

반투영 거울 기반 공간 증강 현실 환경의 전시물 안내 시스템[†]

(Annotation System using Spatial Augmented Reality
Display with Half-silvered Mirror)

김정훈*, 이영보*, 박현우**, 윤태수*, 이동훈*
(Jung-Hoon Kim, Young-Bo Lee, Hyun-Woo Park,
Tae-Soo Yun, Dong-Hoon Lee)

요약 본 논문에서는 반투영 거울을 사용하여 원하는 출력물을 허공에 디스플레이 하는 방식의 전시물 안내 시스템을 제안한다. 관람객이 전시물을 관람시 즉각적인 정보 획득이 가능하도록, 전시물에 대한 설명을 전시물 주변에 출력한다. 이를 위해 본 논문에서는 세 가지 문제를 해결한다. 첫째, 실시간 입력 카메라영상을 사용하여 위치 추적을 한다. 이를 통하여 고정된 전시물뿐만 아니라, 유동적인 전시물에도 사용이 가능하다. 둘째, 실시간으로 계산되어진 대상의 위치좌표를 이용하여 결과물을 출력할 때, 자연스러운 이동을 위하여 병렬처리를 통한 추적 알고리즘을 사용한다. 셋째, 공간 증강 현실 시스템제작을 위해 전시 공간 앞면에 반투영 거울을 설치하는데, 설치된 거울의 기울기로 인하여 생기는 왜곡은 반사 변환 행렬을 사용하여 보정한다. 본 논문의 제안 시스템은 전시물에 대하여 관람자의 호기심을 유발하며, 쉽고 즉각적인 설명을 통하여 관람자가 전시물에 대한 정보를 쉽고 빠르게 획득하도록 한다.

핵심주제어 : 공간증강현실, 전시기술, 물체추적

Abstract This paper proposes a half-silvered mirror display system designed to demonstrate useful information about things on display into the air. It helps the spectators gain quick access to information near the area where the things are put on display. This paper deals with three matters: First, tracking based on camera images created in real time enables the provision of information about the things that are both still and moving. Second, as information is output based on the real-time coordinates of things on display, the parallel processing-based tracking algorithm is used to ensure smooth transfer. Third, a half-mirror is placed in front of the display area to establish an augmented reality system, and visual distortion caused by mirror angle is adjusted by the reflection transformation matrix. The objectives of this system are to arouse the spectators' interest in things on display and offer easy and quick access to information about them.

Key Words : Spatial Augmented Reality, Display Technology, Object Tracking

1. 서론

[†] 이 논문은 2007년 중소기업청의 산학연 공동 기술 개발 컨소시엄사업 연구비에 의해 연구되었음.

* 동서대학교 일반대학원 영상콘텐츠학과

** 동서대학교 지역혁신센터

컴퓨터 그래픽스(Computer Graphics, CG) 및 가상 현실(Virtual Reality, VR)에 대한 기술 발전과 함께 증강 현실(Augmented Reality, AR)은 물론이고 공간 증강 현실(Spatial Augmented Reality, SAR) 기술을 이용한 새로운 디스플레이 기법 역시

주변에서 쉽게 찾아 볼 수 있다. 최근 인터넷에서 각광 받고 있는 UCC(User Creative Content)를 통하여 국내뿐만 아니라 해외의 제품 및 기술들[7, 8, 9]이 알려져서 많은 사람들의 주목을 받고 있다. 하지만 홍보 및 이벤트성 시스템이 대다수이다. 독일에서 발표된 시스템 중에는 교육적 콘텐츠로 제작된 시스템이 있지만, 고정된 사물에만 적용이 가능하다는 단점이 있다. 이러한 한계점을 보완하기 위해서 본 연구에서는 움직이는 사물에도 적용이 가능한 반투명 거울을 사용한 공간 증강 현실 전시 안내 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 실시간으로 객체의 위치 좌표를 계산하고, 공간 증강 현실 기법을 이용하여 각각의 대상물에 해당하는 안내문을 출력한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제 2장에서는 기존의 전시 방법과 발전된 전시 방법에 대하여 기술 한다. 제 3장에서는 시스템을 구성하고 있는 객체 트래킹방법과 해당 좌표에 유연한 동작으로 움직이는 출력물을 나타내기 위한 방법을 소개하며, 이를 공간 증강 현실로 보여주기 위한 방법을 소개한다. 제 4장에서는 제안한 기법에 대한 결과와 고찰에 대해서 기술한다. 마지막으로 제 5장에서는 본 논문의 결론 및 향후 과제에 대해서 기술한다.

2. 관련 연구 및 연구 동기

2.1. 기존 전시 기술

기존의 전시물에 대한 안내 방법으로 가장 일반적인 형태로는 전시물과 그에 대한 안내문이 별도로 설치되어있는 경우이다. 관찰자가 호기심을 가지고 해당 전시물에 대한 정보를 필요로 할 때만 그에 해당하는 정보를 얻을 수 있다. 하지만 이것은 어디까지나 고정되어 있는 사물에 해당하는 경우이다. 전시되어 있는 사물이 고정되어 있지 않고, 자율적으로 움직이는 물체나 동물일 경우에는 문제가 발생한다. 관찰자가 해당 전시물 및 동물에 대한 정보를 얻기 위해서는 첫째로 유동적인 대상의 특징을 파악해야 한다. 그런 뒤에 안내문에 있는 전시물의 사진 중에서 해당 전시물을 찾고 나서야 원하는 정보를 얻을 수 있게 된다. 이와 같은 방법

으로는 관람객의 호기심을 불러일으킬 수 없으며, 호기심을 가지고 관련 정보를 얻으려 해도 짧은 시간에 원하는 정보를 획득하기는 상당히 힘든 일이다. 이러한 문제를 개선하기위한 방법으로 음성 안내 시스템을 볼 수 있다. 음성 안내 시스템은 관람자가 정보를 얻기 원하는 사물에 해당하는 버튼을 누르면 그 사물에 해당하는 설명이 음성으로 재생되는 방식이다. 이러한 방식으로 동시에 많은 사람들에게 정보를 전달 할 수는 있지만 음성 안내 시스템의 경우, 주변의 소음에 따라서 정보 전달 능력이 현저하게 떨어지며, 동시에 다수의 관람객에게 각자가 원하는 정보를 제공하지 못 하는 문제가 발생한다.

2.2. 발전된 전시 기술

VIZOO.com에서 서비스 중인 디스플레이 방식의 경우, 반투명 거울을 이용하여 영상을 허공에 출력하여 관람객에게 호기심을 자극하여 효과적인 정보 전달을 가능하게 한다. 하지만 실제 사물과 가상의 출력물이 증강되어 표현되는 것이 아닌 단순히 가상의 객체만 허공에 나타나는 방식으로써 사실감이나 몰입도가 떨어지게 된다.



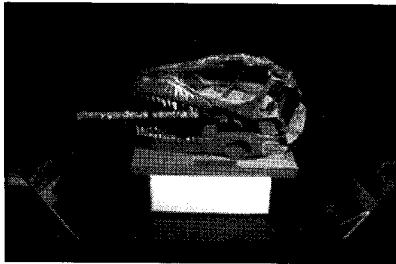
<그림 1> 공간 디스플레이(VIZOO社)의 예시

Bauhaus-University MediaLab에서 소개된 전시물 안내 시스템[1, 2]은 매우 획기적인 기술이다. 고정되어 있는 사물을 배경으로 해당 설명을 출력시에 증강 현실 기술을 사용하여 관람자가 직접 육안으로 보고 느낄 수 있게 해준다. 하지만 고정된

사물에 대해서만 해당 정보를 제공 하여, 유동적인 사물에는 적용할 수 없는 단점이 있다.



(a)



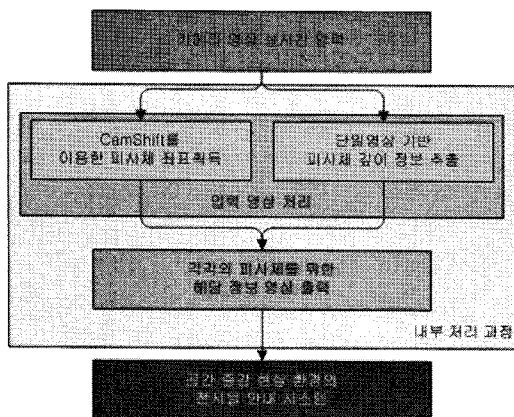
(b)

<그림 2> Virtual Showcase(저자.Bimber)의 예시

3. 시스템 구성

3.1. 구성

본 논문에서 제안하는 전시 시스템의 흐름도는 그림 3과 같다.



<그림 3> 시스템 흐름도

카메라로부터 전송받은 영상을 기반으로, 입력 영상 처리 모듈에서는 실시간으로 배경과 피사체를 분리하고 피사체의 깊이 정보를 추출한다. 이와 같은 방법으로 계산되어진 피사체의 x, y, z좌표에 병렬처리를 통한 추적기술과 거울의 기울기에 의해 발생하는 왜곡을 보정하는 기술을 적용한다. 이렇게 출력된 영상은 반투명 거울에 투영됨으로써 움직이는 피사체의 주변에 해당 안내문이 출력되는 공간 증강 현실 환경의 전시물 안내 시스템이 구성된다.

3.2. 트래킹

3.2.1. Background Modeling 기반 트래킹

카메라로 입력되는 영상에서 배경을 분리하고 피사체의 위치좌표를 계산하기 위해 배경과 피사체 각각의 컬러 모델에 대한 학습[3]을 해야 한다. 우선 RGB 컬러 모델에서 학습할 배경영상에 대해서 평균영상과 표준편차영상을 구한다. 본 과정에서 컬러의 채널 특성을 이용하기 때문에 영상의 R, G, B 컬러를 각각 분할한다.

하지만 단순히 RGB 컬러 모델을 기반으로 평균 영상과 표준편차영상을 사용할 경우, 피사체에 의하여 발생하는 그림자로 인하여 피사체 영상 위치 계산에 오차가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 RGB 컬러 모델을 정규화 하여 평균영상과 표준편차영상을 수식 (1)과 같은 방법으로 구한다.

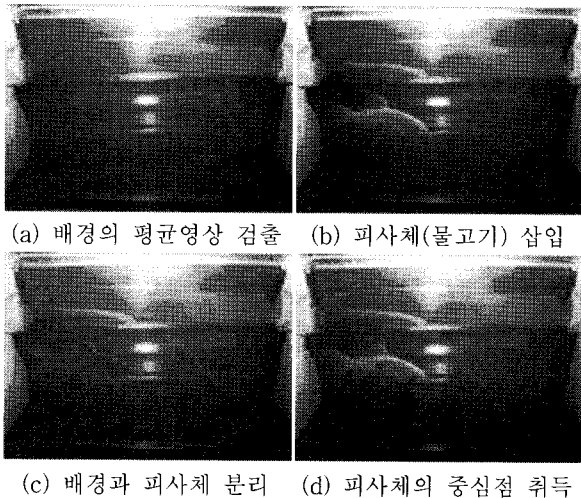
$$r = \frac{R}{T}, \quad g = \frac{G}{T}, \quad b = \frac{B}{T} \quad (1)$$

수식 (1)에서 R, G, B는 각각의 컬러 채널이며, r, g, b는 정규화 된 각각의 컬러 채널이다. 수식 (1)에서 T=R+G+B를 나타낸다. 정규화 된 rgb 컬러 모델에서는 밝기 성분이 제거되기 때문에 밝기에 대한 컬러 구분이 없다. 그 결과 입력되는 피사체의 영상으로부터 그림자 영역을 제거 할 수 있다.

$$\begin{aligned}
M_R &= \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{R_i}, & S_R &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (I_{R_i} - M_R)^2}, \\
M_G &= \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{G_i}, & S_G &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (I_{G_i} - M_G)^2}, \\
M_B &= \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{B_i}, & S_B &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (I_{B_i} - M_B)^2}. \\
m_r &= \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{r_i}, & s_r &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (I_{r_i} - m_r)^2}, \\
m_g &= \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{g_i}, & s_g &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (I_{g_i} - m_g)^2}, \\
m_b &= \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} I_{b_i}, & s_b &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (I_{b_i} - m_b)^2}.
\end{aligned} \quad (2)$$

수식 (2)와 같은 방법으로 정규화 된 rgb 컬러 모델의 평균영상과 표준편차영상을 구한다. I_R, I_G, I_B 는 학습될 배경영상, N 은 학습할 전체 프레임 수를 나타낸다. M_R, M_G, M_B 는 각 채널에 대한 평균 영상, S_R, S_G, S_B 는 각 채널에 대한 표준편차영상이다. 수식 (3)에서 m_r, m_g, m_b 는 정규화 된 각 채널에 대한 평균영상, s_r, s_g, s_b 는 정규화 된 각 채널에 대한 표준편차영상이다.

배경 학습을 통해서 배경의 평균영상과 표준편차영상이 구해지면, 실시간으로 입력되는 영상과 비교한다. 계산되어진 영상과 실시간으로 입력되는



<그림 4> 배경과 피사체를 분리 하여 피사체의 위치 좌표를 알아내는 과정

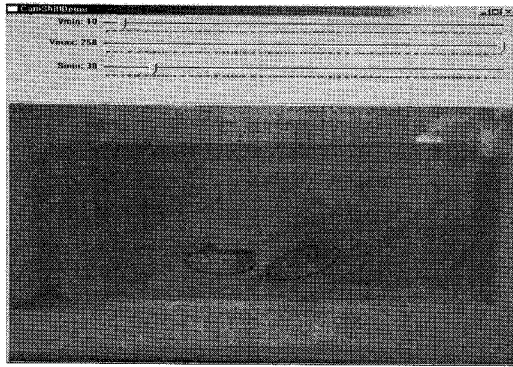
영상에서 각각의 픽셀차를 계산하여 기존 영상의 픽셀과 다른 값을 가진 픽셀들을 검출한다. 이때 검출된 픽셀들을 Blob으로 지정하며, 크기 비교를 통하여 가장 큰 범위의 Blob을 피사체로 지정하며, 나머지 Blob들은 노이즈로 인한 오류 값으로 간주하여 제거한다. 최종적으로 피사체의 Blob를 구성하는 픽셀들의 평균값을 계산하여 피사체의 중심 좌표를 얻게 된다.

하지만 이러한 배경 모델링 기법을 사용할 경우, 배경 영상의 변화를 계산하여 사용하기 때문에 목표 객체가 한 개일 경우 배경영상과 피사체를 분리하는데 지장 없지만 구분해야 하는 피사체가 두 개 이상일 경우 두 피사체가 조금이라도 겹쳐졌다가 분리 되는 경우, 계산된 위치 좌표와 해당 피사체가 일치 하지 않을 수 있는 문제가 발생한다.

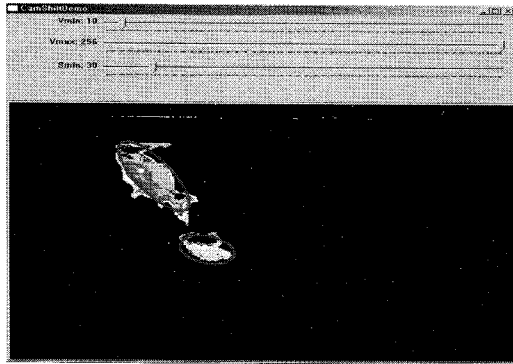
3.2.2. MeanShift 및 CamShift 기반 트래킹

앞에서 언급한 바와 같이 배경 모델링 기법을 사용할 경우 발생하는 문제점을 보완하기 위해서 CamShift 기반 트래킹 기법[4]을 사용한다.

칼라 모델이 여러 다른 조명 환경 상황에 적절히 조절된다면 칼라 정보는 특징 부분을 확인하기 위한 효율적인 도구가 될 것이다. 이러한 칼라 정보를 이용하는 알고리즘인 MeanShift와 CamShift 알고리즘은 상대적으로 적은 계산으로 실시간 트래킹을 할 수 있다. 하지만 MeanShift 알고리즘의 경우, 피사체와 카메라의 거리 변화에 따른 피사체 크기 변화를 새로 업데이트 하지 못하여 피사체의 중심을 찾을 수 없는 문제가 있다. 그러한 MeanShift의 단점을 보완한 CamShift는 불규칙한 피사체의 움직임을 트래킹 할 수 있으며, 다른 물체가 현재 트래킹하는 피사체에 100% 겹치지 않는 한 트래킹하던 피사체의 위치 좌표를 획득 할 수 있다.



(a)

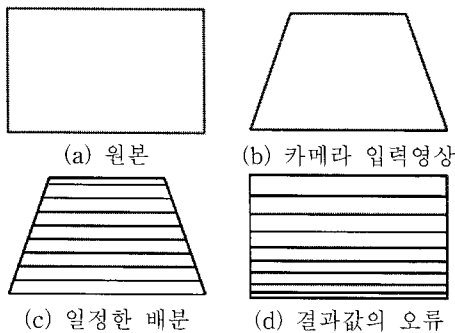


(b)

<그림 5> CamShift 알고리즘을 통한 각기 다른 두 피사체의 위치를 검출하는 모습

3.3. 깊이 정보 추출

광학 오버레이 기반의 공간 증강 현실 디스플레이에서 중요한 요소인 가상의 출력 영상에 대한 깊이 정보 데이터를 위해 본 연구에서는 전시되어 있는 사물의 특징을 이용한다. 전시 되어 있는 사물



<그림 6> 왜곡된 입력 영상 때문에 발생하는 오류

의 윗면에서 모서리 네 곳의 꼭지점을 지정하여 앞면과 뒷면의 경계선을 할당하고 해당 구간을 일정한 간격으로 나누어 앞면에서 뒷면으로 깊이 정보 값을 적용하는 것이다.

하지만 입력 영상은 카메라의 시야에 의한 왜곡 [그림 6-b]이 되어 있기 때문에 입력된 영상을 일방적으로 나눌 경우 [그림 6-c] 실질적인 거리와는 다른 오차가 발생 [그림 6-d]하게 된다. 카메라의 시점에서 일정하게 나눌 경우 실질적으로는 단위당 거리가 앞쪽일수록 짧게 되고 뒤쪽으로 갈수록 점차 길어지게 된다. 이러한 영상 왜곡에 의해 불규칙적으로 할당되는 오류를 수정하기 위하여 호모그래피 행렬 [5, 6]을 사용하여 카메라 시야에 대한 입력 영상의 오류를 보정 한다.

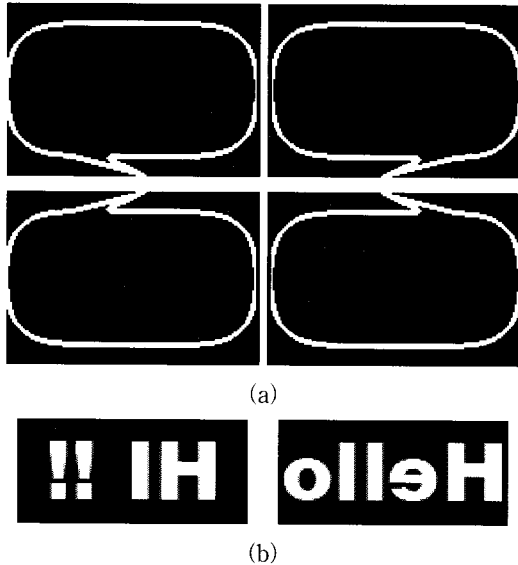
어느 한 평면에 대하여 그 평면 위에 있는 점과 다른 한 평면의 대응점은 3×3 행렬로 표현이 가능하다. 여기에서 3×3 행렬은 두 평면 사이의 사영 변환 관계를 나타내는데, 이것을 호모그래피라고 한다. 그러한 호모그래피 행렬을 사전식으로 배열한 9×1 벡터를 평면 위에 있는 점과 다른 한 평면의 대응점을 조합한 $n \times 9$ 행렬에 곱하면 0이 된다. 이 과정에서 호모그래피 행렬을 사전식으로 배열한 9×1 벡터는 SVD (Singular Value Decomposition)를 통해 구할 수 있다. 하지만 여기서 평면 위에 있는 점과 다른 한 평면의 대응점을 조합한 $n \times 9$ 행렬은 정방 행렬이 아니기 때문에 SVD를 바로 적용 할 수 없다. 이를 해결하기 위하여 유사역원을 이용한다. 이와 같은 과정을 통해서 계산되어진 호모그래피 행렬을 이용하여 보정된 영상을 구하고, 그 영상을 일정한 간격으로 계산하여, 피사체의 위치에 따른 깊이 정보 값을 산출한다.

3.4. 영상 출력

3.4.1. 피사체 중심점 기준 영상 출력

유동적인 피사체 주변에 실시간으로 안내문을 표시해 주기 위해서는 실시간으로 카메라 입력 영상을 통해서 계산되어진 피사체의 중심좌표를 이용한다. 피사체에 따라 적절한 값을 설정하여 중심좌표의 주변에 해당 안내문이 출력되도록 하는데, 이때 피사체를 중심으로 4사분면을 설정하여 피사체가

이동시 자연스러운 방향으로 안내문이 출력 되도록 한다.



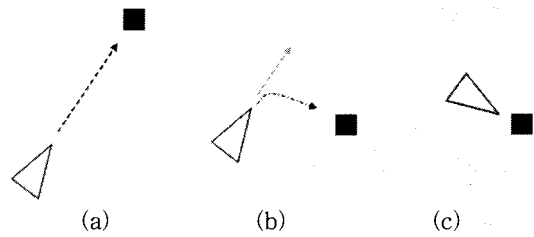
<그림 7> 각사분면에 대한 방향성을 내포한 안내문 외곽선(a)과 좌우 반전을 고려한 안내문 예시(b)

하지만 실시간으로 변하는 좌표를 기준으로 안내문이 출력될 좌표로 지정할 경우, 과도한 부하가 걸리게 되어 출력되는 초당 프레임수가 저하되어 자연스러운 움직임의 출력물을 보장 할 수 없다.

3.4.2. 병렬처리를 통한 유연한 추적 알고리즘

위와 같이 실시간으로 변하는 좌표를 기준으로 안내문을 출력할 경우 발생하는 문제를 해결하기 위한 방안으로 본 논문에서 제안하는 시스템에서는 실시간으로 해당 좌표에 안내문을 출력하는 방식 대신에 계산되어진 좌표 값을 향하여 피사체의 위치까지 유연한 움직임으로 추적을 하는 알고리즘을 적용하였다.

유동적인 피사체를 추적하는 객체에 사용자가 적절한 값으로 질량을 설정하면, 해당 객체는 자신의 가속도와 질량에 알맞은 유연한 움직임을 보여준다. 정지된 객체가 피사체의 이동을 감지하고 추적을 시작할 때, 설정된 가속도에 따라서 민첩함이 변하고, 피사체의 진행 방향이 변하여 회전을 할 경우,



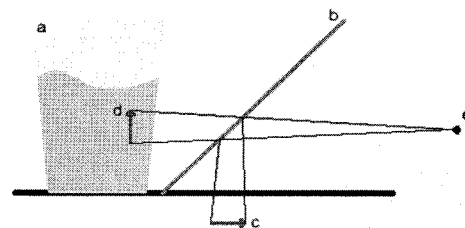
<그림 8> 피사체의 위치로 이동(a)을 하던 중에도 피사체의 위치에 변화가 생기면 질량과 가속도를 고려하여 방향을 전환(b)하여, 목표에 도달(c)

설정된 질량에 따라 회전하는 형태가 변한다. 그 결과 이동을 멈춘 피사체의 주변에 도착하면, 추적을 멈춘 객체는 이동을 멈추고 피사체의 위치 좌표 변화를 주시하게 된다.

3.5. 공간 증강 현실

3.5.1. 공간 증강 현실 기법을 사용한 디스플레이

본 시스템에서는 영상을 허공에 출력하기 위한 방법으로 공간 증강 현실 기법 중 반투명 거울(그림 9-b)을 사용한 기법을 사용한다. 관찰자(그림 9-e)는 반투명 거울의 성질을 통해서 내부에 설치되어 있는 어항(그림 9-a)을 바라보게 되며, 이때 거울은 내부에 있는 어항뿐만 아니라 하단에 설치되어 있는 모니터 화면 또한 비추게 된다. 이때 모니터에서 출력되는 영상(그림 9-c)은 거울면에 반사되어 관찰자의 시야에 들어오게 되는데, 관찰자의 입장에서는 모니터의 영상이 거울 안쪽에 설치되어 있는 어항 속에서 출력된 영상(그림 9-d)으로 인식하게 된다.



<그림 9> Spatial Augmented Display 시스템 구성

3.5.2. 반사 변환 행렬을 이용한 왜곡 보정

반투영 거울을 이용하여 공간 증강 현실 환경을 제작할 경우, 고려해야 하는 사항이 있다. 거울에 비춰진 영상은 거울의 기울기에 의한 왜곡이 발생한다. 그러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 반사 변환 행렬(Reflection Matrix)을 사용한다. 기울어진 거울에 의해서 왜곡될 정도를 미리 계산하여, 영상을 출력 시에 변형될 영상을 반대로 보정한 뒤에 출력하는 것이다.

$$R = \begin{bmatrix} 1 - 2a^2 & -2ab & -2ac & -2ad \\ -2ab & 1 - 2b^2 & -2bc & -2bd \\ -2ac & -2bc & 1 - 2c^2 & -2cd \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

본 시스템에 적용한 반사 변환 행렬(수식 4)은 컴퓨터 그래픽스 분야에서 널리 사용되고 있는 OpenGL의 모델 뷰 변환 과정(Model-view Transformation)에서 접목되어 사용된다.

수식 3의 a, b, c, d 는 일반적인 평면의 방정식을 통하여 계산할 수 있다. 반투영 거울이 바라보는 법선 벡터 a, b, c 와 반투영 거울상에 존재하는 임의의 점 x, y, z 와 원점 $0, 0, 0$ 이 있을 경우 평면의 방정식은 $ax + by + cz + d = 0$ 과 같다. 즉, 평면의 방정식을 이용하면 기울어진 거울로 인하여 생길 수 있는 왜곡을 보정하기에 알맞은 반사 변환 행렬을 구할 수 있다.

일반적인 OpenGL에서는 물체별로 모델링에 편하게 설정된 좌표계가 모델 좌표계(Object Coordinates)이다. 개별 물체를 모았을 때 이를 한꺼번에 아우를 수 있는 좌표계가 전역 좌표계(World Coordinates)이며, 물체를 바라보는 시점을 기준으로 표현한 것이 시점 좌표계(Eye Coordinates)이다. 하지만 반사 변환 행렬을 접목시킬 경우 전역 좌표계와 시점 좌표계에 작은 변화가 생긴다.

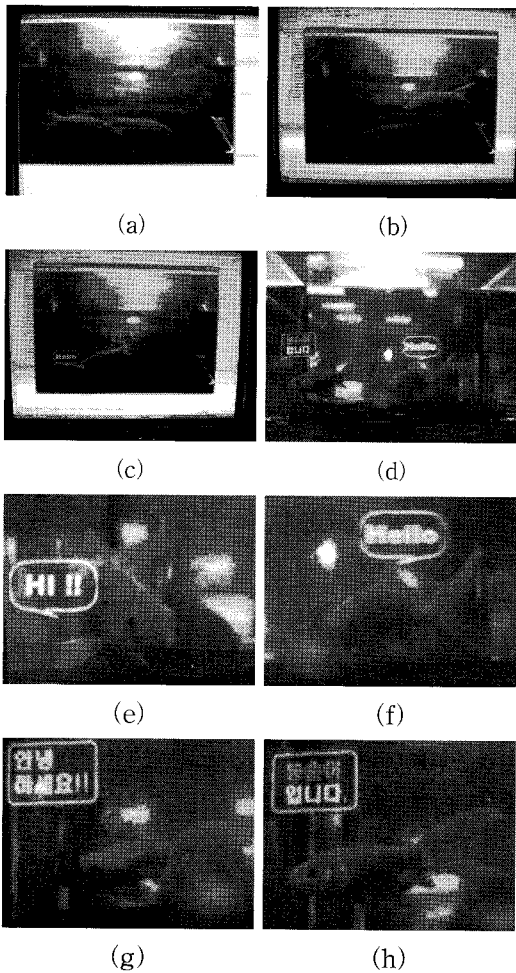
앞에서 설명한 바와 같이 생성된 전역 좌표계에 반사 변환 행렬을 적용하여 반사된 전역 좌표계(Reflected World Coordinates)를 생성한다. 기존에 계산되어진 시점 좌표계 또한 새로운 반사된 시점 좌표계(Reflected Eye Coordinates)로 사용하게 된다. 이러한 방법으로 거울의 기울기에 의해서 영상

이 왜곡된 것을 변형하여 출력함으로써 거울의 기울기에 의한 왜곡 문제를 해결할 수 있다.

4. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서 제안하고 있는 시스템을 펜티엄 IV 1.8 GHz, 1GB 램 시스템에서 Visual C++을 이용하여 구현하였다. 영상 입력을 받기 위해서 1024×768 해상도, 초당 30 프레임을 지원하는 Pointgrey 사의 PGR Flea 1394 Camera를 사용하였다. 실험에서는 금붕어 두 마리로 테스트를 하였으며, 초기 화면에서 순서에 맞게 각각의 금붕어를 선택하면 해당 안내문이 출력되어 움직이는 금붕어를 실시간으로 추적하여 각각의 금붕어 관련 정보를 출력한다.

제안된 시스템을 이용하여 실험한 결과영상을 그림 10에 나타내었다. 설치된 카메라를 통하여 어항 및 물고기의 영상을 획득 한다. 이렇게 입력 받은 영상(그림 10-a)에서 마우스를 이용하여 추적을 원하는 피사체를 선택(그림 10-b)하면 시스템 내부에서는 CamShift알고리즘에 의하여 피사체의 위치 좌표를 계산해 낸다. 이렇게 계산되어진 각각의 피사체의 좌표에 병렬처리를 통한 유연한 추적 알고리즘을 적용하여 해당 안내문이 새로운 위치로 이동하도록 한다. 이때, 안내문은 피사체를 중심으로 4사분면의 위치에 따라서 적합한 형태로 변한다. 이렇게 출력된 안내문은 반사 변환 행렬에 의하여 거울의 기울기에 따른 왜곡을 보정하고 반투영 거울에 투영됨으로써 각각의 피사체에 대한 안내문이 피사체 주위에 출력(그림 10-c)된다. 이러한 모습을 관람자의 시점에서 바라보면, 관람자는 움직이는 피사체를 따라 이동하는 각각의 안내문이 허공에 출력되어 이동하는 모습(그림 10-d)을 관람하게 된다. 각각의 피사체마다 지정되어있는 안내문은 지정 시간에 따라서 변화하게 되며, 피사체의 이동방향에 알맞게 자동으로 변화하는 모습을 확인할 수 있다(그림 10-e, f, g, h).



<그림 10> 시스템 구성 및 실험 결과 영상

5. 결론

본 논문에서는 전시물에 대한 소개를 할 때 보다 효과적이고 직접적인 방법으로 관찰자에게 정보를 제공하기 위한 방법으로 반투명 거울을 이용한 공간 증강 현실 디스플레이 방법을 제안하고 시스템을 제작하였다. 유동적인 피사체의 위치 추적을 위해서 다수의 피사체를 개별적으로 선택이 가능하도록 변형된 CamShift 알고리즘을 구현하였으며, 피사체의 깊이 정보를 계산하기 위해 단일 영상의 입력시 발생하는 영상의 왜곡을 보정하여 깊이 정보를 계산하였다. 그리고 획득된 피사체의 실시간 위치 정보에 맞추어 해당 안내문을 병렬처리하여 출력함으로써 자연스러운 움직임을 구현하였으며, 피

사체의 이동방향에 따라서 알맞게 변화하도록 제작하였다. 이렇게 계산된 안내문은 반사 변환 행렬에 의하여 거울의 기울기에 따른 왜곡을 보정하여 반투명 거울에 투영 되며, 그 결과 관찰자는 자신이 관람하는 피사체에 대한 정보를 즉각적으로 획득하는 것이 가능하였다.

참고 문헌

- [1] O. Bimber, B. Fröhlich, D. Schmalstieg, and L.M. Encarnação, The Virtual Showcase, IEEE Computer Graphics & Applications, vol. 21, no.6, pp. 48-55, 2001.
- [2] Oliver Bimber and Ramesh Raskar, *Spatial Augmented Reality*, A K Peters, Ltd 2005.
- [3] 홍동표, 우운택, "컬러의 채널 특성을 고려한 확률기반 배경분리 기법", 한국신호처리학회 논문지, pp. 299-302, 2002.
- [4] Robert, T. C, "Mean-Shift Blob Tracking through Scale Space," IEEE Computer Vision and Pattern Recognition, vol.1, pp.234-240, 2003.
- [5] Dr. Krystian Mikolajczyk and Dr. Bastian Leibe, Interest Point Detection and Matching, Computer Vision Sommer semester 2005.
- [6] Richard Hartley and Andrew Zisserman, *Multiple View Geometry*, Cambridge 2000.
- [7] <http://www.uni-weimar.de/medien/ar>
- [8] <http://www.hitl.washington.edu/projects>
- [9] <http://www.cv.iit.nrc.ca/research/ar>