

가상환경에서의 냉장고 도어 개폐의 현실감 평가

박재희¹, 이인석¹, 김진욱², 고희동²

¹한경대학교 안전공학과, ²한국과학기술연구원 영상미디어연구센터

Presence evaluation of virtual refrigerator doors in opening and closing

Jae Hee Park¹, Inseok Lee¹, Jinwook Kim² and Heedong Ko²

¹Department of Safety Eng., Hankyong National University

²Imaging Media Research Center, KIST

Abstract

This study aims to validate the effectiveness of VE system with an arm-master in the evaluation of virtual prototype. A virtual kitchen with a refrigerator was presented in a CAVE system. Subjects put in and pull out virtual objects by using the arm-master. Twelve subjects participated in six experimental conditions: three types of refrigerator door grips and two reaction forces. After each trial, subjects evaluated a virtual refrigerator in terms of easiness of operation, similarity in force, presence etc. The results show the subjects preferred vertical grip than horizontal grip and light reaction force than heavy one. The VE system with the arm-master will be very helpful in the design evaluation of virtual prototypes.

Keywords: Arm-master, virtual prototyping, design evaluation, CAVE

1. 서론

가상현실(VR; Virtual Reality) 기술은 지금까지 매우 다양한 분야에 적용되어 왔다. 건축, 교육훈련, 오락 등에 분야에는 상업적 성공을 거둔 사례들도 많다. 디자인 분야에서의 virtual prototyping 과 이를 이용한 디자인 평가 분야도 그 적용이 유망한 분야이다. 가상현

실 시스템의 첫 적용 사례가 일본 마쓰시타 전기의 가상주방(Nomura, 1992)이었다는 것이 그 가능성을 입증해주고 있다. 그러나 상대적으로 디자인 분야에 아직까지 상대적으로 좋은 성과를 못 거둔 것도 사실이다.

그 첫째 이유는 세밀한 렌더링 효과는 기존의 컴퓨터그래픽스 기술에 비견되지 못해 사진과 같은 현실감(visual reality)을 줄 수 없다. 들

째, 산업디자인의 대상제품이 그다지 크지 않아 가상현실의 큰 장점인 내비게이션(navigation)이 그리 자주 사용되지 않아도 된다는 점이다. 이는 같은 디자인 분야라 할 수 있는 건축과 비교되는 점이다.

셋째로 산업제품은 건축물과 다르게 많은 조작 행위를 내포해야 하는데 시각 중심의 가상현실에서는 이에 대한 적절한 지원을 할 수 없다는 것을 들 수 있다.

셋째 문제와 관련해, 다행히 최근에는 다양한 형태의 힘 피드백을 제시할 수 있는 장치들이 개발되어 이러한 점을 극복할 수 있는 가능성을 보여주고 있다. 지금까지 개발되어 사용되는 대표적인 힘 피드백 장치들로는 arm-master, hand-master, force glove 등이 있다 (Burdea, 1996).

본 연구에서는 이러한 힘 피드백 장치들이 가전제품과 같이 수조작이 요구되는 제품의 디자인에 유용하게 사용될 수도 있다는 가정 하에 이를 실험을 통해 확인하고자 하였다.

대상 제품으로는 냉장고 도어의 손잡이로 하였는데, 지금까지 매우 다양한 형태의 그립(grip)이 존재하고, 실제 디자인은 어떠한 형태가 적절할 지에 대한 평가를 원한다. 그래서 실제 냉장고를 대상으로 한 그립 평가가 이루어지기도 했다(Park et al, 1996).

그러나 이런 실제제품을 이용하는 경우 원하는 모든 위치와 형태를 구현하기가 힘들어 평가에 한계를 갖기 마련이다. 그러나 가상현실 기술을 이용한다면 이러한 부분은 쉽게 해결될 수 있을 것이다. 그리고 특히 힘 피드백 장치를 이용해 적절히 도어 그립을 잡고 냉장고 문을 열고 닫는 것을 영상과 동기화 시켜 재현한다면 제품을 만들기 이전에 현실감 있는 제품평가를 수행할 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 가상의 냉장고와 다양한 그립을 만들고 여기에 문을 열고 닫을 때의 힘을

재현해 이런 시스템이 디자인 평가 과정에 사용될 수 있는지를 검증하고자 하였다.

2. 방법

실험장치

실제 냉장고와 오븐 등의 크기와 동일하게 모델링 한 가상주방을 만들어 KIST 에 설치되어 있는 4 면 영상의 CAVE 시스템에 이를 구현하였다. 가상 냉장고는 냉장실과 냉동실을 갖춘 일반적 two-door 방식의 냉장고이었다. 그러나 냉장실과 냉동실 도어에 부착될 손잡이(hand grip)는 시중 냉장고에 가장 많이 채택되는 세 가지 형태로 변이를 주었다. 수직돌출형(vertical-bar), 수직-포켓형(vertical-pocket), 수평-포켓형(horizontal -pocket) 등 세 가지 다른 형태의 손잡이가 구현되었다.

냉장고 도어를 열고 닫을 때의 반력도 변이를 주었는데 쉽게 열고 닫을 수 있는 5N의 반력과 조금 뻣뻣한 느낌의 15N의 반력 두 가지로 변이를 주었다. 이러한 힘 피드백은 고려대학교 송재복 교수팀이 개발한 arm-master를 이용해 구현하였다(Ryu et al, 2001).

4 개의 프로젝터에 의한 CAVE 공간에서의 영상은 CrystalEyes의 LCD 입체안경을 착용하고 보도록 해 깊이 지각이 쉽도록 하였고 현실감 높도록 하였다.

실험절차

실험에는 모두 6 명의 남자와 6 명의 여자 대학생들이 참가하였다. 그들은 실험 전 간단한 인구통계학적 설문조사에 응답한 후 실험에 관한 설명을 들었다. 피실험자들은 본 실험 전 arm-master를 오른 팔에 착용하고 연습을 수행하였다. 본 실험에서는 6 개의 실험조건(손잡이 형태 3 x 반력 2)에 대한 작업수행이 이루어

어졌는데, 실험순서는 Balanced Latin Square 방식에 의해 제시되었다.

실험이 끝난 후 피실험자들은 그들이 실험 도중에 느꼈던 것을 기반으로 세 가지 항목에 대한 답변을 7 점 척도 설문지 등에 응답하도록 했다. 설문에서 질문한 사항들은 다음과 같다.

- 1) 가상 냉장고 문의 개폐 용이성
- 2) 가상 냉장고 문의 개폐 시 느껴지는 힘과 실제와의 유사성
- 3) 실제 냉장고와의 전체적인 유사성
- 4) 온도조절장치의 작동 용이성
- 5) 도어 그림 유형 간의 차이
- 6) 실제 냉장고 구매에 대한 영향력
- 7) 선호 냉장고 도어

그림 1에는 arm-master를 착용한 피실험자가 CAVE 상에 구현된 가상 냉장고의 도어를 열고 닫는 실험 장면을 보여주고 있다.



그림 1 실험장면

3. 결과

냉장고 문의 개폐 용이성, 개폐 시 느껴지는 힘의 실제와의 유사성, 전체적인 냉장고의 실제와의 유사성에 대한 피실험자의 평가 자료를 대상으로 분산분석을 수행하였다.

분산분석의 주요인은 냉장고 문의 유형 (Door), 힘의 크기 (Force), 그리고 성별 (Gender)이다. 표 1은 분산분석 결과를 요약한 것으로 각 평가 항목에 대한 각 요인의 p-value를 나타내고 있다. 분산분석 결과 세 항목 모두 성별 간의 차이가 유의하게 나타나고 있으며, 개폐 용이성은 힘의 크기에 따라서 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 1. ANOVA 결과 (p values)

Source	개폐용이성	힘의유사성	전체유사성
Door (D)	0.6113	0.3835	0.4994
Force (F)	0.0526 *	0.1186	0.3169
Gender (G)	0.0618*	0.0153**	0.0612*
D*F	0.3468	0.549	0.9016
D*G	0.3061	0.9694	0.6118
F*G	0.6549	0.4216	0.4282
D*F*G	0.6336	0.1915	0.7691

**statistically significant at $\alpha=0.05$

* statistically significant at $\alpha=0.1$

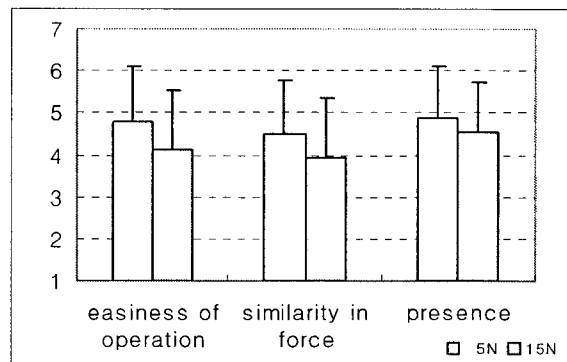


그림 2 반력의 크기에 따른 평가결과의 차

그림 2는 반력의 크기에 따른 개폐용이성, 힘의 유사성, 전체적 유사성 결과를 보여주고 있다. 전체적으로 5N을 사용했을 때가 개폐도 용이했고, 실제 냉장고와 유사한 반력을 느낄 수 있었고, 전체적으로도 실제와의 유사성을

더 많이 느낀 것으로 나타났으나 통계적 유의 차이가 있는 경우는 개폐 용이성 항목에 국한되었다.

4. 토의 및 결론

이 연구는 시각적으로는 CAVE를 사용하고 촉각(힘) 장치로는 arm-master를 채용하는 경우 현실감(presence)을 높일 수 있어 제품 디자인 평가에 사용될 경우 효과를 볼 수 있을 것이라는 가정 하에 시도되었다.

통계적 결과만을 볼 때 오직 반력의 차이만이 냉장고 도어 개폐의 용이성에 영향을 주는 것으로 나타나, 이러한 방법이 유의한 효과를 낼 것이라는 것을 입증하지는 못했다.

그러나 이는 이러한 장치의 효과가 미미해 서가 아니라 여러 가지 실험적 제약들에 기인한 바도 많았을 것으로 판단된다. 예를 들면 현 arm-master의 구조상 의자에 앉아서 상체가 거의 고정된 상태에서 작업을 수행해야 했고, arm-master를 장착한 오른 팔도 5 자유도를 주었으나 실제보다는 자유롭지 못했다.

또한 가상냉장고 도어만의 상호비교 보다는 실제 냉장고 도어와의 비교, 조작 장비 상에도 arm-master 와 일반 마우스 혹은 wired-glove 의 사용을 통해 arm-master의 상대적 기여를 먼저 밝히는 실험이 먼저 필요했다고 판단된다. 추후 연구로 이러한 부분이 수행될 수 있을 것이다.

점차 가상현실은 시각과 청각 위주의 현실감 재현에서 촉각 혹은 힘 그리고 후각 등의 자극을 재현하는 방법들도 추가되는 양상을 띠고

이 있다. 이에 따라 시각과 청각 만으로는 매우 제한적이었던 영역들도 이제 가상현실 기술의 응용영역으로 들어오려 하고 있다. 가전제품의 디자인과 평가도 이러한 부분이 될 터인데 arm-master를 적절히 이용한다면 효과를 볼 수 있을 것이다.

이에 이 분야의 연구의 초점도 현실감을 높이는 방향으로 이러한 장치들의 최적화를 이룰 수 있는 방향에 맞추어져야 할 것이다.

참고문헌

- Burdea, G.C. (1996), Force and touch feedback for virtual reality, John Wiley & Sons.
- Nomura, J. et al., (1992), Virtual space decision support system and its application to consumer showrooms, Matsushita white paper.
- Park, J.H. et al (1996), Ergonomic evaluation and guidelines for refrigerator design, Proc. of the 4th Pan pacific Conference on Occupational Ergonomic, 496-499.
- Ryu, D., Kwon, T. and Song, J (2001), Design of a user-oriented 6-DOF parallel haptic hand controller, Proc. of 2001 spring conference of the Korean society of mechanical engineers (B), 313-318.