad (1)$$

여기서 sy는 화면상의 y좌표계이고 sx는 x축이다.

2.4 좌표변환

3차원 공간에서 회전(rotation) 및 이동(translation)은 행렬 및 삼각함수를 사용하고 투영(projection)은 모델과 관찰자의 거리로 표시한다. 3차원 물체의 변환을 위해서는 4×4 행렬이 사용된다. 이는 3×3 행렬로 표현 할 수 없는 평행이동에 관한 연산을 하기 위함이다.

(1) 회전

3차원 물체의 회전은 구 좌표계 상에서 좌우로 회전하는 yaw회전, 시계방향 혹은 시계반대방향으로 회전하며 좌우로 기울일 수 있는 roll 회전, 앞뒤로 기울기 취급되는 roll 회전 방법 등이 있다.

3D공간에서 이미지의 회전 효과는 모델의 yaw, roll, pitch 각각의 초기 값을 적당하게 조절한다.

3차원 회전에 관한 알고리즘은 다음 식과 같다.

$$\begin{aligned}
 xa &= cr1*x - sr1*z; \\
 za &= sr1*x + cr1*z; \\
 x &= cr2*xa + sr2*y; \\
 ya &= cr2*y - sr2*xa; \\
 z &= cr3*za - sr3*ya; \\
 y &= sr3*za + cr3*ya;
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

위 식에서 변수 sr1은 다른 면적으로 선언된 r1 yaw의 sine을 나타낸다. 변수 cr1은 r1의 yaw각의 cosine 처럼 취급한다. x, y, z는 좌표계의 변수이고 xa, ya, za는 관측점의 좌표계로 좌표계에 따라서 변하는 값을 유지하는 임시의 변수이다.

(2) 이동

3차원 좌표계에서 적당한 위치로 움직일 때 사용하는 식을 이동식이라 한다. 이동식은 식 3과 같이 표현한다.

$$x = x + mx ; y = y + my ; z = z + mz; \tag{3}$$

여기서 mx는 x축에 따라서 좌우 이동을 나타내는 거리를 정의하고, 이 변수는 3D 프로그램의 초기위치를 나타낸다. 변수 my는 y축에 따라 상하이동을 나타내는 거리를 나타낸다. 변수 mz는 z축에 따라 원근을 나타내는 거리를 나타낸다.

2.5 투명도(transparency) 처리

투명도는 투명한 객체들로 된 영상을 생성한다. 알파 채널(alpha channel)은 RGBA 색 모드에서 네 번째 색이다. 다른 색들과 마찬가지로, 응용프로그램은 각각의 화소에 대한 a값을 제어할 수 있다. 객체의 불투명도(opacity)는 얼마나 많은 빛이 객체를 관통하는가의 척도이다. 1의 불투명도는 (a-1) 완전히 불투명한 표면에 대응되는 것으로 모든 빛을 통과시키지 않는다. 불투명도 0을 갖는 표면은 투명하며, 모든 빛은 표면을 통과한다. 불투명도 a를 갖는 표면의 투명도는 1-a이다.

렌더링 처리를 위한 불투명도를 적용하는 방법은 원천화소와 목적화소들의 개념을 이용한다. 다각형이 처리될 때, 화소크기의 단편들이 계산되며, 만일 그것이 보인다면 사용되는 음영모형에 기초하여 색이 할당된다. 단편을 화소로서 간주하고 프레임 버퍼화소를 목적화소로 하여 다양한 방법으로 배합한다. a 채널은 화소단위로 배합을 제어하는 방법을 사용하였다.

만일 원천화소(s)와 목적화소(d)가 다음과 같다면 4 요소(RGAA)배열로 표현하면

$$\begin{aligned}
 s &= [s_r \ s_g \ s_b \ s_a] \\
 d &= [d_r \ d_g \ d_b \ d_a]
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

합성 연산은 d를 다음으로 교체한다.

$$\begin{aligned}
 d' &= [b_r s_r + c_r d_r \ b_g s_g + c_g d_g \\
 &\quad b_b s_b + c_b d_b \ b_a s_a + c_a d_a]
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

여기서 상수배열 b와 c는 각기 원천 배합 계수와 목적배합 계수이다. a값은 0.0에서 1.0사이 값을 갖도록 하였다.

III. 3 차원 영상 프로그램 구현

본 논문은 안구망막진단을 위한 3차원 영상프로그램은 두께계산, 투명처리, 저장, 이동, 회전등을 처리할 수 있도록 구현한다. 프로그램은 확장성을 고려하여 각 기능을 모듈화 시켰다. 모듈 설계된 3차원 영상표현을 위한 기법은 다음과 같다.

3.1 데이터 표현

프로그램에 사용된 데이터는 3차원 배열로 표현한다. 이 데이터는 8비트의 문자데이터 특성을 가지며 256 단계의 음영을 표현한다.

(1) 데이터구조

```

staitc pixel3D [300][600][32]
    
```

(2) 3 차원 점과 색상 표현

```

void pixel3D(int x, int y, int z, COLORREF color)
{
    int SX, SY;
    oblique(x,y,z,&sx, &sy);
    setpixel (hDC, SX, SY, color);
}
    
```

3.2 3차원 좌표변환

이 함수는 입력된 보편좌표계를 장치좌표계로 바꾸어 주는 역할을 하며 평형사형 형태로 할당된다[5].

```

void oblique(int x, int y, int z, *int *sx, int *sy)
{
    double radian1, radian2;
    double sin1, sin2, cos1, cos2;
    int x, y, z;
    if (nAngle1!=0 || nAngle2!=0) {
        radian1=(nAngle1/360.)*6.2831;
        radian2=(nAngle2/360.)*6.2831;
        sin1=sin(radian1); sin2=sin(radian2);
        cos1=cos(radian1); cos2=cos(radian2);
        Y=(int)(cos2*(y-MAXY/2) - sin2*(z-MAXZ/2));
        Z=(int)(sin2*(y-MAXY/2) + cos2*(z-MAXZ/2));
        y=Y+MAXY/2; z=Z+MAXZ/2;
        X=(int)(cos1*(y-MAXX/2) - sin1*(z-MAXZ/2));
        Z=(int)(sin1*(x-MAXX/2) + cos1*(z-MAXZ/2));
        x=X+MAXX/2; z=Z+MAXZ/2;
    }
    *SX= x+(int)((MAXZ-z)*DELTA);
    *SY=MAXY-y+(int)(MAXZ*DELTA)-(int) ((MAXZ -z)
    *DELTA);
}
    
```

3.3 3차원 변환

3 차원 물체의 변환을 위해서는 4x4 행렬이 사용된다. 이는 3x3 행렬로는 표현할수 없는 평행이동에 관한 연산을 하기 위함이다. 그러므로 3차원을 나타내는 좌표도 연산을 위해서는 동차화(Homogenizing) 시켜야한다.

(1) 이동

x축 d_x 만큼, y축으로 d_y 만큼, z축으로 d_z 만큼 평행 이동한 행렬식은 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & d_x \\ 0 & 1 & 0 & d_y \\ 0 & 0 & 1 & d_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

(2)회전

x축을 중심으로 θ_x 도 만큼 회전 시켰을 때의 행렬식은 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta_x & -\sin\theta_x & 0 \\ 0 & \sin\theta_x & \cos\theta_x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

3.4 프로그램 구현

본 논문에 소개된 프로그램은 다음 기능을 갖도록 설계되었다. 3차원 모델링, 망막의 두께계산, 각 픽셀 단위로 투명처리, 파일 읽기 및 저장 할수 있도록 구성하였다.

IV. 프로그램 구현 결과

4.1 3차원 모델링하여 점으로 3차원 표현한 화면

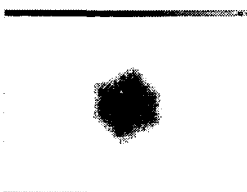


그림 4.1 5픽셀간격으로 구현한 화면

안구 망막 진단에 의해 얻어진 3차원 데이터를 2차원적 평면에 투영하기 위한 각 데이터를 점으로 구현한 화면이다. 그림 4-1은 각 데이터의 간격을 5픽셀이고 투명도는 50%처리한 것이다.



그림 4.2 2차원 평면구성과 투명도로 구현한 화면

4.2 투명처리한 화면

그림 4.2는 점으로 표현된 영상의 데이터를 축소하기 위하여 2차원 평면층으로 구성하고 이를 투명도를 주어 표현하였다.

4.3 삼각형으로 모델링한 화면

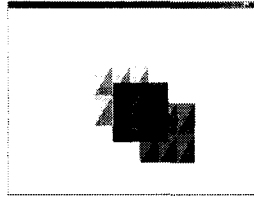


그림 4.3 삼각형조합과 투명도로 표현한 화면

4.3은 4.2와 같은 평면구성은 같은 값의 데이터를 표현하는데는 데이터 축소에 효율적이거나 값이 다를 경우에는 표현이 자세하지 못하여 이를 3차원 모델링의 기본인 3각형의 집합으로 층을 구성하고 투명도를 주어 표현하였다.

V. 결론

3차원 영상개발은 앞으로 도래할 차세대 의료진료 및 멀티미디어 서비스 등의 영상분야 뿐만 아니라 관련산업까지 영향을 미치게 된다.

본 논문은 안구망막에서 획득된 3차원 데이터를 컴퓨터모니터의 2차원 평면을 3차원으로 모델링하여 3차원 좌표 점에 화소를 찍어 표현하였다. 또한 각각의 화소를 투명 처리하여 3차원 공간내부를 2차원 평면상에서 관찰할 수 있도록 하였다.

이 프로그램을 컴퓨터 인터페이스를 통해 데이터 획득 시스템에 연결하면 실시간으로 3차원 영상을 관찰 할 수 있다.

참고문헌

- [1] 김보형' 이철희, 신명길, 김종효, 강홍식. "삼차원 인체 해부도 작성을 위한 칼라볼륨 데이터의 입체 영상 재구성". J. of KOSOMBE Vol. 19, No. 2, p199-208, 1998
- [2] 김선일, "의학 영상의 3차원 처리 및 분석", 전자공학회지 23권 3호, p324-331,1996
- [3] 배성찬, 권승탁, "3차원 데이터를 이용한 입체화상 소프트웨어 구현". 춘천 멀티미디어 학술대회의 논문집. p451-45, 2001
- [4] C. Barillot and B.Giband: Computer Graphics in Medicine: A Survey, CRC Crit. Rev. Bioengr. Vol. 15, p269-307, 1988.
- [5] Christian Barillot, "Surface and Volume rendering technique to display 3D data", IEEE Engineering in Medicine and Biology. Vol.12, no.1, p 111-119, March 1993.