

웨이블릿을 사용한 디지털 동영상의 AR 영상 합성 기법

김혜경^o, 김용균, 오해석

송실대학교 컴퓨터학과 멀티미디어연구실

hkkim@multi.soongsil.ac.kr, ygkim@multi.ssu.ac.kr, oh@computing.ssu.ac.kr

A Study of AR Image Synthesis Technology Using Wavelet Transform in Digital Video

Hye-Kyung Kim^o, Yong-Gyun Kim, Hae-Seok Oh

Multimedia Lab., Dept. of Computer Science, Soongsil University

요약

본 논문에서는 웨이블릿 변환 기법으로 키프레임을 분석하여 객체 영역을 추출함과 동시에 가상의 객체 영상을 현실감있게 합성하는 기술에 대하여 연구하였다. 가상의 객체 영상이나 실물체 영상을 비디오 영상내에 삽입하여 좀더 현실감있는 새로운 동영상 비디오 테이터를 제작하는 데 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 웨이블릿 변환이 새로운 영상을 재구성하는데 커다란 기여를 하였으며 본 논문에서 제시한 AR 영상 합성 기법은 동영상 데이터를 합성하는데 사용자가 원하는 지점에 정확하게 영상의 특성정보를 충분히 잘 살린 새로운 방법의 시도였다. 또한, 영상의 캘리브레이션 방법을 거치지 않고 비디오 영상의 회전행렬과 위치성분을 계산하여 매핑된 가상의 객체 영상을 영상 보간법을 적용하여 직접 가상의 객체 영상을 비디오 영상열에 삽입한다. 제시한 영상 합성 기법은 가상의 객체 영상이 디지털 동영상내에 삽입되었을 때 가장 큰 문제점인 떨림 현상과 부조화 현상이 제거되었다.

1. 서론

인터넷의 발달과 함께 다양한 매체들을 포함하는 멀티미디어 데이터를 취급하는 관련자들이 날이 갈수록 증가하고 있다. 그 중에서도 영상 매체를 다루는 전문가들이 날이 갈수록 증가하고 있을 뿐만 아니라 오락성과 대중성을 함께 겸비한 동영상 비디오 테이터에 대한 다양한 서비스가 요구되고 있다. 이러한 서비스는 앞으로도 계속 통신시스템과 압축 기술의 발달에 힘입어 급속하게 발전할 것이다. 그러므로 우리는 본 연구에서 동영상 비디오를 제작할 때 가상의 이미지나 광고 영상과 같은 이미지를 비디오 영상에 삽입하여 좀더 현실감있는 동영상 데이터를 제작하는 데 초점을 맞추고자 한다. 본 논문에서는 AR(Augmented Reality)시스템의 특성을 가진 가상의 광고 영상을 비디오 영상에 삽입하여 실제 영상과 같은 효과를 얻을 수 있는 영상 합성 방법을 기술하고, 새롭게 재구성된 비디오 영상의 품질을 평가한다. 관련연구는 2장에 서술하고, 3장에서는 제안 알고리즘을 기술한다. 4장에서는 제안한 알고리즘의 성능을 평가한다. 마지막 5장에서 결론과 향후연구과제에 대해 서술한다.

2. 관련 연구

AR(Augmented Reality)시스템은 Feiner 등이 연구하여 개발한 레이저 프린터의 유지보수 업무에 적용할 지식기반의 시스템에서 사용자가 프린터의 여러 가지의 부품을 교체하는 데 필요한 모든 절차에 관한 정보를 제공하는 시스템[1]에서 등장하였다. Wellner는 책상 위에 가상의 사물함을 올려놓은 작업 환경을 제작하는 AR 시스템을 개발하였다[2]. Bajura 등은 환자의 초음파 영상과 환자의 비디오 영상을 실시간으로 합성하여

의사가 수술이 필요한 위치와 환자의 상황을 제공하도록 하는 AR 시스템을 발표하였다[3]. Mellor는 방사선 치료를 목적으로 AR 시스템을 개발하고 있으며[4] Milgram 등은 원격지에 있는 로봇 제어용으로 스테레오 영상을 AR 시스템에 직접 이용하고 있다[5]. 미국 보잉사의 Caudell 과 Mizell은 제조과정에 대한 매뉴얼로 이용 가능한 see-through HMD 기반의 AR 시스템을 발표하였다[6]. 이러한 AR 기술은 사용자에게 실제계와 가상세계를 실시간으로 합성하여 제공함으로써 현실에 대한 정보를 강조하여 실제계에 대한 이해 및 인식을 향상시키고자 하는 기술이다. 실사 이미지와 가상의 이미지를 하나의 이미지로 어떻게 합성하는가에 따라 크게 3종류로 나뉘는데, 모니터 기반의 AR 시스템, see-through HMD AR 시스템, 비디오 see-through HMD AR 시스템으로 분류된다.

본 논문에서는 가상의 영상 데이터뿐만 아니라 현존하는 영상 데이터를 이미 제작된 비디오 영상에 사용자가 원하는 위치에 원하는 모양으로 삽입하는 방법을 연구하는데 초점을 맞추고 있다.

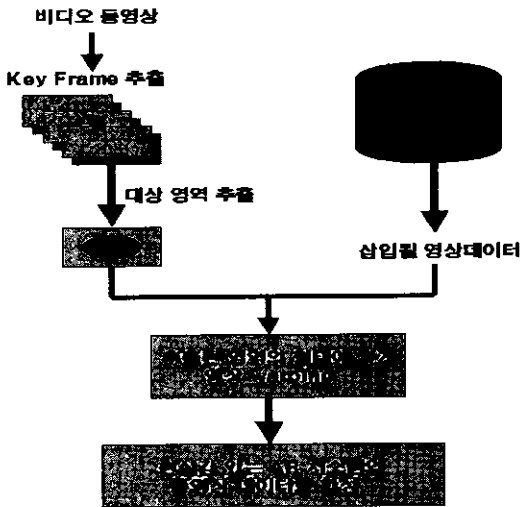
3. 제안 알고리즘 소개

본 논문에서는 AR(Augmented Reality)시스템의 특성을 가진 가상의 광고 영상을 비디오 영상에 삽입하여 실제 영상과 같은 효과를 얻을 수 있는 영상 합성 방법에 대한 알고리즘을 다음 [그림 1]과 같이 제안한다.

3.1 비디오 영상 분석

비디오 데이터는 하나의 장면을 나타내는 프레임의 연속된 집합으로 구성되어 있으므로, 연속적인 카메라 동

작에 의해 촬영된 비디오 단위인 샷(shot) 영역은 비디오 분할의 기본 단위가 되며 하나의 샷 영역은 여러 개의 프레임으로 구성된다. 두 개이상의 샷 영역을 하나의 씬(scene) 영역으로 정의하고 하나의 이야기를 표현한다. 하나의 씬을 대표하는 프레임이 키 프레임이 된다. 그러므로 하나의 디지털 비디오 영상을 분석하기 위한 전처리 작업으로 샷 영역과 키 프레임을 정확하게 분석하여 분류하는 작업이 먼저 수행된다.



[그림 1] 전체적인 알고리즘 순서도

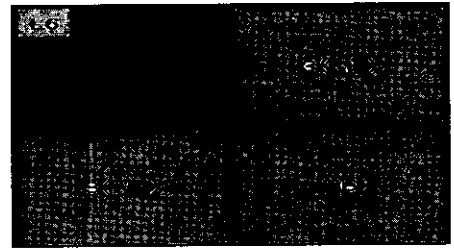
3.2 대상 객체 영역 추출

키프레임 영상을 대상으로 촬영 성분을 제거한 좀 더 선명한 영상을 대상으로 작업을 수행하기 위해 히스토그램 평활화 과정을 먼저 수행하고, 객체 정보들을 분석하기 위하여 웨이블릿 변환을 적용한다. 3단계의 웨이블릿 변환을 적용한 키프레임은 다음 [그림 2]와 같이 분석되어 대상 객체와 배경을 추출하는 데 적용하였으며, 또한 객체를 추출하고 난 나머지 영역에 대해서 배경 영상을 복원하기 위하여 H6 영역의 결과를 적용한다. [그림 2]에서 키프레임을 분석하기 위해 적용한 웨이블릿 변환 영역은 다음과 같이 분석하여 적용하고자 한다.

- L6 영역 : 객체의 윤곽선 정보 추출을 위한 핵심영역
 - H6 영역 : 영상의 대각 성분 값을 추출하여 보여주는 영역으로 주로 배경영역 복원을 위한 대표값으로 활용
 - LH 영역 : 영상의 수평 성분 값을 추출하는 영역
 - HL 영역 : 영상의 수직 성분 값을 추출하는 영역
- 이때, LH영역과 HL 영역은 객체와 배경영역 복원을 위하여 참조영역에 적절히 활용

키 프레임으로부터 가상의 객체 영상을 합성할 대상 객체를 추출하기 위해서 독립적인 객체들과 배경을 따로

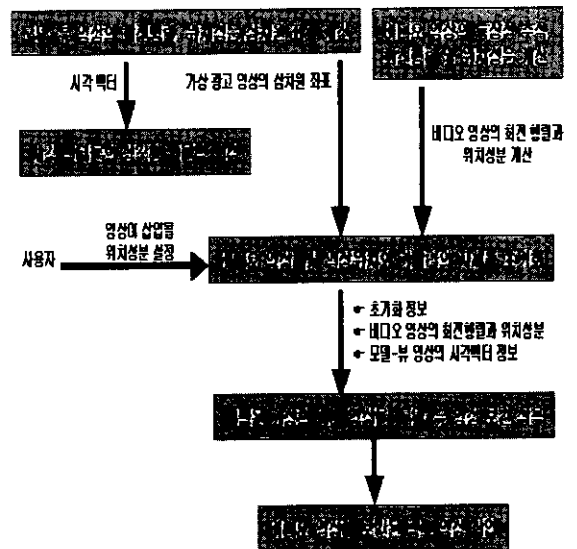
추출하는 작업을 수행한다. 대상 객체를 추출하기 위해서 HSI 컬러 모델을 기반으로 하는 영역 분할 방법을 사용한다. HSI 모델은 색상, 채도, 강도의 3가지 요소를 통해서 특정 색상을 표현하는 컬러 모델이다. RGB 모델이 특정한 색상 정보를 표현하기에는 매우 쉽게 적용할 수 있는 모델이지만 객관적인 색상 정보를 표현하기가 매우 어렵기 때문에 HSI 모델을 사용하여 대상 객체 영역을 분할한다.



[그림 2] 웨이블릿 변환과 객체추출 방법

3.3 가상 객체 영상 합성

추출한 대상 객체 영역에 가상의 광고 영상을 텍스트처 매핑 방식으로 워핑 작업을 수행한다. 워핑된 광고 영상을 원래의 키프레임과 합성한다.



[그림 3] 가상의 광고 영상 합성

비디오 영상열에 가상 영상을 삽입하기 위해서는 카메라 캘리브레이션(calibration) 방법을 사용하여 가상 모델 영상을 삽입하는 과정을 거치게 된다. 이런 방법을 사용하여 가상의 영상을 삽입하기 위해서는 영상의 배경과 카메라의 위치정보, 카메라와 가상 영상들간의 변

환관계를 정확하게 알아야 한다. 카메라 캘리브레이션으로 비디오 카메라의 내부 변수와 외부 변수를 계산하는 방법을 사용하게 되므로 알려진 기준점들이나 패턴을 이용한 방법을 사용하기 위해 기준점들의 대응관계를 찾는 문제와 카메라 캘리브레이션 작업을 영상프레임 마다 모두 해야하는 문제점이 발생하여 실제적으로 비디오 영상에 적용하기가 매우 어려운 실정이다. 그러므로, 이런 복잡한 절차를 거치지 않고 영상을 삽입하기 위해 카메라 캘리브레이션 작업을 수행하지 않고 직접 가상의 광고 영상을 비디오 영상열에 삽입한다. [그림 3]에서는 가상의 광고 영상을 합성하기 위한 처리순서를 그림으로 보여주고 있다.

3.4 후처리 기법

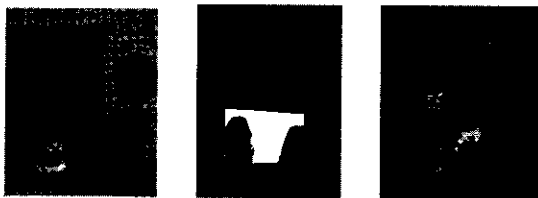
합성 후에 나타나는 떨림 현상 등을 제거하기 위하여 합성영상에 대한 잡영 성분을 제거하였다. 또한, 전체적으로 부드러운 이미지를 완성하고, 삽입된 가상 영상의 가장자리 부분이 울퉁불퉁하게 나타나는 현상을 제거하기 위해서 가우시안 smoothing 기법을 적용하였다. 가우시안 smoothing 필터는 다음 (식 1)과 같다.

$$G[x,y] = \frac{e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}}{2\pi\sigma^2} \quad (\text{식 1})$$

식 1에서 사용한 σ 는 가우시안 smoothing 필터의 폭을 조절하는 파라미터로 σ 의 값이 작으면 가우시안 smoothing 필터의 폭은 좁아지고, σ 의 값이 크면 필터의 폭이 넓어지므로 마스크의 크기는 충분히 클 필요가 있다.

4. 성능 평가

디지털 동영상 내에 가상의 객체 영상을 삽입한 결과 영상을 다음 [그림 4]와 같이 보여주고 있다.



[그림 4] 원본 프레임 영상에 새로운 객체 영상을 삽입한 결과 화면

첫 번째 영상은 키프레임 영상을 보여주고 있으며, 두 번째 영상은 키프레임에서 대상 영역을 삽입할 위치를 지정해 준 영상을 보여준다. 마지막 세 번째 영상은 가상의 객체 영상을 삽입한 결과 화면을 보여주고 있다. 결과화면에서 보는바와 같이 합성한 가상 객체 영상이

실제 영상에 존재하는 영상처럼 잘 어울려 보이는 것을 눈으로 확인할 수 있으며 후처리 부분에서 적용한 가우시안 smoothing 필터의 적용을 받아 삽입된 가상 객체 영상의 가장자리 부분이 매끄럽게 배경 영상과 어우러져 있음을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 디지털 동영상 비디오 영상 내에 사용자가 원하는 위치에 가상의 광고 영상을 삽입하기 위해 적용한 새로운 방법을 소개하였다. 비디오 영상열 내에 새로운 영상을 삽입하기 위해서는 카메라 캘리브레이션 작업을 반드시 거치게 되는데, 이러한 캘리브레이션 작업을 거치지 않고 비디오 영상에 새로운 영상들을 영상 보간법을 적용하여 새로운 비디오 영상을 생성하였다. 만들고자 하는 영상의 시각벡터들을 적절한 위치에 설정하고 삽입될 영상의 위치와 자세를 초기화하면 영상을 보간하여 자동으로 새로운 영상을 삽입할 수 있게 된다. 향후 연구의 방향은 보간된 영상의 화질을 좀 더 개선시키고 보간 영상에서 발생하는 화소의 위치 오차를 최대한 줄이면서 또한 실제 비디오 영상과 삽입된 가상의 광고 영상에 어울림 문제를 해결하여 최대한 현실감 있는 새로운 비디오 영상을 제작하는데 초점을 맞추고자 한다.

6. 참고 문헌

- [1] S. Feiner, B. MacIntyre, and D. Seligmann, "Knowledge Based Augmented Reality," *Comm. ACM*, Vol.30, No.7, July 1993, pp.53-62.
- [2] P. Wellner, "Interacting with paper on the digital dest," *Comm. ACM*, vik.36, no.7, July 1993, pp.87-96.
- [3] M. Bajura, H. Fuchs, and R. Ohbuchi, "Merging Virtual Reality with the Real World: Seeing Ultrasound Imagery within the Patient," *Computer Graphics(Proc. SIGGRAPH)*, ACM Press, 1992, pp.203-210.
- [4] J. P. Mellor, "Enhanced Reality Visualization in a Surgical Environment.", A.I. Technical Report No. 1544, Jan. 1995.
- [5] P. Milgram and F. Kishino, "A taxonomy of mixed reality visual displays," *IEICE Transaction on Information and Systems*, Special issue on Networked Reality, Dec. 1994.
- [6] T. P. Caudell and DW Mizell, "Augmented reality : An application of heads-up display technology to manual manufacturing process", *Proc. IEEE Hawaii International Conf. On Systems Science*, 1992.