

얼굴 위치와 방향 추적을 이용한 3차원 시각화

김민하* · 김지현* · 김철기** · 차의영*

*부산대학교 정보컴퓨터공학부

**부산대학교 디자인학과

3D Visualization using Face Position and Direction Tracking

Min-Ha Kim* · Ji-Hyun Kim* · Cheol-Ki Kim** · Eui-Young Cha*

*Dept. of Computer-Science and Engineering, Pusan National University

**Dept. of Design, Pusan National University

E-mail : kmhpretty@naver.com

요 약

본 논문에서는 얼굴의 3차원 위치와 방향을 추적하여 3D 물체를 다각도에서 볼 수 있는 사용자 인터페이스를 제시한다. 구현된 사용자 인터페이스는 사용자가 상하좌우로 얼굴을 움직였을 때, 얼굴의 3차원 위치 좌표를 이용하여 사용자가 움직이는 방향으로 물체를 이동시킨다. 그 뒤 사용자가 상하(pitch)좌우(yaw)로 얼굴을 회전시켰을 때, 얼굴의 Euler angle 값을 이용하여 얼굴의 회전각만큼 물체를 회전시켜 물체의 측면을 제공한다. 다양한 위치와 방향에 사용자가 있을 때 물체의 움직임의 정확성과 반응성을 실험한 결과 시각화가 잘 됨을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we present an user interface which can show some 3D objects at various angles using tracked 3d head position and orientation. In implemented user interface, First, when user's head moves left/right (X-Axis) and up/down(Y-Axis), displayed objects are moved towards user's eyes using 3d head position. Second, when user's head rotate upon an X-Axis(pitch) or an Y-Axis(yaw), displayed objects are rotated by the same value as user's. The results of experiment from a variety of user's position and orientation show good accuracy and reactivity for 3d visualization.

키워드

head tracking, AAM, 3D visualization, 3D pose estimation

1. 서 론

최근 모바일 기기나 컴퓨터의 출력장치에서 영상을 입체감 있게 보여주는 3D 사용자 인터페이스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 사용자 얼굴 위치와 방향을 추적하여 그에 따라 물체를 이동, 회전시켜 물체의 측면을 보여줌으로써 영상의 입체감을 살릴 수 있는 3D 사용자 인터페이스를 제시한다.

이 인터페이스는 다용도로 이용될 수 있으며 특히 1인칭 3D 게임에 적용하면 큰 효과를 볼 것이라고 예상된다. 1인칭 3D 게임의 대부분의 동작들은 키보드와 마우스를 통해 이루어지는데 키

보드와 마우스로 화면의 시점을 전환시킴과 동시에 또 다른 어떤 명령을 내려야 할 때가 많아 게임의 진행이 더더지는 불편함이 있다. 이러한 불편함을 해소하기 위해 제시한 사용자 인터페이스를 사용하면 키보드와 마우스를 화면의 시점 전환 외에 다른 동작을 위해 사용하면서 얼굴의 움직임만으로 화면의 시점을 빠르게 전환할 수 있어 사용자가 더 쉽고 편리하게 게임을 즐길 수 있다.

제시한 인터페이스는 웹캠을 사용하여 사용자의 얼굴 영상을 획득한 후, AAM(Active Appearance Model)으로 얼굴의 특징 점을 추출하고 3D pose estimation을 이용하여 얼굴의 위치와 방향

정보를 구한다. 이 정보를 이용하여 얼굴이 특정 위치와 방향에 있을 때 물체의 위치와 방향을 계산한다. 화면의 시점 전환과 물체의 방향 전환은 같은 결과 화면을 보여준다. 그러나 실험을 통해 화면의 시점 전환보다는 물체의 방향 전환이 좀 더 사용자가 예상한 화면을 정확하게 보여주는 것을 확인하여 제시한 사용자 인터페이스를 물체의 이동과 방향 전환으로 구현하였으며 FPS 영상 대신 간단한 3D 물체 영상으로 동작을 실험한다.

II. 얼굴의 위치와 방향 검출

2.1 Active Appearance Model(AAM)

AAM은 찾고자 하는 대상 물체의 대략적인 형태는 이미 알려져 있고, 실제로 영상에 나타나는 물체의 형태는 그것의 평균적인 형태와 비슷하다는 사실을 기반으로 한다. 이러한 형태를 모델화하기 위해서는 형태 모델(shape model)과 외형 모델(appearance model)이 필요하고[1,2] 이 두 모델을 결합하면 AAM이 된다.

물체의 평균적인 형태의 위치를 유한개의 점으로 나타낼 수 있는데 이때의 점들을 특징점이라고 한다. 이 특징 점들은 영상에서 나타난 물체마다 각각의 절대좌표는 다를 수 있지만 각 점들간의 상대적 위치는 동일하다는 성질을 가진다 [3]. 본 논문에서 사용하는 FaceAPI[4]는 그림 1과 같은 17개의 특징 점으로 모델을 구성한다.

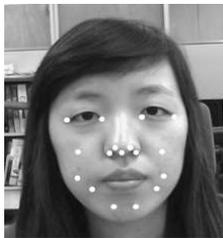


그림 1. 17개의 특징 점

2.2 3D pose estimation

3D pose estimation은 영상에서 찾고자 하는 대상 물체의 특징 점을 4개 이상 알고 있을 때 대상 물체의 포즈(pose)를 알아내는 방법이다. 포즈란 대상 물체의 위치와 방향을 의미한다.

FaceAPI는 그림 1의 17개의 특징 점을 이용하여 얼굴의 포즈를 구하고 방향 정보를 XYZ convention에서의 Euler angle값으로 변환한다.

III. 물체의 움직임 계산

물체의 이동, 회전, 확대, 축소는 그림 2와 같

은 직교 좌표계를 기준으로 한다. 얼굴의 3차원 위치좌표와 회전각은 z축이 그림 2와 반대방향인 직교 좌표계를 기준으로 한다.



그림 2. 화면 좌표계

3.1 물체의 이동

사용자와 모니터간의 특정 거리에 대한 얼굴의 3차원 위치좌표를 먼저 알 필요가 있다. 이는 임의의 3차원 위치좌표에 대한 사용자와 모니터간의 거리를 계산하기 위해 이용된다. 계산된 거리는 카메라의 화각 내에서 사용자가 이동할 수 있는 최대 이동거리를 계산하는데 사용되며 이 최대 이동거리는 물체가 화면상에서 이동할 수 있는 최대 거리와 대응시킨다.

사용자와 모니터간의 거리가 $A_z cm$ 일 때 얼굴의 3차원 위치좌표 중 z좌표를 B_z 라고 가정한다. 얼굴의 임의의 3차원 위치좌표 중 z좌표를 C_z 라고 할 때, 사용자와 모니터간의 거리 $D_z cm$ 는 식 2와 같다.

$$A_z : B_z = D_z : C_z \quad (1)$$

$$D_z = \frac{A_z}{B_z} \times C_z \quad (2)$$

따라서 카메라의 상하 및 좌우화각이 a° 일 때 사용자가 상하좌우로 이동할 수 있는 최대 거리 $M_d cm$ 는 식 4와 같다.

$$\tan\left(\frac{a}{2}\right) = \frac{M_d}{D_z} \quad (3)$$

$$M_d = D_z \times \tan\left(\frac{a}{2}\right) \quad (4)$$

화면 좌표계의 z축을 기준으로 좌우로 $A_x cm$ 만큼, 상하로 $A_y cm$ 만큼 떨어져 있을 때(단, $A_x, A_y \leq M_d$ 이다.) 얼굴의 3차원 위치좌표 중 x좌표를 B_x , y좌표를 B_y 라고 가정한다. 얼굴의 임의의 3차원 위치좌표 중 x좌표를 C_x , y좌표를 C_y 라고 할 때, 사용자가 z축으로부터 좌우로 떨어진 거리 $D_x cm$ 는 식 6과 같고, 상하로 떨어진 거리 $D_y cm$ 는 식 8과 같다.

$$A_x : B_x = D_x : C_x \quad (5)$$

$$D_x = \frac{A_x}{B_x} \times C_x \quad (6)$$

$$A_y : B_y = D_y : C_y \quad (7)$$

$$D_y = \frac{A_y}{B_y} \times C_y \quad (8)$$

현재 출력중인 3D 물체 영상의 너비를 w , 높이를 h 라고 할 때 얼굴의 3차원 위치좌표에 따라 물체가 원점에서 x 축, y 축으로 이동하는 픽셀 수 P_x 는 식 10과 같고, P_y 는 식 12와 같다.

$$M_d : D_x = \frac{w}{2} : P_x \quad (9)$$

$$P_x = \frac{w}{2} \times \frac{D_x}{M_d} \quad (10)$$

$$M_d : D_y = \frac{h}{2} : P_y \quad (11)$$

$$P_y = \frac{h}{2} \times \frac{D_y}{M_d} \quad (12)$$

3.2 물체의 회전

사용자 얼굴의 최대 회전각을 x 축 중심으로 (pitch) E_x° , y 축 중심으로 (yaw) E_y° 라고 하고 물체가 회전할 수 있는 최대 회전각을 x 축 중심으로 F_x° , y 축 중심으로 F_y° 라고 가정한다. 단, 반시계 방향을 양의 방향으로 한다. 얼굴의 임의의 Euler angle값(단위: rad) 중 x 축 중심의 회전각을 G_x , y 축 중심의 회전각을 G_y 라고 할 때 물체의 x 축 중심의 회전각 R_x° 는 식 14와 같고, y 축 중심의 회전각 R_y° 는 식 16과 같다.

$$E_x : G_x \times \frac{180}{\pi} = F_x : R_x \quad (13)$$

$$R_x = \frac{F_x}{E_x} \times G_x \times \frac{180}{\pi} \quad (14)$$

$$E_y : G_y \times \frac{180}{\pi} = F_y : R_y \quad (15)$$

$$R_y = \frac{F_y}{E_y} \times G_y \times \frac{180}{\pi} \quad (16)$$

3.3 물체의 확대와 축소

물체의 확대와 축소는 물체의 z 좌표를 변화시킴으로써 구현할 수 있다. 사용자의 초기 3차원 위치좌표 중 z 좌표를 I_z , 물체의 초기 좌표 중 z 좌표를 I'_z 라고 가정한다. 얼굴의 임의의 3차원 위치좌표 중 z 좌표를 C_z 라고 할 때, 물체의 z 좌표 P_z 는 식 18과 같다.

$$I_z : I'_z = C_z : P_z \quad (17)$$

$$P_z = \frac{I'_z}{I_z} \times C_z \quad (18)$$

IV. 실험 결과

실험에 사용된 카메라는 Microsoft Lifecam

VX-5000으로 화각은 71도이다. 실험에서 사용된 측정값들은 표 1과 같다.

표 1. 실험에 사용된 측정값

측정 변수	측정 값	측정 변수	측정 값	측정 변수	측정 값
A_x	10cm	A_y	10cm	A_z	60cm
B_x	0.2	B_y	0.2	B_z	0.5
E_x	50°	F_x	90°	I_z	0.5
E_y	50°	F_y	90°	I'_z	-5

표 1의 측정값은 사용자에 따라 약간의 차이가 있을 수 있다. 실제로 앞은키에 따라 측정 변수의 측정값이 달라짐을 확인하였다. 예를 들어 A_z 가 60cm일 때, B_z 값이 0.5에서 0.55사이의 값으로 달라짐을 확인하였다. 사용자에 따라 측정값이 달라지더라도 비례식에 의해 물체를 이동, 회전시키기 때문에 사용자의 위치와 방향의 변화에 대한 제시한 인터페이스의 반응성과 정확성에는 크게 영향을 미치지 않음을 실험을 통하여 확인하였다.

V. 결론

본 논문에서는 얼굴의 위치와 방향을 추적하여 사용자가 움직이는 방향으로 3D 물체를 이동시키고 얼굴의 회전각에 따라 물체를 다각도로 회전시키는 사용자 인터페이스를 제시하였다. 제시한 인터페이스는 사용자가 움직이는 방향으로 3D 물체를 이동시키고 사용자 얼굴의 회전방향과 일체하게 물체를 회전시켜 2D 출력장치에서도 입체감 있는 3D 영상을 볼 수 있도록 한다.

사용자의 움직임에 따른 물체의 이동 및 회전식을 세웠고 이를 FaceAPI에 적용시켜 인터페이스를 구현하였으며 여러 사용자들을 대상으로 실험한 결과 사용자들로부터 인터페이스의 정확성과 반응성이 좋다는 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] T.F. Cootes, G.J. Edwards, C.J. Taylor, "Active Appearance Models," IEEE TPAMI, Vol.23, No.6, pp.681-685, 2001.
- [2] I. Matthews, S. Baker, "Active Appearance Models Revisited," International Journal of Computer Vision, Vol.60, No.2, pp.135-164, 2004.
- [3] 이정화, 박현준, 차의영, "Backpropagation을 이용한 AAM 기반의 얼굴 표정 인식," 한국 멀티미디어학회 춘계학술발표대회 논문집, Vol.13, No.1, pp.227-230, 2010.
- [4] <http://www.seeingmachines.com>