

## 계층적 삼차원 증강현실 메뉴를 위한 홀센서 기반 스핀 큐브 인터페이스

### Hall-sensor based Spin Cube Interface for Hierarchical 3D Augmented Reality Menu

이형목, Hyeongmook Lee\*, 우운택, Woontack Woo\*\*

**요약** ~ 본 논문에서는 삼차원 공간에서의 효과적인 메뉴 시각화 및 제어를 위한 홀센서 기반 스핀 큐브 인터페이스를 제안한다. 메뉴 시스템은 이차원 데스크탑을 포함한 삼차원 가상현실 및 증강현실 응용시스템의 사용자의 편의를 고려하는 주요 요소 중 하나이다. 하지만 삼차원 공간에서는 사용자 제스처 인식을 위한 고가 장비 필요로 인한 부담 또는 사용자의 깊이 인식 능력에 따른 메뉴 선택 및 변경의 어려움이 발생한다. 제안하는 인터페이스는 마커 간 상대 회전 정보를 이용하여 회전 인식이 가능한 기계발된 스핀 큐브 인터페이스의 회전 인식 성능을 높이기 위해 다수 홀 센서 기반 양손 회전 제스처 인식 알고리즘을 제안한다. 또한 큐브 외부에 부착된 마커에 의해 증강되는 가상 메뉴와 내부 홀센서에 의해 인식되는 회전이 결합된 계층적 삼차원 증강현실 메뉴 시스템을 소개한다. 제안된 인터페이스를 통해 구현된 계층적 증강현실 삼차원 메뉴 시스템은 증강현실 환경이 익숙하지 않은 일반 사용자도 빠르고 직관적으로 복잡한 응용시스템을 지원할 것으로 기대된다.

**Abstract** ~ We propose hall-sensor based spin cube interface for hierarchical 3D augmented reality menu that allows efficient system control in 3D space. The menu system is an important element for helping user in 3D virtual and augmented reality application system including 2D desktop application. In 3D space, however, the burden is occurred high-cost device for users' gesture recognition, or difficulty of menu selection and modification according to ability of users' depth perception. In this paper, at first, we enhance the existing spin cube interface which recognizes two-handed users' rotating gesture by using relative markers rotation. In order to support more robust rotation detection, we suggest multiple hall sensors based algorithm. In addition, we introduce the 3D augmented reality menu which combines marker based 3D menu visualization and hall sensor based robust rotation detection process. We expect proposed menu system can apply as fast and intuitive complex application system control to inexperienced in 3D space also.

**핵심어:** *Three-dimensional menu, Tangible User Interface, Augmented Reality, Hall Sensor Tracking*

본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었음

\*주저자 : 광주과학기술원 U-VR 연구실; e-mail: hmooklee@gist.ac.kr

\*\*교신저자 : 광주과학기술원 U-VR 연구실; e-mail: wwoo@gist.ac.kr

## 1. 서론

대부분의 응용시스템은 사용자 편의 및 효과적인 조작 목적의 메뉴 시스템을 포함하고 있으며 제공하는 기능의

수가 많은 복잡한 시스템일수록 항목의 분류 및 접근성 등의 이유로 메뉴 구성에의 어려움이 따른다. 기존의 이차원 데스크탑 응용시스템에서의 메뉴 시스템은 키보드와 마우스 인터페이스를 이용한 메뉴 목록 열람 및 선택을 제공하지만 이는 삼차원 공간에서는 공간적 제약의 이유로 효과적이지 않은 인터페이스이다.

삼차원 공간에서 효과적인 메뉴 시각화 및 조작을 위한 인터페이스와 관련된 다양한 연구가 진행되어 왔다. TULIP[1]은 가상공간에서 Pinch Glove 를 이용하여 최대 16 개의 메뉴를 손가락과 엄지의 조합으로 선택하는 기법을 제공하였다. 이러한 상호작용은 손과 직접 상호작용하기 때문에 직관적이지만 고가의 장비를 필요로 하므로 일반 사용자들이 널리 사용하기 어렵다. Butz[2]는 6 개의 OLED 디스플레이 장치 기반의 인터페이스를 이용한 계층적 삼차원 메뉴 시스템인 TUISTER 를 소개하였다. 마우스 휠과 같은 회전 입력만으로 메뉴를 직관적으로 조작할 수 있는 장점이 있지만 제한된 디스플레이 수와 일차원적 입력의 한계가 있다. 증강현실에서는 Poupyrev[3]가 감각형 상호작용을 지원하는 마커 기반 메뉴를 위한 인터페이스를 제안하였지만 하나의 마커가 하나의 관련 기능과 대응되므로 복잡한 시스템에 적용하기에는 어려움이 따른다.

본 논문에서는 현실 공간에서 효과적으로 삼차원 메뉴를 시각화하고 제어가능한 홀센서 기반의 스핀 큐브 인터페이스를 제안한다. 먼저 메뉴 조작 인터페이스로써 양손 기반 회전 제스처 인식이 가능한 스핀 큐브 인터페이스[4]가 요구되며 보다 강건한 회전 제스처 인식을 위한 다수 홀 센서 기반 회전 인식 알고리즘을 제안한다. 또한 인터페이스 외부에 부착된 마커 기반의 큐브 추적과 내부에 장착된 홀센서 기반 사용자 회전 인식이 결합된 삼차원 증강현실 메뉴를 소개한다.

## 2. 본론

### 2.1 스핀 큐브 인터페이스

스핀 큐브 인터페이스는 다수 마커 기반 감각형 사용자 인터페이스이다. 하드웨어 추가를 고려한 내부의 공간과 자연스러운 힘 피드백을 위해 내부 각 면마다 부착된 다섯 개의 자석을 이용한 양손 결합, 분리, 그리고 회전 상호작용을 지원한다. 또한 모서리의 독립된 버튼을 통한 빠른 입력을 제공한다(그림 1).

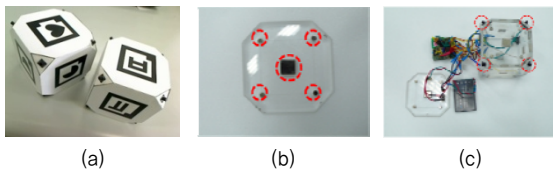


그림 1. 스핀 큐브 인터페이스 (a)-(c)

### 2.2 홀 센서 기반 회전 인식

기존의 스핀 큐브 인터페이스는 두 감각형 큐브의 마커 간 상대 회전 정보를 이용하면 큐브의 회전 정도를

인식하는 것이 가능하며 이를 회전 상호작용에 적용할 수 있다. 하지만 비전 기반 시스템에서 동일한 큐(마커)를 상호작용과 추적에 동시에 활용하는 것은 입력 영상의 상태에 따라 잘못된 정보를 획득하거나 손실하는 경우가 발생할 위험이 있다. 또한 사용자가 마커를 통해 회전 인식이 된다는 것을 인지하면서 시스템을 조작하는 것은 스트레스 유발 원인이 될 수 있으므로 좋은 상호작용 기법이라고 볼 수 없다.

홀 센서는 자석에 반응하여 전류를 흐르게 하는 스위치 역할을 하는 저가의 센서이다. 이를 하나의 감각형 큐브 속에 배치하고 나머지 큐브의 모서리에 부착된 네 개의 보조 자석의 이동을 홀 센서가 감지함으로써 사용자에 의한 회전 제스처 인식이 가능하다. 여기에서 회전 방향을 추출하기 위해서는 한 면에는 최소 두 개의 홀 센서가 필요하다(그림 2).

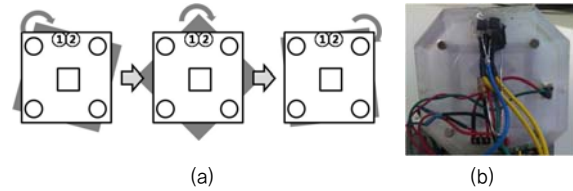


그림 2. 두 개의 홀 센서를 이용한 큐브 회전 인식(a) 및 구현(b)

### 2.3 계층적 증강현실 삼차원 메뉴

마커 기반의 추적가능한 스핀 큐브 인터페이스와 홀 센서 기반의 강건한 회전 인식 알고리즘이 결합된 계층적 증강현실 삼차원 메뉴의 구현을 위해서는 두 입력의 동기화를 필요로 한다. 그림 3 의 (a)는 동기화된 삼차원 메뉴 시스템의 예이다. 사용자의 회전 방향에 따라 메뉴 목록이 변경되고 큐브 인터페이스의 버튼 입력의 종류 또는 시점에 따라 다음 깊이의 메뉴로 넘어가거나 선택된다. 그림 4 의 (b)는 메뉴 목록의 수의 변화에 따라 증강되는 위치를 균일하게 결정하는 방법이다. 이러한 삼차원 증강현실 메뉴는 메뉴 목록의 수에 제한이 없으며 감각형 인터페이스 주변에 증강함으로써 깊이 인식의 문제를 줄이는 장점이 있다.

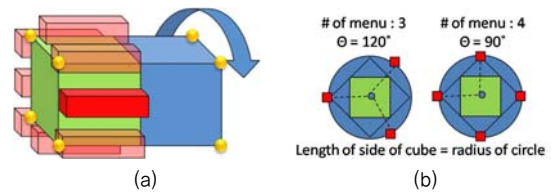


그림 3. 증강현실 메뉴 시스템(a) 및 메뉴 개수에 따른 증강위치

## 3. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 삼차원 공간에서의 효과적인 메뉴 시스템의 구현 및 제어를 목표로 강건한 회전 인식이 가능한 홀 센서 기반 스핀 큐브 인터페이스를 제안하였다. 기존의 마커 기반 큐브 인터페이스의 회전 인식 문제점 개선을 위해 저가의 홀 센서 기반의 회전 인식 기법을 제안하였다. 본 논문에서는 한 면에 두 개의 홀 센서를 활용하여 90 도 회전 경우에만 인식 가능한 경우를 보여주지만 홀 센서를 추가하면 보다 각도에 민감한 상호작용 또한 가능할 것이다. 향후에는 계층적 삼차원 증강현실 메뉴 시스템의 완결성을 높이고 그 성능을 정량적, 정성적으로 평가하고자 한다.

### 참고문헌

- [1] D. A. Bowman, C. A. Wingrave, "Design and evaluation of menu systems for immersive virtual environments" , IEEE virtual reality, Yokohama, Japan, 2001, p.149-156.
- [2] A. Butz, M. Gross, A. Kruger, "Tuister: a tangible ui for hierarchical structures" , Proceedings of the ninth international conference on Intelligent User Interface, New York, USA, 2004, p.223-225.
- [3] I. Poupyrev, D. S. Tan, M. Billinghurst, H. Kato, H. Regenbrecht, N. Tetsutani, "Developing a generic augmented-reality interface" , IEEE Computer, 2002, 35(3), p.44-50

- [4] H. Lee, Y. Lee, W. Woo, "Cubical User Interface for Virtual Object Manipulation in Tangible Augmented Reality" , Korea Human Computer Interaction, 2009, p363-367