

관광동굴의 대중홍보용 가상 프로젝터디스플레이

임대규 · 김종성 · 박상준 · 고영탁 · 송정훈 · 소대화*

Virtual Projection Display for Public Information of Tourist Cave

D.G.Yim, J.S.Kim, S.J.Park, Y.T.Ko, J.H.Song, D.W.Soh

Abstract : Nowadays, power-point slides are the common form of presentation at meetings or lectures. However, when it comes to explanation and demonstration, it is difficult to do so effectively on a screen that is projected from a projector. This drawback might lower the level of quality of communication between the speaker and his audience. On top of this, the speaker is constrained to a certain amount of space. Based on this fact, in this work the constructed device can be used as an extension for the existing functions and makes up for the disadvantages of projected presentations by means of a web camera which enjoys ease of use and is economically priced. It would be also used as a virtual projection display for information of tourist cave in the field.

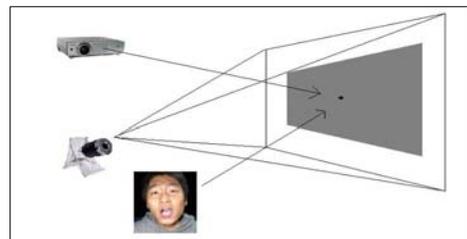
1. 서론

컴퓨터와 빔 프로젝터 사용의 부담이 많은 부분 해결되면서 대학 강의 및 기업 홍보, 그 밖의 거의 모든 환경에서의 발표는 빔 프로젝터를 활용하여 이루어진다. 이러한 환경에서 추가적인 설명 및 주석을 추가하기 위해 발표자가 타블렛, 또는 마우스를 이용하는 경우 일시적으로 컴퓨터 모니터에 집중해야 하는데, 이는 필연적으로 발표자와 청중 사이에 교감의 희생을 동반한다.

이러한 문제를 해결 하기위해 대형 터치스크린과 같은 여러 가상칠판 장비가 개발되고 있지만, 그 가격이 많이 비싸고 이동성에 많은 제약을 받아 쉽게 사용하지 못한다. 따라서 위에서 제기한 문제를 극복하는 합리적인 가격의 대중홍보용 가상프로젝션 디스플레이 및 블랙보드를 구현하였다.

2. 구현 방법

구현 내용은 빔 프로젝터의 빛을 이용한 것으로써, 스크린에 투사되는 부분은 빛이 어느 정도 흡수되어 향한 빛의 량을 가지지 못하지만 중간에 반사체가 위치하게 되면, 스크린에 비해 월등히 강한 빛(거의 광원에 가까운)의 양을 가지게 되는데 전체 영상을 획득하여 영상 내 스크린, 그중에서도 투사된 화면의 좌표계를 기준으로 반사체의 좌표를 획득, 변환하여 스크린에 표시하는 방식이다.



* 명지대학교 교수

반사체의 위치를 찾기 위해서, 빔 프로젝터와 연동된 컴퓨터에 소프트웨어를 저장시킨다. 모든 영상처리 과정은 intel사의 컴퓨터비전 라이브러리인 OpenCV를 사용한다.

먼저, 빔 프로젝터로 스크린에 쓴 영상을 그림과 같이 웹 카메라로 잡게 되는데, (이때는 더 넓은 범위를 잡아준다) 여기서 잡은 컬러 영상을 각 화소 당 0~255 값을 가지는 그레이 영상으로 바꿔준다.



그림1. 입력 영상



그림2. 그레이 영상

이후 다른 배경에서의 반사 역할을 할 수 있는 물체들에 의한 잡음을 배제하기 위하여 차연산을 이용한 움직임을 포착하여, 포착된 물체

에서의 가장 강한 빛의 지점을 찾아내기 위하여 문턱 값을 지정한 2진화영상을 만들어 낸다.

이후 산란된 흰색 화소들의 지점을 반사체, 즉 지시자로 간주할 수 있는데, 각 픽셀들의 x, y좌표를 파악하여 합을 구하고 해당하는 모든 픽셀의 수로 나누어 주면 지시자 위치의 근사 값을 얻을 수 있다.

이렇게 얻어진 지시자의 위치 좌표를 카메라의 좌표계에서 컴퓨터의 출력좌표계로 변환하여 실제 움직임과 투사되는 화면의 동조를 맞추게 된다. 전체적인 작업과정은 다음의 흐름을 따른다.

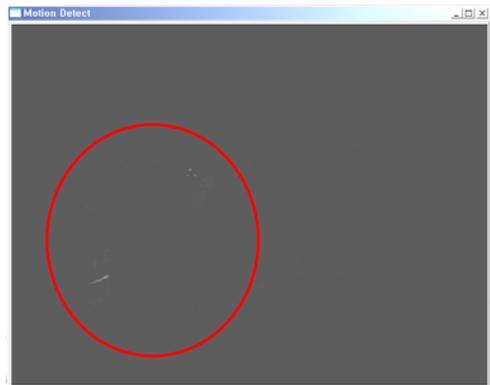


그림 3. 움직임 포착 영상

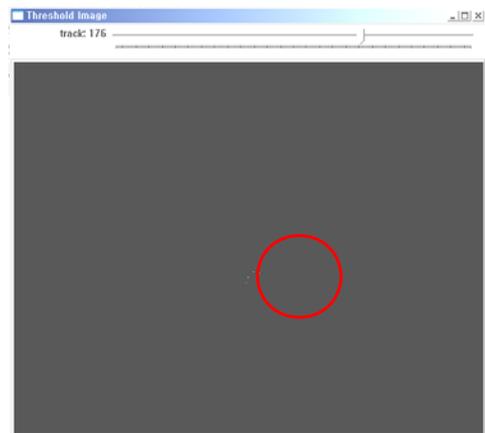


그림4. 2진화 영상

3. 켈리브레이션 과정

최초에 웹 카메라에 의해 획득한 영상이 반드시 스크린에 투사된 빔 프로젝터의 영상과 정확하게 일치할 수는 없다. 따라서 카메라의 좌표계 기준으로 생성된 지시자의 좌표를 투사된 빔 프로젝터 화면의 좌표계를 기준으로 변환을 시켜주어야 할 필요가 있다. 따라서 이 과정을 수행하기 위하여 다음과 같이 각각의 모서리에 사용자가 포인터로 지시하도록 UI를 제공하여 좌표인식을 위한 환경을 구성하였다.

다음의 그림은 빔에 의해 프로젝션 된 영상을 보여주고 있다. 그림의 순서대로 화면의 영상에서 빔 프로젝터가 투사된 사각형 부분의 네 귀를 클릭하게 되면 스크린에 투사된 영상영역의 카메라 좌표계상의 좌표의 값이 획득된다.

이 좌표를 기준으로 윈도우 해상도를 기준으로 한 좌표의 변환이 필요하다. 이 변화는 아래의 과정을 따른다.

카메라로부터 획득한 좌표 x, y 를 구하기 위해서는 왼쪽의 3x3행렬 즉 변환을 위한 일반식을 구해야하는데 이를 구하기 위한 과정은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} XW \\ YW \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

윈도의 상의 임의의 좌표 X, Y 는 perspective 영상의 특성상 어느 정도의 왜곡요소 W 를 가지게 된다. 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

따라서 이 왜곡의 정도는 계산에 의하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$W = gx + hy + 1$$

따라서 전체 수식에서 원하는 X, Y 의 좌표를 구하기 위해서는 W 의 값으로 나누어주면 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} g & h & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}}$$

여기서 원하는 X, Y 를 풀어 계산하면 다음과 같다.

$$X = \frac{ax + by + c}{gx + hy + 1}$$

$$Y = \frac{dx + ey + f}{gx + hy + 1}$$

$$X(gx + hy + 1) = ax + by + c$$

$$Y(gx + hy + 1) = dx + ey + f$$

$$gXx + hXy + X = ax + by + c$$

$$gYx + hYy + Y = dx + ey + f$$

$$X = ax + by + c - gXx - hXy$$

$$Y = dx + ey + f - gYx - hYy$$

$$X = \frac{ax + by + c - gax - gby - ghx - ghy}{1 - gx - hy}$$

$$Y = \frac{dx + ey + f - gdx - gey - ghx - ghy}{1 - gx - hy}$$

위와 같이 X, Y 를 얻을 수 있고 이를 이용하여 전체의 수식을 표현하게 되면 다음과 같

다.

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -X_1x_1 & -X_1y_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -Y_1x_1 & -Y_1y_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -X_2x_2 & -X_2y_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -Y_2x_2 & -Y_2y_2 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 & -X_nx_n & -X_ny_n \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 & -Y_nx_n & -Y_ny_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \\ \vdots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}$$

카메라의 좌표를 기준으로 한 좌표의 행렬을 **A**, 변환의 일반식을 λ 윈도우상의 좌표계를 기준으로 한 좌표의 행렬을 **B**라고 한다면 변환의 일반식 λ 를 구하기 위하여 다음과 같은 수식으로 표현할 수 있다.

$$A\lambda = B$$

$$A^T A\lambda = A^T B$$

$$\lambda = (A^T A)^{-1} A^T B$$

위의 내용들을 기반으로 프로그램을 구성하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

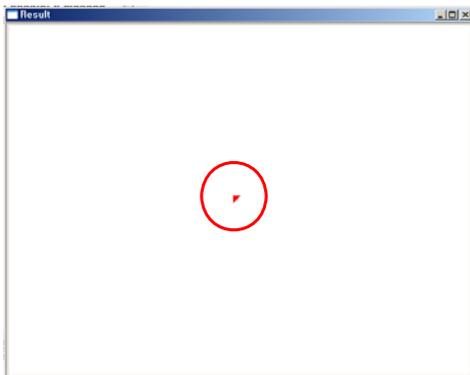


그림 5. 결과영상

4. 결론

현재 진행 중에 있기 때문에 완벽한 구현은 남아있지만, 향후 실험을 통하여 연산의 최적화를 보다 유연하게 향상된 느낌의 포인터 자취를 만들 수 있음을 확인하였다.

그러므로 해결해야 할 과제들이 아직 남아있지만, 포인터와 캘리브레이션 기법의 정밀도만 더욱 개선한다면 원하는 정교한 컨트롤도 가능하게 될 것이다.

이 좌표를 기준으로 윈도우와의 연동, 마우스의 이동 또는 이벤트를 이용한 출력영상의 수정 등을 통해 지시자가 위치한 지점에 원하는 이벤트를 발생시킬 수 있다. 이러한 기능이 완벽히 구현될 경우 더 이상 강의와 강연, 또는 기업체에서의 현장 프레젠테이션, 관광동굴정보의 대중홍보용 등의 상황에서 예상치 못한 주석의 추가상황에 대하여 더 이상 일시적으로 컴퓨터 화면을 보고 수정작업을 진행해야 할 필요가 없게 되므로 청중과 발표자와의 교감을 더욱 긴밀하게 증대시킬 수 있고, 이는 성공적인 발표 또는 설명으로 연결될 수 있다. 이 결과를 기반으로, 향후 API 또는 MFC와 같은 윈도우프로그램들을 활용하여 실질적으로 사용 가능한 시스템을 구현하는 작업을 보완 추진할 것이다.

참고문헌

- 디지털 영상처리 입문-한빛미디어
- 컴퓨터 비전 실무프로그래밍(기본편)-홍릉 과학 출판사
- LCD 빔 프로젝트 사용 환경에서 지시자 검출 연구-산업기술연구소논문집
- Perspective Transform Estimation-
<http://alumni.media.mit.edu>