
증강 현실을 이용한 산업 제품의 빠르고 효과적인 디자인 방법

증강 현실을 이용한 산업 제품의 빠르고 효과적인 디자인 방법

Rapid and Tangible Method of Product Design using Augmented Reality Technology

진윤석, Yoonsuk Jin*, 김양욱, Yangwook Kim**, 김보미, Bomi Kim***, 박준, Jun Park****

요약 산업 제품을 디자인하는 디자이너들은 CAD(Computer Aided Design)과 같은 방법을 사용하여 새로운 디자인을 만들어내고, 이를 적용한 가상의 3D 모델을 통해 살펴본다. 이 방법은 직접 손으로 도면을 그리고 단순히 한쪽 면만 살펴볼 수 있었던 기존의 방법에 비해서 컴퓨터로 인한 자동화와 다양한 각도에서 제품에 적용된 새로운 디자인을 살펴봄으로써 시간과 비용을 절감할 수 있다. 이에 우리는 앞서 언급한 디자인 방법에 Augmented Reality와 Rapid Prototyping의 개념을 더해 현실적이고 인터랙티브한 산업제품의 디자인 방법을 고안하였다. 이것은 스티로폼과 같은 재질로 만들어진 mockup을 조립하여 만들고, 3D 모델의 컬러, 재질, 버튼 등의 인터페이스 요소와 실제 제품을 조작하는 것과 같은 인터랙티브한 요소들을 적용시킴으로써 제품을 디자인할 수 있는 증강현실기반 시스템이다.

Abstract Designers, who design industry products, use CAD(Computer Aided Design) tools for making new design and looking around virtual 3D models. Hand-drawings and sketches show only one viewpoint limiting 3D perception. However, CAD system that provides automation and multiple view points, can help to save time and cost. Accordingly, we developed Augmented Reality(AR) and Rapid Prototyping(RP) based product design system that is interactive and realistic. This AR based design system utilize mockups that are made of urethane and styrofoam where as users change 3D model's color, texture and user interface. These interactive ways help to evaluate design more instinctively.

핵심어: *Augmented Reality, AR based design process, Reconfigurable Mockup*

본 논문은 2007년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2005-000-10197-0)

*주저자 : 홍익대학교 컴퓨터공학과 석사, e-mail: j_yoon_suk@hotmail.com

**공동저자 : 홍익대학교 컴퓨터공학과 석사, e-mail: rainbow@gmail.com

***공동저자 : 홍익대학교 국제디자인전문대학원 석사, e-mail: iciclebm@gmail.com

****공동저자 : 홍익대학교 컴퓨터공학과 교수, e-mail: jpark@hongik.ac.kr

1. 서론

최근 소비자들은 상품의 다양한 디자인에 대해 많은 관심을 가지고 있다. 이러한 소비자의 경향에 따라 여러 회사들은 상품의 다양한 디자인을 창출해내기 위해서 노력하고 있다.

지금까지 주로 사용되고 있는 산업 제품의 디자인 방법은 CAD 프로그램을 사용하여 새로운 디자인이 적용된 가상의 3D 모델을 만들고, 모니터와 같은 장치를 통해 살펴보는 것이었다. 그러나 HMD(Head-Mounted Display)와 같은 디스플레이 장치들의 성능 개선으로 인해 현실과 가상 세계를 혼합하고, 스크린 등과 같이 고정된 시점에서만 관찰할 수 있었던 것을 보다 더 다양한 시점에서 관찰할 수 있다.

최근 몇 년 사이에 기존의 CAD와 같은 방법론에 증강현실을 응용한 현실감 있고 구체적인 디자인 방법을 제시한 연구들이 발표되고 있다. Klinker 등은 가상의 3D 자동차 모델을 디스플레이 장치를 통해 보여지는 공간에 렌더링하여 실제 자동차를 보는 것처럼 관찰하면서 새로운 디자인을 살펴볼 수 있는 연구를 발표하였다[1]. Siltanen 등은 PC와 디지털 카메라, 프린터 등의 장치들을 사용해서 거실과 같은 실내 공간에 새로운 디자인이 적용된 가상의 3D 가구 모델 등을 렌더링하고 살펴볼 수 있는 연구를 발표하였다 [2]. 또한 Lee 등은 CNC(Computer Numerical Control)로 제작한 우레탄 mockup을 이용하여 새로운 디자인의 컵이나 청소기 등을 살펴볼 수 있는 연구를 발표하였다[3].

이에 우리는 증강현실을 기반으로 한 산업 제품의 빠르고 효과적인 디자인 방법을 고안하였다. 이 방법은 실제로 조립 가능한 mockup을 이용하여 모양뿐만 아니라 색, 재질, 버튼과 같은 사용자 인터페이스를 통한 상호작용적인 요소들을 적용시킴으로써 제품의 디자인에 대해서 보다 정확하고 현실감 있는 평가가 가능하다.

2. 본론

사용자가 증강 현실을 이용해서 더욱 현실감 있게 제품의 디자인을 변경하고 적용하기 위해서 우리는 조립 가능한 mockup을 제작했다. 이것은 사용자가 마치 실제 제품의 모양을 변경하고 조작하는 것처럼 유도하여 제품을 현실감 있게 디자인할 수 있다.

2.1 조립 가능한 mockup의 제작

우리는 사용자가 증강 현실을 이용해서 제품의 디자인을 변경하고 살펴볼 때, 촉각 등을 고려하여 현실감 있는 피드백을 유도할 수 있도록 조립 가능한 mockup을 제작하였다. 테스트를 위해서 제작된 mockup의 대상은 PMP(Portable

Multimedia Player)로서 스티로폼을 사용하여 제작되었고, 그림 1과 같이 양 옆에 원하는 형태로 조립할 수 있도록 홈을 낸 1개의 body와 3개의 pair를 제작해서 적용하였다.



그림 1. PMP를 대상으로 제작된 mockup

2.2 Mockup / Model의 판별

스티로폼으로 제작된 조립 가능한 mockup은 사용자가 원하는 여러 모양으로 쉽게 변경할 수 있기 때문에 기존의 방법과 비교해 볼 때, 많은 시간과 비용을 줄일 수 있다. 사용자가 mockup을 조립해서 모양을 변경했을 때 시스템은 mockup의 외곽선과 미리 제작된 3D 모델들의 외곽선과 비교하여 가장 유사한 3D 모델을 mockup위에 증강시킨다. 이를 위해 우리는 Canny 외곽선 추출 알고리즘으로 각각의 외곽선을 추출한 후, mockup과 3D 모델 외곽선의 유클리디언(Euclidean) 거리를 측정하였다.

- ① Canny 외곽선 추출 알고리즘을 이용한 외곽선 검출 (그림 2. (a)~(d))
- ② 격자(Grid)를 사용한 외곽선의 sampling
- ③ mockup의 윤곽선과 3D 모델의 윤곽선에 대해서 sampling된 가장 가까운 점들 사이의 유클리디언 거리 계산
- ④ mockup과 가장 차이가 적은 3D 모델을 판별
- ⑤ 판별된 3D 모델을 mockup에 증강 (그림 2. (e))

2.3 피부색 분석 및 추출

사용자가 mockup을 손으로 잡거나 조작할 때 사용자의 손 영역은 3D 모델에 의해 가려지게 된다. 가려진 영역을 분리하기 위해서 피부색에 대한 RGB, YCbCr, HSV 색 공간에서의 분포도를 분석한 후, YCbCr 색 공간을 이용하여 피부색 범위를 추출하였다(그림 3). 이전부터 피부색에 해당하는 부분을 추출하기 위한 많은 연구들이 있었는데 [4, 5, 6], YCbCr 색 공간을 사용한 이유는 손에 대한 여러 개의 training data를 분석한 결과, YCbCr 색 공간상의 피부색 분

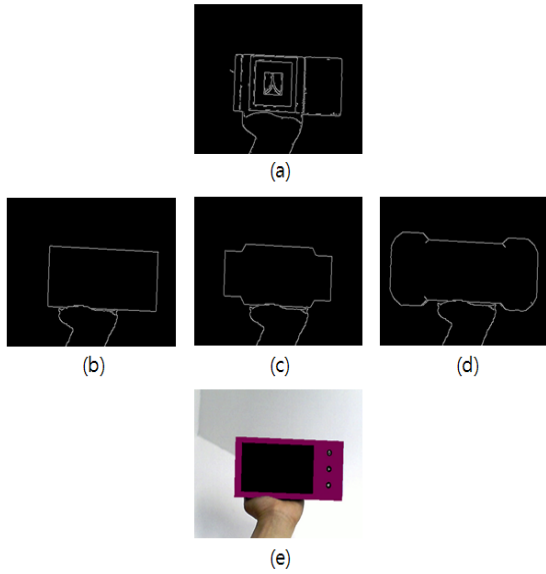


그림 2. (a) mockup의 외곽선 / (b)~(d) 각 3D 모델들의 외곽선 / (e) 비교 후, 증강된 3D 모델

포도가 RGB나 HSV와 비교해 볼 때 더욱 조밀하게 나타났기 때문이다. 피부색에 대한 YCbCr 색 공간을 분석한 후, 적용한 공간 범위는 아래와 같다.

$$99 < Cb < 127 \text{ and } 131 < Cr < 153 \quad (1)$$

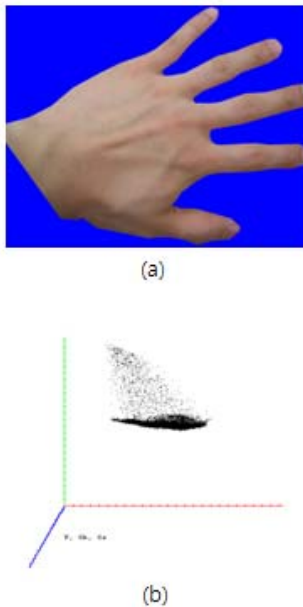


그림 3. (a) 색 공간 분석을 위한 training data / (b) YCbCr 색 공간에서의 피부색 분포

3D 모델에 의해서 가려진 피부 영역을 추출한 후, 3D 모델 위에 다시 증강시켜줄 때 3D 모델과 피부의 경계 부분이 거칠게 나타나는 문제가 생긴다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 Dilation, Erosion, Median filter, Labeling과 같은 방법들을 사용했다. 이러한 방법들을 통해서 3D 모델 위에 피부 영역을 부드럽게 증강시키고 현실감을 높일 수 있다(그림 4).

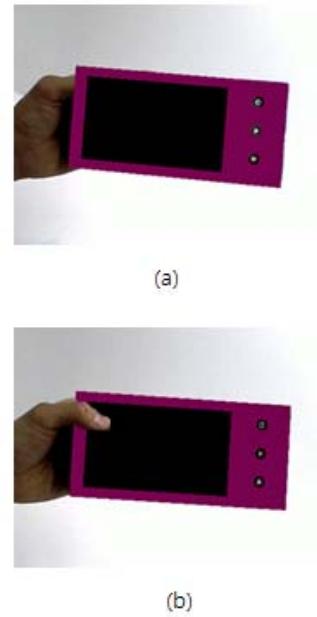


그림 4. (a) 3D 모델에 의해 가려진 피부 영역 / (b) 3D 모델위에 증강된 피부 영역

2.4 상호작용

보다 현실적이고 실용적인 디자인을 위해 사용자와 3D 모델 사이의 상호작용이 가능하게 하였다. 이러한 과정은 시제품이 동작할 때의 모습을 미리 대략적으로 살펴볼 수 있기 때문에 사용자가 중요하게 고려할 사항중의 하나이다.

상호작용의 종류는 크게 2가지로 분류할 수 있는데, 3D 모델의 색과 재질을 바꾸거나, 증강된 3D 모델을 동작시키고, 스크린에 동영상 을 재생하는 것이다(그림 5).

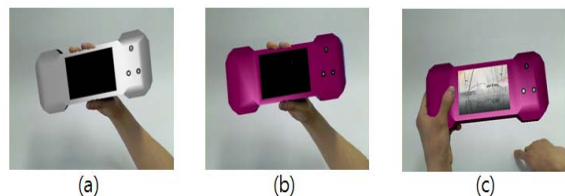


그림 5. (a) 증강된 3D 모델 / (b) 증강된 3D 모델의 색 변화 / (c) 사용자가 동작시킨 3D 모델

3D 모델의 동작은 모델에 렌더링된 버튼과 손가락의 위

치에 따라서 작동한다. 이 때 손의 위치 추적은 CAM(Continuously Adaptive Mean) Shift 알고리즘을 사용하였다[7, 8].

3. 실험 및 결과

우리는 테스트를 위해 스티로폼으로 만든 조립 가능한 3가지의 PMP mockup과 MAYA를 이용해 9개의 3D 모델을 만들었다. 9개인 이유는 하나의 모델당 총 3가지 색상(black, white, pink)으로 구분했기 때문이다. 사용자는 mockup을 원하는 모양으로 조립하고, 시스템은 외곽선을 통해 가장 일치하는 3D 모델을 mockup위에 증강시켜준다. 그리고 사용자는 3D 모델을 동작시키고 살펴봄으로써 효과적인 피드백을 수행할 수 있다 (그림 7).

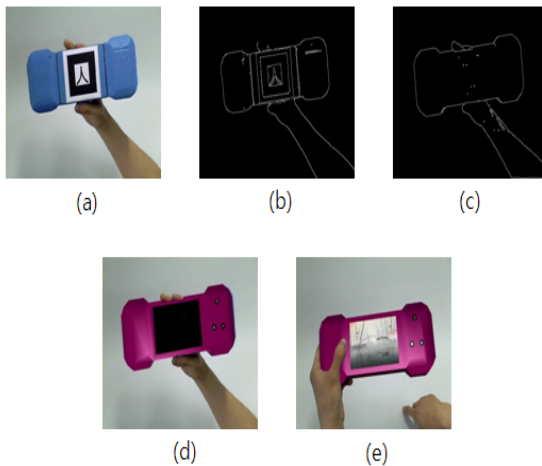


그림 7. (a) 조립된 mockup / (b) mockup의 외곽선 / (c) 외곽선이 가장 일치한 3D 모델의 외곽선 / (d) mockup에 증강된 3D 모델 / (e) 사용자와 모델의 상호작용

테스트에서 가장 결과에 영향을 크게 미친 요인은 마커의 크기와 조명의 밝기였다. 실제 PMP 크기(11cm×8cm)의 mockup을 사용하기 때문에 마커를 적절한 크기로 조절할 필요가 있었는데, 마커의 크기가 너무 작을 경우 시스템에서 인식하기 어려운 문제가 있고, 또한 조명이 너무 밝거나 어두울 때 같은 문제가 발생했다.

4. 결론

우리는 실제 조립 가능한 mockup을 사용하여 사용자들이 빠르고 효과적으로 제품을 디자인할 수 있는 방법을 고안하였다. 기존의 디자인 방법은 CAD등을 이용해서 제품을 디자인 할 때, 화면으로만 살펴볼 수 있었던 것에 비해서 증강현

실을 응용한 방법은 조립 가능한 mockup을 사용하여 단일 모양이 아닌 여러 모양의 디자인으로 쉽게 변경할 수 있다. 또한 3D 모델을 직접 만지고 조작하는 느낌을 통해 현실감과 몰입감을 높일 수 있다.

우리는 mockup의 위치를 찾을 때, 마커에 기반한 방법을 사용했는데, 이것은 마커의 크기나 테스트 환경의 조명등에 많은 영향을 받는다. 이를 보완하기 위해 마커가 없는 방법을 이용하여 더욱 신뢰성 있는 방법으로 mockup의 위치를 추적하고, 보다 정확한 피부 영역의 추출을 위해 조명 환경이 동적으로 바뀌더라도 더욱 정확하게 추출할 수 있는 방법을 연구할 계획이다.

참고문헌

- [1] G. Klinker, A. H. Dutoit, M. Bauer and F. Morgana, "A Presentation System for Product Design". International Symposium on Mixed and Augmented Reality. ISMAR, 2002.
- [2] S. Siltanen and C. Woodward, "Augmented Interiors with Digital Camera Image", Proceedings of the 7th Australasian User Interface Conference. AUIC, 2006.
- [3] W. Lee and J. Park, "Augmented Foam: A Tangible Augmented Reality for Product Design", International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR, pp. 106~109, 2005.
- [4] F. Gasparini and R. Schettini, Skin segmentation using multiple thresholding, Internet Imaging VII (Proceedings Volume), Proceedings of SPIE Vol. 6061, 2006.
- [5] F. Dadgostar and A. Sarrafzadeh, An adaptive real-time skin detector based on Hue thresholding: A comparison on two motion tracking methods, Pattern Recognition Letters, Vol. 27, pp. 1342~1352, 2006.
- [6] A. Malima, E. zger, and M. etin, A FAST ALGORITHM FOR VISION-BASED HAND GESTURE RECOGNITION FOR ROBOT CONTROL, IEEE, Signal Processing and Communications Applications, pp. 1~4. 2006.
- [7] G. R. Bradski, Computer Vision Face Tracking For Use in a Perceptual User Interface, Intel Technology Journal Q2, 1998
- [8] D. Comaniciu and P. Meer, "Mean Shift Analysis and Applications", International Conference on Computer Vision, ICCV, Vol. 2, pp. 1197~1203, 1999.
- [9] <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>