

다중카메라 매칭을 이용한 혼합현실 객체 추적

양동호*,김장형*,김형수**,이상부**,
*제주대학교 컴퓨터공학과
*제주한라대학교 컴퓨터정보과
e-mail:paris23@jejunu.ac.kr

Multi-camera Matching for Mixed Reality Object Tracking

Dong-ho Yang*,Jang-hyong Kim*, Hyung-soo Kim**, Sang-boo Lee**
*Dept of Computer Engineering, Jeju National University
**Dept of Computer Information, Cheju Halla University

요 약

최근 혼합현실 기반의 다양한 콘텐츠의 생산이 활성화 되고 있다. 이러한 콘텐츠는 실세계의 촬영 영상과 가상의 영상을 합성하는 기법으로 이를 위해서는 실세계의 촬영 영상과 마커 또는 생체 정보등의 객체를 이용하여 영상 합성을 통하여 구현되는 것이 일반적이다. 본 논문에서는 이러한 혼합영상에서의 가상영상 합성을 위해 스테레오 카메라를 이용, 영상의 객체 깊이를 측정하는 시스템을 구현한다.

1. 서론

혼합현실(Mixed Reality)이란 실세계의 촬영된 영상과 가상 환경 정보를 융합하여 사용자에게 더욱 많은 정보를 제공하는 영상처리의 기술 분야로써 그림 1에서 보듯 혼합현실은 가상현실(Virtual Reality)분야와 증강현실(Augmented Reality)를 포함하는 부분으로 현실과 실제 환경의 중간단계로 평가되고 있다.

혼합현실 서비스 기법에는 촬영 영상에서 미리 정의된 객체 또는 마커의 정보를 이용해 해당 객체에 영상, 이미지 또는 정보를 실세계 영상에 입혀 사용자에게 부가적인 정보를 제공할 뿐만 아니라 사용자와 시스템간의 인터페이스를 제공한다. 이러한 인터페이스 기술은 차후 정보 시스템에서 인간 중심의 인터페이스 기반으로 컴퓨팅 환경 및 자원을 이용하는 추세로 발전할 것이며, 이러한 환경은 새로운 컴퓨터 인터페이스의 패러다임을 제공하고 있다[1-3].

최근 이러한 혼합현실 시스템에 필요한 핵심 기술인 강인한 객체의 설계와 영상에서의 객체의 추출과 추적에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 객체의 추적 기법은 출입통제, 무인감시 시스템, 탐사로봇 시스템, 지능형 교통망 시스템과 같이 여러 산업분야에서 이용되고 있다.

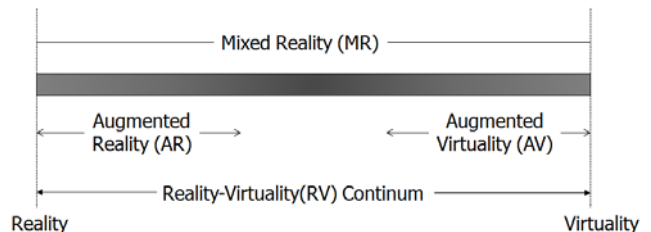
이러한 영상에서의 객체의 추출, 추적하는 기술은 많이 보편화 되고 있지만, 스테레오 카메라를 이용한 구현은 미비한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 다중 카메라를 이용하여 스테레오 영상에서의 객체의 추출, 추적을 하는 방법을 제안한다. 이러한 스테레오 영상의 객체의 추출, 추적은 카메라의 사선과 수평인 객체를 검출할 수 있으며, 이로 인해 객체나 마커의 상하회전에 강인한 시스템을 구

현할 수 있다. 이런 점에서 본 논문에서는 혼합현실 구현을 위한 관련 기술과 객체의 추출, 추적기법에 대하여 기술하고, 스테레오 영상에 대하여 제안하고, 스테레오 카메라를 이용한 혼합현실 시스템을 구현한다.

2. 혼합현실 개념

2.1 혼합영상 표현

혼합현실은 정보화 사회의 다양한 분야에서 많은 응용 기술에서 이용되어 지고 있는 기술이다. 혼합현실은 가상의 객체를 실세계의 장면으로 오버레이 하는 기술로서 주로 실세계 장면의 영상에 가상의 영상을 반영하여 줌으로써 이용되는 것이다[4-5].



(그림 1) 혼합영상

실제 영상에 가상 영상을 생성시키기 위해서는 가상물체와 실제 영상사이의 매개체가 필요하게 된다. 혼합현실 브라우저는 이러한 매개체를 지속적으로 추적하고 인식함으로써 가상물체의 생성을 위한 기준 좌표계를 설정한다. 이러한 역할을 하는 것이 트래킹 모듈이다. 트래킹을 수행하기 위해서는 마커의 코너 정보를 이용해서 객체의 위치를 파악한 후 정사각형의 마커의 2개의 직각인 선분을 얻어 최종적인 좌표계를 얻을 수 있다. 이렇게 획득된 좌표를 가상공간의 좌표계로 변환 시킨 뒤, 가상 공간상의

물체의 위치와 실제 물체의 위치를 상대적으로 표현한 후 카메라를 통해 얻어지는 화면 위에 가상의 공간상의 물체를 표시하여 혼합된 영상을 표현한다.

또한, UI(User Interface)를 통하여 제공되는 객체의 크기 및 패턴정보와 객체의 데이터베이스에 저장되어 있는 정보간의 매칭을 통하여 가상물체를 생성하기 위한 기준 좌표계를 생성한다. 기준 좌표계의 방향 설정을 위해 흑백으로 구성된 2차원 행렬 마커나 템플릿이 사용되어진다[2-6].

효율적인 혼합현실 시스템은 실제와 가상을 합쳐야 하며 실시간으로 사용자와 상호 작용이 이루어져야 한다. 또한 입체적인 3차원 공간에 이질감 없이 부드럽게 정합이 되어야 한다. 실제로 사용자들은 가상물체가 실물처럼 정확하게 움직이지 않는 것보다 시각적인 불일치에 더욱 민감하게 반응한다.

이런 문제점을 개선하기 위해서는 카메라의 특성을 잘 파악하여 가상의 물체와 실제 환경의 3차원 좌표를 정확히 일치시켜야 한다. 특히, 실시간으로 사용자와 가상 물체간에 상호작용을 통해 사용자로 하여금 더욱 현실감을 느끼게 할 수 있지만, 실시간으로 입력되는 비 교정된 영상에서 가상 물체를 합성시키기 위해서는 실제 카메라의 파라미터를 정확히 알아내는 카메라 교정 작업이 필수적이다.

2.2 영상 합성 기술

영상 합성 기술은 크게 카메라 교정기술을 통한 합성과 카메라 교정기술 없이 합성하는 방법 2가지로 구분할 수 있다. 카메라 교정기술을 통한 합성을 하는 이유는 실제 환경에 가상 물체를 위치시켰을 때 어색함이 없이 자연스럽게 합성되어야 하는데 실제로는 다양한 오차(정적 오차, 렌더링 오차, 동적 오차) 등으로 쉽게 구현되지 않는다. 이러한 점들을 해결하기 위해 ‘카메라 교정 장비 및 3차원 위치 센서를 이용한 방법’과 ‘시각 기반 기법’을 이용하고 있다. 그러나 카메라 교정 장비 및 3차원 위치 센서 등을 이용한 방법은 고가의 장비 및 제한된 취득 환경을 요구하는 단점이 있다.

시각기반 기법은 카메라 이외의 다른 장비를 사용하지 않고 취득한 영상만을 이용해 카메라를 교정하는 기법이다. 이 기법은 사전에 알고 있는 체크 패턴을 실제 세계에 포함하여 그 패턴이 투영된 영상을 이용하여 카메라를 교정하는 방법이다. 이 방법은 비교적 정확한 카메라 파라미터를 얻어낼 수 있으나 영상 내에 항상 사전에 알고 있는 패턴이 존재해야 함으로 혼합 현실 분야에 적용하는데 다소 제한 사항이 있다[2-3].

3. 스테레오 영상

3.1 영상매칭 알고리즘

스테레오 영상 기법은 다수의 영상카메라를 통하여 손쉽게 3차원 정보를 추출할 수 있는 방법이다. 스테레오 비

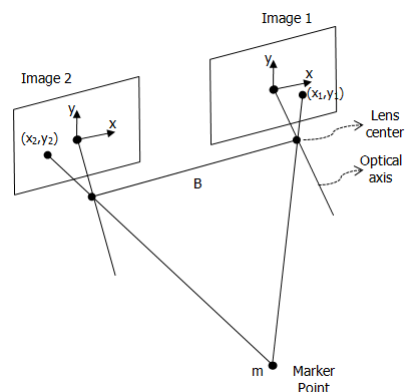
전에서 3차원 정보를 추출하는 기법은 물체의 특징이나 점을 대응하는 영상의 특징을 찾는 것이 중요한 성능평가의 기준이다. 혼합현실 시스템에서는 영상의 3차원 정보는 객체나 마커를 추출하여 객체의 상하이동, 회전등을 검출하는 기법으로 영상전체의 3차원 모델을 얻을 필요는 없다[7-8].

스테레오 영상의 매칭에는 수많은 기법과 방법이 제안되어지고 있으며, 크게 지역매칭 알고리즘과 글로벌 매칭 알고리즘을 활용하고 있다.

로컬 스테레오 매칭 알고리즘은 크게 블록매칭 알고리즘과 특징점 매칭 알고리즘으로 구분되며, 블록매칭 알고리즘은 영상의 영역 상관도를 측정 후 전체 영상의 대응점을 제공하는 보편적 알고리즘이다. 그러나 이러한 블록매칭 알고리즘은 두 영상의 차가 많이 발생할 경우 매칭에 많은 시간이 소요되어 혼합현실 시스템으로는 부적합하다. 특징점 매칭 알고리즘은 영상의 특징점을 이용한 매칭기법으로 주로 노이즈에 강인한 매칭기법으로 혼합현실 시스템에서 효율적인 매칭 알고리즘이라고 할 수 있다. 글로벌 매칭 알고리즘은 최적경로를 스캔하여 변이를 결정하는 기법과 그래프 컷의 변이를 측정하는 기법, 신뢰네트워크에서 메시지 전달방법을 이용한 변이 결정 기법 등을 들 수 있다.

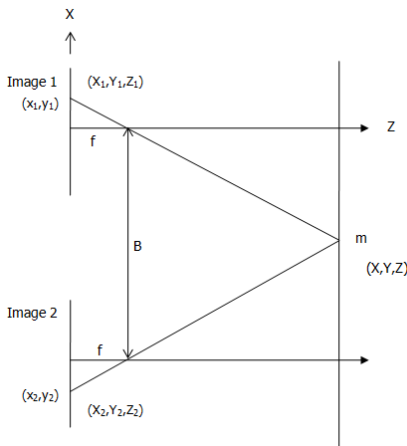
3.2 영상 정보 추출

스테레오 영상의 3차원 정보 추출을 위한 카메라 모델은 핀홀 카메라를 사용한다. 그림 2의 카메라 모델은 각 카메라의 광축은 평행한 일직선상에 존재하고 마커 포인트 m 이 두 카메라의 영상에 각각 존재하게 된다. 그림 3과 같이 실제세계에 존재하는 3차원의 한 점이 영상의 평면인 2차원으로 생성된다면 3차원의 한 점 m 이 마커의 특징점이 되며 이 마커의 특징점은 각각의 카메라를 통해 Image1 과 Image2의 영상에 맺히게 된다. 획득된 특징점은 2차원 영상에 표시되므로 영상의 깊이정보는 손실되며 두 카메라간의 거리인 B (baseline)의 크기에 따라 좌표이 변이가 커짐을 알 수 있다[2,3,7,8].



(그림 2) 스테레오 카메라 모델

스테레오 카메라 모델에서는 그림 3와 같이 카메라 좌표계와 실세계 좌표계가 일치된다면 이미지의 평면에 실세계의 평면이 나란히 존재하게 된다.



(그림 3) 카메라 좌표계와 실제 좌표계

이 경우 m은 다음과 같은 좌표를 갖는 선상에 존재하게 된다.

두 카메라는 위치가 다르고, m의 Z 좌표가 두 카메라의 좌표계와 일치하기 때문에 $Z_2=Z_1=Z$ 이므로 다음 수식을 통해 Z 값을 추출 할 수 있다.

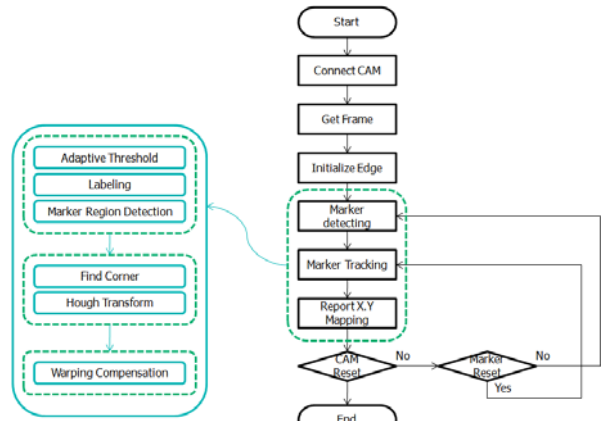
$$\begin{aligned} Z_2 &= Z_1 = Z \\ X_2 &= X_1 + B \\ X_1 &= \frac{x_1}{f}(f - Z) \\ X_2 &= \frac{x_2}{f}(f - Z) \\ X_1 + B &= \frac{x_2}{f}(f - Z) \\ Z &= f - \frac{fB}{x_2 - x_1} \end{aligned}$$

추출된 Z 값은 마커의 깊이 정보로 특징기반 스테레오 매칭(Feature-based stereo matching)기법을 통한 마커의 코너와 라인 추출을 이용해 마커의 깊이 정보를 얻을 수 있다.

4. 시스템 제안 구현

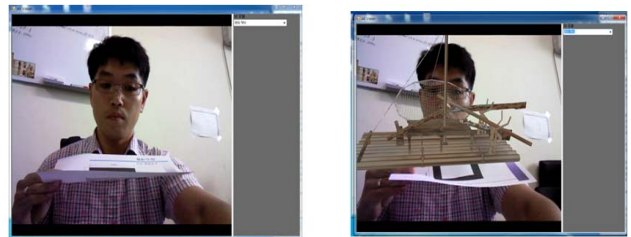
실험 환경은 일반적 실내 조명환경으로 환경의 밝기 변화가 급격하지 않은 일반적 환경으로 2대의 USB Web Camera 를 통해 입력된 640*480 픽셀의 영상을 초당 30 프레임을 얻어 마커를 추출하였다. 사용된 라이브러리는 OpenCV SDK ver 1.1 을 사용하였다.

본 논문에서 구현된 영상의 스테레오 매칭을 이용한 혼합현실 시스템의 구조는 그림 4와 같다.



(그림 4) 구현시스템 구성도

본 시스템에서 제안된 시스템은 다중 카메라를 이용한 마커를 추출하고, 마커의 코너를 검출하여 좌표계를 생성, 변환할 수 있다. 실제 결과는 동영상을 통하여 확인할 수 있기 때문에 본 논문에서는 동영상의 프레임을 획득하여 보이는 방법으로 그림 5의 실험 결과를 제시한다.



(그림 5) 다중 카메라를 통한 혼합현실 구현

본 시스템의 특징은 다중 카메라를 이용하여 마커 검출과 추적을 함으로써 마커의 회전과 이동에 강건한 혼합현실 시스템을 구현할 수 있으며, 마커의 3차원 위치 파악의 오류를 해소하고 혼합현실의 몰입도를 증가시키는 특징을 보여 주고 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 스테레오 카메라를 통한 혼합현실 구현 기법에 대하여 제안하였다. 단일 카메라를 통한 혼합현실 구현은 그 시스템이 단순하고, 시스템에 큰 부하가 발생하지 않으나, 단일 카메라 시스템은 마커 검출에 있어 카메라의 사선과 수평인 마커 검출이 불가능한 문제가 발생되었다. 이를 해결하기 위해 카메라의 위치를 사용자의 전방 위쪽에 위치하는 경우 사용자의 몰입도가 저하되는 경향을 보였고 카메라의 위치를 조정할 경우 마커의 상하회전에 매우 취약한 특성을 보였다.

스테레오 카메라를 이용한 혼합현실 시스템 실험을 통해 확인한 결과 스테레오 카메라 기법은 혼합현실 마커의 상하회전과 마커의 이동에 매우 강인한 특성을 보이고 있으며 단일 카메라를 통한 혼합현실 구현의 문제점을 어느

정도 해결해 주고 있다.

향후 연구로서 제안된 스테레오 영상을 이용한 혼합현실 시스템에서 카메라의 적절한 베이스라인의 위치를 파악하고, 혼합현실을 위한 스테레오 카메라의 매칭기법에 대한 연구가 더 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 신성윤, 증강현실을 이용한 한글의 색상 인식과 자소 패턴 분리, 한국컴퓨터 정보학회,15권,6호, 2010
- [2] 박건희, 증강현실에서 3D 객체 조작을 위한 손동작 인터페이스, 한국콘텐츠 학회, vol 10, 2010
- [3] 하태진, 증강현실 기반 제품 디자인을 위한 저작도구, 한국컴퓨터그래픽스 학회, vol 13
- [4] Jun Ehara, "Texture Overlay onto Deformable Surface for Virtual Cloathing" ICAT 2005
- [5] 양동호 "증강현실 마커추적을 위한 영상의 스테레오 매칭" JCCIS 2011
- [6] Mark Billinghurst, The Magic Book, a transitional AR interface, Computer & Graphic, vol 25, 2005
- [7] 전정희, 다중카메라를 이용한 강건한 스테레오 매칭기법에 관한 연구, 조선대학교 대학원,2001
- [8] M.Peitkainen, Depth from three camera stereo, IEEE Pattern Recognition, June 22-26,pp2-8,1986