

증강 현실을 이용한 웨어러블 컴퓨터 기반의 비디오 통신 시스템

김중배*, 안경관**

*울산대학교, 기계부품 및 소재특성평가 연구센터

**울산대학교, 기계자동차공학부

e-mail : kjblove@hotmail.com, kkahn@ulsan.ac.kr

Wearable Computer Based Video Communication System Using Augmented Reality

JongBae Kim*, KyoungKwan Ahn**

*Research Center for Machine Parts and Material Processing, University of Ulsan

**Department of Mechanical and Automotive Engineering, University of Ulsan

요 약

일반적으로 비디오 통신 시스템은 두 전화 통신자의 영상을 각 사용자의 통신 장비에 부착된 스크린에 출력함으로써 음성과 더불어 통신을 이룰 수 있게 하는 시스템이다. 하지만, 현재까지 비디오 통신 시스템은 정적인 상황하에 통신이 이루어짐에 의해 통신 사용자의 움직임에 많은 제약을 가져온다. 그러나, 사용자가 주시하는 실세계의 배경에 상대방 사용자의 영상을 부가하여 보여주는 증강 현실(Augmented Reality) 기술은 현실감 증대에 많은 도움을 줄 수 있으며, 최근 많은 관심이 되고 있는데, 이 기술은 비디오 통신 시스템에 이용함으로써 기존의 시스템의 제약을 해결 할 수 있다. 따라서, 본 논문은 비디오 통신 시스템에 정적인 환경하에 영상을 전송 받아 통신하는 기존의 시스템을 개선하여 사용자가 움직이면서 주시하는 실세계를 배경으로 상대 통신자의 영상을 중첩하여 보여주는 증강현실 기술을 이용한 비디오 통신 시스템을 제안한다. 이처럼 통신 사용자의 활동성을 보장하면서 비디오 통신을 이루기 위해 웨어러블 컴퓨터를 이용하여 비디오 통신 시스템의 구현하였다. 또한, 제안한 시스템은 비디오 통신뿐만 아니라 다양한 시스템에서 활용될 수 있음을 알 수 있다.

1. 서론

오늘날 인터넷의 발달로 인해 수많은 정보의 이용이 가능하다. 이러한 정보화 시대에 우리는 컴퓨터를 사용하여 적절한 시기에 원하는 정보는 획득하거나 사용하기를 원한다. 이러한 이유에 의해, 컴퓨터는 우리 일상 생활에서 중요한 요소로 자리 잡게 되었고 사람들은 거의 모든 작업 공간에서 컴퓨터에 함께 작업을 하고 있다. 이는 컴퓨터의 능력과 함께 적은 크기의 제품 개발로 인해 가능하게 되었다. 하지만, 현재의 컴퓨터로는 작업 환경의 많은 제약을 가져온다. 즉, 정적인 환경에서 컴퓨터 사용으로 인해 작업 환경이 데스크이나 실내와 같은 지엽적인 곳에서만 사용 가능한 실정이다. 이를 극복하기 위한 방법으로 웨어러블 컴퓨터(Wearable Computer)의 등장을 들 수 있다. 웨어러블 컴퓨팅은 사람이 입고 다닐 수 있는 컴퓨터를 통한 작업을 할 수 있는 개념이다 [1]. 이러한 웨어러블 컴퓨터로 인해 컴퓨터 사용자의 작업 환경이 동적으로 변경될 수 있고, 또한 사용자 원하는 곳, 언

제, 어디서라고 필요한 정보는 제공할 수 있는 증강 현실 (Augmented Reality)이 나타나게 되었다. 증강 현실은 실세계와 함께 사용자의 지각을 증대하거나 향상시킬 수 있도록 하는 개념이다 [2]. 이는 컴퓨터의 의해 생성된 정보는 사람이 주시하는 실세계에 컴퓨터가 생성한 가상 물체를 실세계에 중첩함으로써 마치 사람이 생각하지 못하거나 이해하지 못한 정보들까지 자연스럽게 사용자에게 제공하는 방법이다. 그림 1 은 증강 현실 환경을 설명한 그림이다. 그림에서 웨어러블 컴퓨터는 실세계의 물리적인 정보를 서버 컴퓨터에게 전송하고, 서버 컴퓨터는 이 정보는 분석하여 적절한 정보는 웨어러블 컴퓨터 사용자에게 제공한다. 게다가 웨어러블 컴퓨터 사용자는 원격지 서버에 연결된 데이터 베이스에 부가 정보는 제공하거나 수정을 할 수 있다. 이는 현재 우리나라에서 지향하는 유비쿼터스(Ubiquitous)-Korea 와 일맥상통하는 이야기이다. 즉, 사용자가 원하는 언제, 어디서나, 어떠한 장치에서도 필요한 획득할 수 있도록 하는 환경 구현이다. 이를 위해 RFID 같은 선제등을 일상 생활속의 물건들

에 심어두어 사용자가 원하는 정보들을 쉽게 획득하려는 연구가 진행중에 있다 [3].

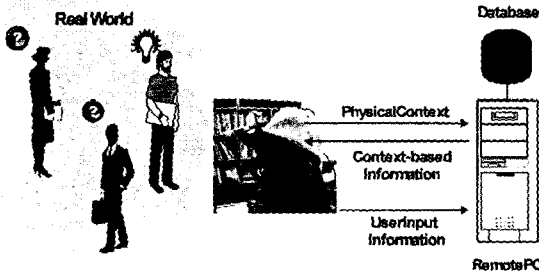


그림 1. 증강 현실 환경의 예제

본 논문은 비디오 통신 시스템을 정적인 환경에서 수행되는 기존의 시스템에서 웨어러블 컴퓨터를 사용하여 증강 현실을 통해 비디오 통신 사용자에게 동적인 환경에서 비디오 통신을 할 수 있도록 하는 시스템 개발을 목적으로 한다. 비디오 통신 사용자에게 상대방의 비디오를 스크린에 출력하는 것이 아니라 증강 현실을 이용하여 사용자가 원하는 어느 곳이라고 실제에 출력하여 통신 사용자의 활동성을 보장하는데 본 논문은 주안점을 둔다. 본 논문에서 Mobile PC 를 기반으로 한 시스템을 제안하고, 향후 카메라가 부착된 PDA 와 휴대폰에서 사용 가능한 방법을 연구할 것이다.

제안한 방법은 Mobile PC 에 부착된 저가형 USB 카메라를 통해 영상을 획득한다. 획득된 영상에서 미리 지정해둔 마크를 검출하고, 해당 마크 위해 전송된 상대방의 화상을 자연스럽게 중첩한 후 이를 HMD 에 출력한다. 이를 위해 필요한 단계로는 먼저 마크 검출 단계와 비디오 중첩 단계로 나눈다. 첫 번째로 획득된 입력 영상에서 마크를 검출하기 위해 임계치 방법을 이용하는데 이는 영상의 대비 및 밝기 변화에 의해 고정적인 임계치 방법을 사용하는 것 보다는 저가의 선행 연구인 주위 환경 변화에 적응적으로 임계치가 변하는 적응적인 임계치 방법[4]을 사용하여 입력 영상에서 마크를 검출한다. 두 번째 단계로 검출된 마크의 방향과 크기, 회전 및 카메라의 위치, 자세 정보를 통해 자연스럽게 실세계 위치에 전송된 상대방의 영상을 비디오 중첩 단계이다. 이 과정은 실세계에 자연스럽게 중첩하는 것이 필요한데 이를 위해 본 시스템에서는 OpenGL Utility Toolkit(GULT)[5]을 사용하였다. 제안된 시스템의 전체 구성은 그림 2 과 같다.

제안한 시스템은 Mobile PC 와 USB 카메라, 마이크, 그리고, see-through HMD 로 구성된다. 웨어러블 컴퓨터는 사용자의 모자에 부착시킨 USB 카메라부터 영상을 획득하고, 상대방으로부터 수신된 영상을 획득한 실세계 영상에 상대방 비디오를 중첩하여 HMD 에 출력한다. 또한, 전송된 비디오 영상만을 중첩하는 것뿐

만 아니라 부가정보도 웨어러블 사용자에게 제공할 수 있도록 웨어러블 컴퓨터와 원격지 PC 와의 연동을 통해 부가적인 정보도 제공할 수 있도록 한다. 예를 들어 통신 사용자의 위치정보, 얼굴인식, 문자인식 정보등을 제공할 수 있도록 한다.

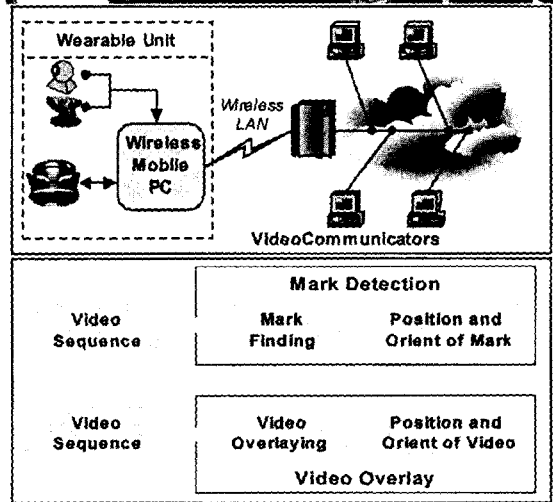


그림 2. 제안된 방법의 시스템 구성과 흐름도

2. 마크 검출 및 비디오 중첩

제안한 시스템은 마크 검출단계와 비디오 중첩단계로 나눈다. 먼저, 카메라로부터 획득된 실세계 영상에서 미리 정의한 마크를 검출하고 마크의 방향과 위치, 카메라의 자세정보들을 계산한다. 비디오를 중첩하기 위한 마크의 모양은 흰색과 검은색으로 구성된 사각형이다. 따라서, 입력 영상에서 마크를 검출하기 위해 입력 영상을 이진화하는 임계치 방법을 사용하였다.

기존의 Kato, et. al [6] 방법에서 고정된 임계값 (Threshold Value)을 사용하여 영상을 이진화하는데 이는 제안된 시스템에 적용하는때는 여러 문제점이 초래된다. 이유는 웨어러블 컴퓨터를 가진 통신 사용자가 움직이면서 비디오 통신을 수행하기 때문에 획득 영상의 조명에 대한 대비나 밝기 변화가 발생하여 고정된 임계값으로 마크를 검출하는데 문제가 발생하였다. 이러한 문제는 해결하기 위해 적응적 임계치 방법 [4]을 제안한 방법에서는 사용한다.

적응적 임계치 방법은 입력된 영상들 사이의 밝기 변화에 따라 영상을 이진화하기 위해 임계값을 밝기

변화에 적응적으로 변화하는 방법이다. 이를 위해 두 입력 영상간의 밝기 차이를 계산하고 이 값이 세가의 가우시안 분포를 따른다는 가정을 두고 이 세 가우시안 분포가 만나는 지점의 값을 임계값으로 한다.

그림 3은 고정된 임계값과 적응적 임계값을 적용하여 입력 영상을 이진화한 결과 그림이다. 실험을 위해 서로 인접하고 모양은 각기 다른 마크를 동시에 검출하도록 하였다. 마크 검출을 위한 실험을 위해 실내에서 실험하였으면 조명의 변화는 위해 실내등을 조명등만 켜 어두운 경우, 실내등만 켜 일반적인 경우, 조명등과 실내등을 모두 켜 밝은 경우를 실험하였다. 실험 그림과 같이 영상의 밝기 변화가 발생한 경우에는 고정된 임계값을 사용하여 이진화한 영상(그림 3. 2 열)에서 마크의 검출이 어려움을 알 수 있다. 하지만, 적응적 임계치 값을 이용한 이진화 영상(그림 3. 3 열)에서는 마크의 검출이 보다 효율적임을 알 수 있다.

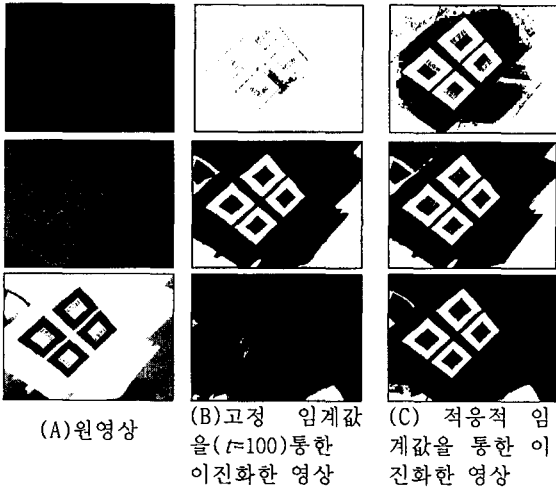


그림 3. 고정과 적응적 임계치를 사용한 마크 검출 실험 결과

이진화 영상에서 마크의 위치를 탐색하기 위해 미리 입력해둔 실제 마크의 패턴 매칭(pattern matching)을 통해 영상에 마크의 존재 유무를 파악한다. 입력 영상에서 마크가 검출되면 마크와 영상 획득을 위한 카메라 사이의 위치와 방향등을 계산한다. 이를 위한 수행 순서는 다음과 같다.

1. 입력 영상을 이진화를 수행한다.
2. 임계값보다 적은 픽셀들을 연결 성분 조사 방법 (connected component analysis)를 통해 각 영역들로 레벨링(labeling)한다.
3. 레벨링된 영역들의 율 통해 직선들을 찾고 이들 중에서 사각형 영역들만 선택한다.
4. 선택 사각형 영역들의 내부 패턴을 미리 정의한 패턴들과 유사한 패턴인지를 검사한다.
5. 유사한 패턴을 가진 영역의 크기, 방향, 카메라

의 위치를 계산한다. 이를 위해 ARTToolKit 을 사용한다.

비디오 증첩 단계에서는 증강 현실 영상 생성을 위한 단계이다. 실세계에서 획득된 영상으로부터 카메라의 위치 및 자세 정보, 마크의 크기, 방향등을 이용하여 수신된 상대방의 영상을 실세계 영상에 원근 투시하여 생성한다.

자연스럽게 비디오 영상을 실세계에 증첩하기 위해 2D 텍스처 매핑 방법을 사용하였다. 상대방의 영상이 증첩될 위치에 컴퓨터에 의해 생성된 가상의 2D 사각형을 만들고, 크기와 방향등을 미리 계산한 행렬에 의해 2D 사각형의 모양과 사이즈를 변형시킨다. 그 후, 이 2D 물체에 상대방의 영상을 텍스처 패핑을 통해 영상을 증첩한다.

다중 통신일 경우에는 실세계의 일정 공간에 여러 명의 영상을 동시에 증첩시 사용자의 시각이 좁아지는 문제가 발생하여 본 시스템에서는 통신 사용자의 수에 따라서 3D 사각형에 상대방 사용자의 영상을 증첩하는 3D 텍스처 매핑 방법을 사용하였다.

그림 5는 검출된 마크 위에 가상의 3D 영상과 VRML 물체를 증첩한 한 실험 결과 그림이다. 검출된 마크 위의 계산된 카메라 위치와 자세값등에 따라 가상 물체를 증첩하고, 이를 위해 위해 OpenGL Utility Toolkit 을 사용하였다.

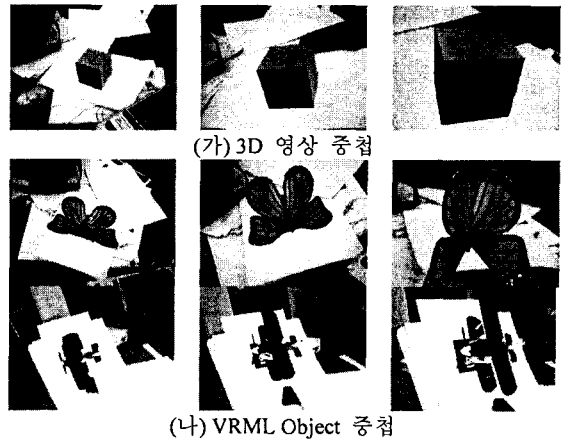


그림 5. 3D 영상 및 VRML 물체 증첩 실험 결과

3. 실험 결과

제안된 방법의 실험 환경은 연구실 환경의 실내 환경을 대상으로 하였다. 본 시스템에서 사용한 HMD는 Sony사의 Classtron PLM-A55E 제품을 사용하였고, 음성 통신을 위해 HMD에 부착된 이어폰과 마이크를 사용하였다. 그리고, 웨어러블 컴퓨터는 삼성 Mobile PC SV30 (O/S: XP, CPU: 2.8GHz, RAM: 768MB, W-LAN: LinkSys) 이고, USB 카메라는 삼성 AnyCam MPC-C30 모델 제품을 사용하였다. Mobile PC에서 출력되는 신호를 see-through HMD에 입력을 위해 Focus사의

TView Gold 신호변환기를 사용하였다. 비디오 통신 사용자의 모자에 부착된 카메라의 방향을 사용자의 시각 방향에 같은 각도로 설정하였다. 그림 6는 실험에 사용한 시스템과 마크가 위치한 실험 환경이다.



그림 6. 시스템 실험 환경

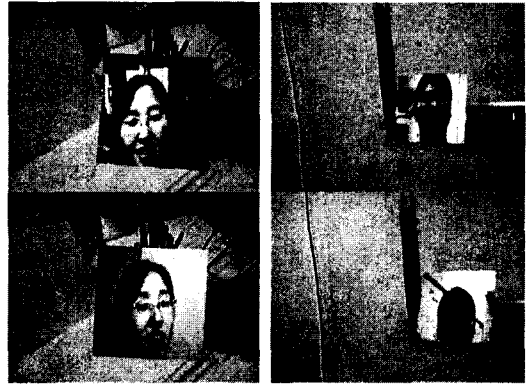
획득된 영상에서 마크의 검출을 위해 320x240의 칼라 영상을 초당 8 프레임씩 캡처하여 사용하였다. 마크의 학습을 위해 마크는 미리 텍스트 패턴 형태로 저장하였다.

그림 7 제안한 시스템의 실험 결과 그림이다. 1:1 혹은 1:다 통신이 가능함을 알 수 있다. 제안한 시스템에서 HMD의 사용으로 인해 자신의 얼굴을 전송할 수 없는 문제점이 있다. 현재 실험에서 사용한 HMD 제품과 다른 i-clasis 과 같은 안경에 디스플레이 되는 장비로 비디오 통신을 수행한다면 이 부분의 문제는 충분히 해결될 수 있을 것이다. 또한 본 시스템에서 마크의 위치는 연구실의 실내 환경에서 일반적으로 사람이 주로 움직이는 동선에 마크들을 부착하였다. 부착한 마크의 개수는 총 12 개이다. 이들의 마크의 위치는 사전에 마크 검출 모듈을 통해 잘 검출되도록 검증된 위치이다. 통신 사용자가 이동하면서 상대방과 통신이 약간의 화상의 끊어짐이 발생하지만 이는 통신하는데 크게 영향을 주지는 않았다. 검출한 마크 위에 올바르게 상대방의 영상을 중첩한 실험 결과이다. 제안한 시스템은 비디오 통신을 위한 시스템뿐만 아니라 맹인 안내 시스템, 위치 판별 시스템, 도로 정보 시스템등 다양한 응용 분야에도 쉽게 적용될 수 있다.

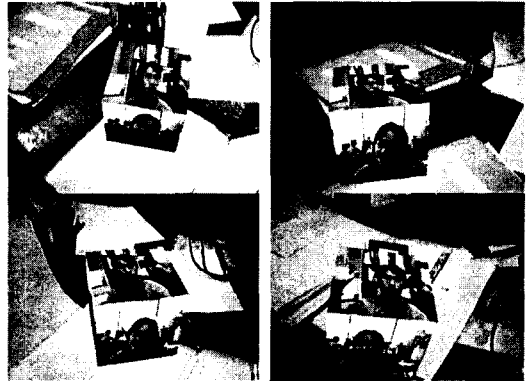
4. 결론

본 논문에서는 증강 현실을 이용한 웨어러블 컴퓨터 기반의 비디오 통신 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 see-through HMD와 저가형 USB 카메라, Mobile Pc를 가지고 통신 사용자가 이동하면서 상대방과 비디오 통신을 할 수 있는 시스템이다. 비디오 통신을 위해 사용자에게 활동성을 보장할 수 있도록 하기 위해 웨어러블 컴퓨터를 이용하였고 실세계에서 사용자가 자연스럽게 행동하면서 상대방과 통신을 하기 위해 증강 현실을 이용한다. 증강 현실을 제안한 시스템에 적용 시 필요한 여러 기술들은 ARToolKit을

이용하였고, 고정 임계치 방법을 통한 마크 검출을 제안한 방법에서는 적응적 임계치 방법을 사용하여 보다 좋은 검출 결과는 제시하였다. 향후 제안한 시스템을 다양한 응용분야 적용할 것이다.



(가) 1인 비디오 통신 결과



(나) 2인 비디오 통신 결과

그림 7. 제안한 증강 현실을 이용한 비디오 통신 시스템 실험 결과.

Acknowledgment

본 연구는 한국과학재단 지정 울산대학교 기계부품 및 소재특성평가 연구센터의 연구비에 의해 연구 되었음

참고문헌

- [1] T. E. Starner, "Wearable computers: no longer science fiction", *IEEE Trans. on Pervasive Computing*, Vol. 1, No. 1, pp. 86-88, 2002.
- [2] R. Azuma, et. al, "Recent advances in augmented reality", *IEEE Trans. on Computer Graphics and Applications*, Vol. 21, No. 6, pp. 34-47, 2001.
- [3] <http://www.ukoreaforum.or.kr/ukorea/index.php>
- [4] J. B. Kim, H. J. Kim, "Efficient region-based motion segmentation for a video monitoring system", *Pattern Recognition Letter*, Vol. 24, No. 1, pp. 113-128, 2003.
- [5] <http://www.gmonline.demon.co.uk/cscene/CS8/CS8-02.html>
- [6] http://www.hitl.washington.edu/research/shared_space/