
객체 제거 기법을 활용한 마커기반 증강현실 시스템 구조 설계

김동현, 정성모, 임지훈, 지오바니 카갈라반, 임효영, 근소걸, 김수우, 김석수*
한남대학교 멀티미디어학과

A Design of Marker-Based Augmented Reality System Structure using Object Removal Technique

Donghyun Kim, Sungmo Jung, Ji-hoon Lim, Giovanni Cagalaban, Hyo young Leem, Sogeol Geun,
Seoksoo Kim*

Hannam University

E-mail : sskim0123@naver.com

요 약

최근 HCI(Human Computer Interaction)의 한 분야인 증강현실은 크게 마커 기반과 비 마커기반으로 구분된다. 비 마커기반은 실세계 환경에서 자연적인 특징을 이용하여 객체를 증강한다. 반면, 마커기반은 사각형의 평면 마커를 이용하여 좌표를 쉽게 계산하고 객체를 정확하게 증강 시킨다. 그러나 마커기반은 제공되는 영상 안에 마커가 존재하기 때문에 비 마커기반 보다 사용자에게 주는 현실감 및 몰입감이 적다. 따라서 본 논문에서는 마커기반의 현실감 및 몰입감을 증대시키기 위해 감쇄현실과 증강현실을 결합한 객체 제거 기법을 활용한 마커기반 증강현실 시스템 구조를 연구한다.

ABSTRACT

Recently, augmented reality is divided into broadly marker based and markerless based as part of HCI (Human Computer Interaction). Markerless based is augmented object using natural features in real-world environment. On the other hand, Marker based is use to calculate easily the coordinates and exactly augmented object using flat marker of rectangular. However, marker-based image is provided due to the presence of the marker in a markerless, giving users a more less realistic and immersive view. In this paper, We research about combined diminished reality and augmented reality for Marker-Based Augmented Reality System Structure using Object Removal Tchnique in order to increase realistic and immersive view.

키워드

Augmented reality, Diminished reality, Remove object, Marker detection

1. 서 론

증강현실은 가상현실의 한 분야로 현실 세계에 가상의 객체나 정보를 합성하여 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 하는 컴퓨터 그래픽 기법으로 복합현실이라고도 불리고 있으며 비 마

커기반과 마커기반으로 구분된다[1]. 비 마커기반은 실세계 환경에서 자연적으로 발생하는 점, 선, 에지, 그리고 텍스처 등과 같은 특징들로부터 카메라의 방향을 결정하는 방식이다. 마커 기반은 흰 바탕에 검은색 사각형과 그 안에 다양한 패턴을 적용한 평면 마커를 이용하여 카메라의 방향을 결정하는 방식이다. 그러나 마커기반은 제공되는 출력영상 안에 마커가 존재하기 때문에 비 마커기반 보다 사용자에게 주는 현실감 및 몰입감이 적은 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 마커기반의 현실감 및 몰입감을 증대시키기

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술 개발사업(No. 00044953-2)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

* 교신저자

위해 감쇄현실과 증강현실을 결합한 객체 제거 기법을 활용하는 마커기반 증강현실 시스템을 구조를 연구한다.

II. 관련 연구

2.1 증강현실

증강현실은 인간과 컴퓨터의 상호작용 및 의사 전달에 이용할 수 있는 새로운 패러다임을 제공하는 기술 분야이다. 사용자는 컴퓨터 모델을 이용하여 생성된 현실성을 강조한 비 가시로서 현실 세계에 대한 이해와 인식력을 개선하고 향상시킬 수 있다. 증강현실은 카메라로 보이는 현실의 공간 속에 3D 가상 객체를 삽입하는 기술로서 사용자와 상호작용이 가능하게 한다.

이러한 증강현실은 지속적인 실용화가 되고 있다. 특히 미디어 콘텐츠 분야에서는 증강현실 기반의 미디어 콘텐츠 구현에 대한 연구가 진행되었다[1].

2.2 감쇄현실

영상완성은 주어진 이미지에서 사용자의 필요에 따라 불필요한 부분을 삭제하고 나머지 배경으로 삭제된 부분을 자연스럽게 채워 넣는 기술이다. 영상완성 기술은 보간(interpolation) 기술을 이용한 것[2]과 표본기반(exemplar-based)의 완성 기술[3]로 나뉘는데 본 논문에서는 후자의 방법을 사용한다.

III. 객체 제거 기법을 적용한 증강현실 시스템

본 연구에서 제안하는 객체 제거 기법을 적용한 증강현실 시스템의 전체 흐름도는 다음 그림 1과 같다.

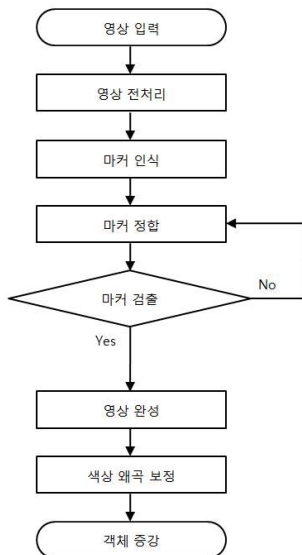


그림1. 객체 제거 기법을 적용한 증강현실 시스템의 전체 흐름도

3.1 영상 전처리

입력된 영상을 이진화하기 위한 임의의 경계(Threshold)값 설정방법은 표 1과 같이 단일 경계값을 이용하는 방법과 이중 경계값을 사용하는 방법이 있다. 본 논문에서는 이중 경계값을 이용하여 영상을 이진화 한다.

표1. 이진영상의 표현 $[x][y]$

단일 경계값의 경우	IF 영상 $[x][y] \leq$ threshold 1(white)
	Else 영상 $[x][y] \leq$ threshold 0(black)
이중 경계값의 경우	IF Low_threshold \leq 영상 $[x][y] \leq$ High_threshold , 1
	Otherwise , 0

3.2 마커 인식

마커는 그림 2와 같이 Crust, Mantle, Marker ROI(Core + Symbol)로 구성되어 있다. 따라서 마커를 인식하기 위해서는 Mantle 부분을 인식해야 한다.

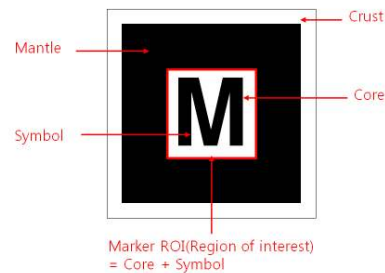


그림2. 마커의 구조

본 논문에서는 색상을 기반으로 객체를 추적하는 CAMShift(Continuously Adaptive Mean Shift)[4] 알고리즘을 사용하여 Mantle 부분을 인식한다.

마커의 Mantle 부분을 인식하면 이를 기반으로 마커의 후보영역을 설정한다. 이후 설정된 마커 후보 영역을 반전하여 레이블링(Labeling)[5]을 수행 한다.

레이블링 작업을 수행한 마커 후보영역에서 경계 추적(Edge tracing)알고리즘[6]을 이용하여 윤곽 정보를 검출하고 검출된 윤곽정보들 중 한 점을 선택한 후 피타고라스의 정리에 의하여 그 점에서 가장 멀리 위치한 모서리 점(D_1)을 추출한다, 다음으로 추출된 점에서 가장 거리가 먼 모서리 점(D_2)을 탐색하고 구해진 두 모서리 점으로부터 가장 먼 모서리 점(D_3)을 다시 추출한다. 세 개의 모서리 점을 추출 한 후 식 (1)을 통하여 나머지 한 점(D_4)를 추출한다.

$$\begin{aligned}
 RectArea &= \frac{1}{2}(x_1y_2 - x_2y_1 + x_2y_3 - x_3y_2 + \dots + x_ny_1 - x_1y_n) \\
 &= \frac{1}{2}x_1(y_2 - y_n) + x_2(y_3 - y_1) + \dots + x_n(y_1 - y_{n-1})
 \end{aligned}
 \quad (1)$$

3.3 마커 정합

마커의 정합에 사용되는 방법은 특징 기반 정합 방법과 템플릿 매칭 정합 방법이 있다. 특징 기반 정합 방법은 템플릿 매칭 정합보다 간단하지만 특징 추출 과정이 복잡하여 실시간 환경에서 구현하기 어려운 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 템플릿 매칭 정합 방법을 사용한다.

템플릿 매칭[7]은 영상에서(Search image)에서 찾고자 하는 기준영상(Basic image)을 전후좌우로 이동시키면서 상관성을 계산하여 최대 상관 값을 갖는 위치를 찾는 방법이다. 그러나 템플릿 매칭을 이용한 마커 정합과정 중에 발생하는 중심위치 및 크기 편차 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이를 해결하기 위하여 네 개의 모서리점($D_1 \sim D_4$)의 좌표가 $(x_1, y_1)(x_2, y_2)(x_3, y_3)(x_4, y_4)$ 라고 할 때 식 (2)(3)을 통해 마커의 중심 C_x, C_y 을 구한다.

$$C_y = \left(\frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}\right)(C_x - x_2) + y_2 \quad (2)$$

$$C_y = \left(\frac{y_3 - y_4}{x_3 - x_4}\right)(C_x - x_4) + y_4 \quad (3)$$

마커 중심을 추출한 이후 등록된 마커의 특징 기준 태그의 높이를 h_r 와 평 후 추출된 마커의 태그 높이를 h_w 라 하면 외평에 의한 크기 차이율(Scale Difference Ratio, Sdiff)은 식 (4)를 통해 얻을 수 있으며, 마크 중심을 원점기준으로 할 경우, 외평에 의한 크기 오류 보정(T_{total})은 식 (5)를 통해 계산한다.

$$S_{diff} = \frac{h_w}{h_r} \times 100 \quad (4)$$

$$T_{total} = \begin{bmatrix} \frac{1}{S_{diff}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{S_{diff}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot W_T \quad (5)$$

3.4 영상완성

출력영상에서 마커영역을 제거하기 위해 영상완성기술[8]을 사용하며 그 과정은 그림3과 같다.

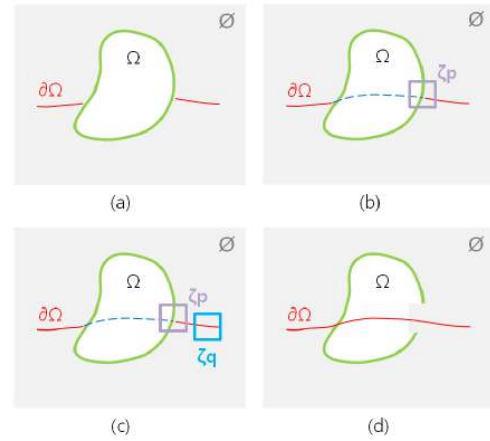


그림3. 영상완성 과정 (a) 영상 내 영역 분류, (b) 우선순위가 높은 영역 선택, (c) 우선순위가 높은 영역(ζ_p)과 유사 영역(ζ_q) 검출 (d) 유사영역(ζ_q) 복사

영상에서 검출된 마커를 객체로 하여 각각 객체 제거 영역(Ω), 외곽선 영역($\partial\Omega$), 표본 영역(\emptyset)으로 분류한다.

그 후 외곽선과 표본 영역의 접점에서 가장 높은 우선순위를 갖는 영역(ζ_p)을 찾는다. 패치(Patch)의 우선순위는 패치의 중심점이 갖는 신뢰도와 패치내의 구조(Structure)를 고려하여 결정하기 때문에 우선순위를 구하기 위해서는 신뢰도 값에 표본영상의 구조와 패치의 상관관계를 나타내는 데이터 값을 곱하여야 한다.

따라서 본 논문에서는 분류된 이미지에서 외곽선 위의 픽셀을 p , 표본영역의 픽셀을 q , 패치의 크기를 n 라고 할 때 식(6)을 통하여 p 의 신뢰도 $C(p)$ 를 구한다.

$$C(p) = \frac{\sum C(q)}{n} \quad (6)$$

데이터 값을 구하기 위해서 중심 픽셀 p 의 법선 벡터를 N , 패치 내의 구조의 방향성을 나타내는 벡터를 V , 정규화 값(Normalization Factor)을 F 라고 하여 식(7)을 통해 p 를 중심으로 한 패치의 데이터 값을 구한다.

$$D(p) = \frac{N \cdot V}{F} \quad (7)$$

p 의 신뢰도 $C(p)$ 와 패치의 데이터값을 구하면 이를 통해 우선순위를 구한다. 이후 중심점의 순위가 가장 높은 패치와 가장 유사한 패치를 표본영상에서 찾는다.

이렇게 얻어진 표본 영역의 패치를 복사해 객체 제거 영역에 삽입하여 이와 같은 일련의 과정

을 반복하여 영상을 완성한다.

3.5 색상 왜곡 보정

영상완성 기술을 적용한 출력영상을 투사하면 입력영상의 객체 제거 영역과 출력영상의 객체 제거 영역 지점의 색상이 모두 배치되게 된다.

따라서 색상 보정기술을 이용하여 은닉될 대상이 갖는 고유의 색과 합쳐져 출력영상의 색처럼 만들어주는 보정 영상을 생성하여야 한다.

본 논문에서는 색상 보정기술 중 하나인 광학보상(Radiometric Compensation)[9][10] 방법을 이용하여 보정된 색상의 영상을 생성하며 그 방법은 다음과 같다.

카메라 및 프로젝터의 응답특성과 스크린의 반사 특성, 주변광의 영향을 포함하는 함수를 f 라고 할 때 입력 영상 I 와 투사된 영상 I_p 사이의 관계를 식(8) 통해 계산한다.

$$I_p = f(I) \quad (8)$$

입력영상 I 를 추출하면 식(9)를 통해 스크린의 색상과 출력 특성을 고려하여 보정된 영상 \hat{I} 를 구한다.

$$\hat{I} = f^{-1}(I_p) \quad (9)$$

V. 결 론

본 논문에서는 감쇄현실과 증강현실을 결합한 객체 제거 기법을 활용한 마커기반 증강현실 시스템 구조의 연구를 수행하였다. 기존의 마커기반의 증강현실 시스템의 문제점인 증강현실 서비스를 사용하는 사용자의 현실감 및 몰입감 감소의 문제점을 해결함으로써 마커기반의 증강현실 서비스를 보다 다양한 환경에서 사용되어 질 것으로 보인다.

향후 마커 인식 처리속도 향상에 관한 연구와 생상 보정 기술의 속도 향상에 관한 연구를 통해 실시간 서비스 제공에 있어 객체 제거의 속도를 향상 시킬 것으로 판단되며, 다중 마커 인식 증강현실 시스템과 접목하여 향상된 시스템의 구축이 가능할 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] T. P. Caudell and D. W. Mizell, "Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes," Proc. IEEE Hawaii Int. Conf. on Systems Sciences, Vol. 2, pp. 659-669, 1992.

[2] T. F. Chan and J. Shen, "Variational image inpainting," Communications on Pure and Applied Mathematics, Vol. 58,

pp. 579-619, 2005.

[3] A. Criminisi, P. Perez, and K. Toyama, "Object removal by exemplar-based inpainting," IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 13, No.9, 2004.

[4] Gary R. Bradski, "Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface," Intel Technology Journal Q2, 1998

[5] He. Xuming, R..S. Zemel, M.A. "Multiscale Conditional Random Fields for Image Labeling," Carreira-Perpinan, Computer Vision and Pattern Recognition, Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference, Vol. 2, pp. 696-702, 2004.

[6] R. Selzer, H. Hodis, H. Kwong-Fu, W. Mack, P. Lee, C-r. Liu, C-h. Liu, "Evaluation of Computerized Edge Tracking for Quantifying Intima-Media Thickness of the Common Carotid Artery from B-Mode Ultrasound Image," Elsevier, Atherosclerosis, Vol. 111, Issue. 1, pp. 1-11, 1994.

[7] S. Venugopal, "A VLSI Architecture for Image Template Matching," M. Thesis, Dept. of Computer Science and Engineering University of South Florida, 1994.

[8] J. Sun, L. Yuan, J. Jia, H.Y. Shum, "Image completion with structure propagation," ACM Transactions on Graphics, Vol. 24, No. 3, pp. 861-868, 2005.

[9] T. Mitsunaga and S. K. Nayar, "Radiometric self calibration," Proc. of CVPR, pp.374-380, 1999.

[10] H. Park, M.-H. Lee, S.-J. Kim, and J.-I. Park, "Surface-independent direct-projected augmented reality," Proc. of ACCV, pp.892-901, 2006.