

# CyberGlove를 이용한 VR 바둑 게임의 사용성 평가

이재진, 김정식, 최수미  
세종대학교 컴퓨터공학부

e-mail: bloodsea4@hotmail.com, jskim@sju.ac.kr,  
smchoi@sejong.ac.kr

## A Usability Evaluation of VR Go-Game using CyberGlove

Jae-Jin Lee, Jeong-Sik Kim, Soo-Mi Choi  
School of Computer Engineering, Sejong University

### 요 약

본 논문에서는 가상환경에서의 바둑 게임을 위하여 CyberGlove와 트래킹 장비를 이용한 사용자 인터페이스를 구축하고 이의 사용성을 평가하였다. 먼저 바둑 게임을 위한 3차원 객체들을 생성한 후, WorldToolkit을 이용하여 가상환경을 구축하였다. 그리고 트래킹 리시버가 부착된 CyberGlove를 끼고 바둑함으로부터 “바둑알 집기”와 바둑판 위의 화점에 “바둑알 두기”를 통해 가상환경에 익숙치 않은 사용자들을 대상으로 인터페이스의 사용성을 평가하였다. 실험 결과 현실 세계와 같이 손과 손가락을 움직여 바둑을 두는데 매우 흥미로웠고, 사용자의 2가지 뷰에 따라 실험한 결과 직교 top 뷰에서의 정확도가 대각 원근 뷰 보다 높게 나타났다. 또한 주변 화점에 바둑알을 둘때의 정확도가 현저히 저하됨을 알 수 있었다. 장기간 사용시 불편함 호소 등 해결해야할 문제가 있음에도 불구하고 가상현실 인터페이스는 보다 몰입적이고 현실감 있는 게임을 위해 필요한 요소임을 확인할 수 있었다.

### 1. 서론

컴퓨터와 인터넷 환경에 익숙한 중장년층이 증가함에 따라 많은 사람들이 온라인 바둑 게임 [1,2]을 즐기고 있고, 인터넷의 확산으로 한국, 중국, 일본 등의 아시아권을 엮는 새로운 문화를 형성해 가고 있다. 최근에는 모바일 플랫폼의 등장으로 모바일 핸드폰과 PDA를 이용한 바둑 인터페이스에 관한 연구가 이루어지고 있다 [3]. 이러한 컴퓨터 바둑 게임은 시·공간적인 한계를 극복하여 언제, 어디서나 게임을 즐길 수 있도록 발전하고 있다.

가상현실 기술은 사용자의 몰입감(immersive)을 높이기 위하여, 관찰자 중심(viewer-centered)의 입체 영상(stereoscopic images)을 제공하며 공간상에서 멀티모달 인터랙션 (multi-modal interaction)을 가능하게 해준다 [4]. 현재 온라인 바둑에서는 입력

장비로 마우스가 사용되는데, 바둑과 같이 손을 이용하는 게임에서 현실감을 높이기 위해서는 손의 위치와 손가락의 움직임을 트래킹할 수 있는 가상현실 장비의 사용을 고려할 수 있다.

손을 사용하는 게임 또는 손의 움직임과 관련된 가상현실 애플리케이션을 살펴보면 다음과 같다. Nedel [5]은 가상현실 환경에서의 몰입적인 가상환경을 제공하기 위하여 사용자 중심(egocentric)의 인터랙티브한 방법들을 체스 게임에 도입하였다. Nedel은 데이터 글러브 기반의 가상의 손 객체와 레이 캐스팅(ray-casting) 방법을 사용하여 체스 게임에 필수적인 객체 선택과 조작 능력을 평가하였다. Jack [6]은 뇌졸중 환자의 손 기능 재활을 위하여 가상현실 게임 기반의 훈련 시스템을 제안하였다. Jack은 Cyber Glove와 RMIII 포스 피드백 글러브를

사용하였고, 4 종류의 재할 프로그램 즉, 손의 움직임은 범위, 손의 움직임은 속도, 손가락 굽히기, 움직이는 힘의 크기 등을 신호등 또는 피아노 건반과 같은 게임 콘텐츠와 결합하여 재할훈련의 지루함을 덜 수 있도록 하였다. 이러한 글러브를 기반으로 한 가상현실 인터페이스는 의학분야에서 손의 움직임을 분석하는 데도 많이 사용되어졌다 [7].

본 논문에서는 가상환경에서의 바둑 게임을 위하여 CyberGlove와 트래킹 장비를 사용한 사용자 인터페이스를 구축한 후 이의 사용성을 평가한다. 이어지는 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 가상환경에서의 바둑 게임 인터페이스 구축에 관하여 기술하고, 3장에서는 구현 및 결과를 제시한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

## 2. 가상환경에서의 바둑 게임 인터페이스

CyberGlove를 이용한 VR바둑 게임 인터페이스는 그림 1과 같이 구성하였다. 트래킹 장비의 리시버를 CyberGlove의 손목에 부착하여 손의 움직임을 3차원 공간에서 추적하였다. 그리고 스테레오 영상을 제공하기 위해 Emitter를 모니터 위에 부착하고 스테레오 글래스를 사용하였다. 이때 트래킹 장비는 시리얼 포트 1, CyberGlove는 시리얼 포트 2 그리고, Emitter는 그래픽 카드의 S-VHS에 연결하였다.



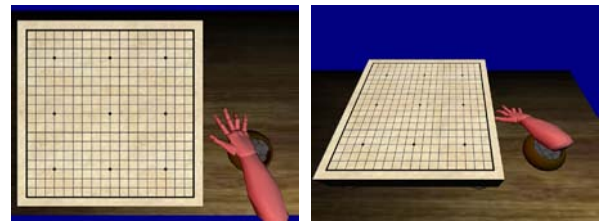
그림 1. VR 바둑 게임 인터페이스 구성도

### 2.1 CyberGlove 기반 사용자 인터페이스

바둑 게임을 위한 VR 사용자 인터페이스 구축은 크게 세 단계로 이루어진다. 첫째, CyberGlove와 트래커에 대한 캘리브레이션(calibration)을 수행한다. CyberGlove의 캘리브레이션은 사용자의 올바른 손가락 모양을 유지하기 위한 작업이고, 트래커는

가상환경의 월드 좌표계와 트래커의 로컬 좌표계를 일치시키기 위한 작업이다. 모든 캘리브레이션 작업은 Immersion사에서 제공하는 VirtualHand SDK를 사용하여 이루어진다.

둘째, 장면 구성을 위하여 바둑판, 바둑함, 바둑알 등의 삼차원 객체들을 모델링한다. 모든 모델들은 3ds Max 모델링 툴을 사용하여 생성하였다. 바둑 게임의 현실감을 위해 실제 바둑판 규격인 가로 42cm, 세로 45cm의 비율을 따랐다. 또한 검정색이 흰색보다 축소되어 보이는 현상을 감안하여 검은색 바둑돌을 흰색보다 조금 더 크게 나타내었다. 그리고 바둑 게임을 위한 사용자 뷰로, 직교 top 뷰와 원근 대각 뷰를 제공하였다.



(a) 직교 top 뷰 (b) 원근 대각 뷰

그림 2. 바둑 게임을 위한 사용자 뷰

마지막 단계에서는 그림 3과 같은 순서로 충돌 검사(collision detection)를 수행한다. 손가락과 바둑함의 충돌이 일어나는 경우에는 손가락과 바둑알의 충돌을 검사한다. 그리고 나서 바둑알과 바둑판의 충돌을 검사하게 된다. 예를 들어, 사용자가 현재 바둑알을 쥐고 있지 않는 경우라면 바둑알과 바둑판의 충돌 검사는 하지 않게 된다.

“손가락과 바둑함의 충돌”과 “바둑알과 바둑판의 충돌”은 WorldToolkit™의 WTK의 함수를 사용하여 구현하였고, OBB(Object Oriented Bounding Box)의 방법을 사용하였다. 그러나 바둑알을 잡기 위해서는 바운딩 박스만으로 원하는 자세를 표현하기 어렵기 때문에 손가락과 바둑알의 충돌검사를 위한 좀 더 정밀한 작업이 요구된다. 그래서 WTK의 함수를 이용하여 검지와 중지 손가락 끝 노드의 좌표값을 각각 얻어낸 후, 두 노드 사이의 거리를 측정하여 임계값 범위 내에서만 두 손가락 사이에 바둑알이 쥐어진 상태로 인식하게 하였다.

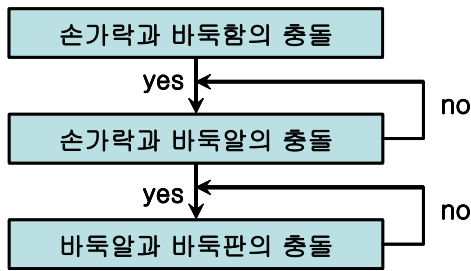


그림 3. 충돌 검사의 순서

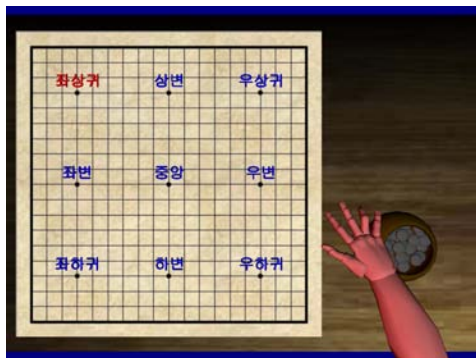
## 2.2 사용성 평가: “바둑알 집기”와 “바둑알 두기”

본 논문에서는 가상현실 바둑 게임 인터페이스의 사용성을 평가하기 위하여 가상현실 환경에 익숙하지 않은 사용자들을 대상으로 바둑알 집기와 바둑판 위의 화점에 바둑알을 두는 착수를 중심으로 사용성을 평가하였다.

바둑알 집기를 테스트하기 위해서는 CyberGlove를 낀 상태에서 가상의 손 객체가 바둑함 안의 바둑알을 집도록 하였다. 이는 가상현실 환경에 적응하는 단계로 가상환경 안에서 거리감을 느끼고, 바둑알을 집는 자세 (검지(혹은 약지와 함께)와 중지사이에 끼움)를 취할 수 있도록 한다. 그림 4의 (a)는 평상시 손 모습을 (b)는 바둑알을 낀 손의 모습을 보여준다. (c)는 착수 요령으로 화점(바둑판 위의 굵은 점들)의 명칭과 자리를 바둑판 위에 텍스트로 나타내고, 이 화점에 바둑알을 두도록 하는 장면이다. 이는 바둑의 룰을 배우고, 네비게이션에 적응할 수 있도록 해준다.



(a) 평상시 손 (b) 바둑알을 낀 손



(c) 바둑판 위의 화점 설명

그림 4. CyberGlove 낀 손 모습과 바둑판의 화점

## 3. 구현 및 결과

본 논문의 가상현실 인터페이스는 Visual C++과 WorldToolKit Library를 사용하여 구현하였다. 가상현실 입력 장비로는 Immersion사의 22 센서의 CyberGlove를 사용하였으며, 트래킹 시스템으로 6 자유도를 가진 POLHEMUS사의 Fastrak을 사용하였다. 데스크탑은 CPU Pentium4 3.0c 메모리 1G 비디오 카드는 QUADRO 1000을 사용하였다. 스테레오 비전 장비로는 STEREOGRAPHICS사의 Crystal Eyes를 사용하였다.

“바둑알 집기”와 “바둑알 두기”를 직교 top 뷰와 원근 대각 뷰 상태 모두에서 테스트 하였다. “바둑알 두기”에 대해서는 스테레오 글래스를 착용한 상태와 일반 모니터 상태에 대해 비교한 결과 또한 제시한다. 먼저 “바둑알 집기”에서는 바둑알 집는 요령을 5번씩 5차에 걸쳐서 실험을 했는데, 1차부터 5차까지의 실험은 하루에 한번씩 하게 하였다. 표 1과 표 2에서 보는 것처럼 바둑알을 여러 번 집는다고 해서 바둑알을 집는 속도가 빠르게 향상되지는 않았다. 바둑알을 집는 데 걸리는 시간은 평균 약 9초가 걸렸고, top 뷰에서의 시간이 대각 뷰의 시간보다 짧은 것을 알 수 있다. 그러나 대각 뷰는 top 뷰보다 사용자들이 좀 더 실제감을 느낄 수 있었다.

표 1. 직교 top 뷰에서의 바둑알 집기

(단위 : 초)

1차	2차	3차	4차	5차
12.2	11.0	9.4	9.0	10.1
9.8	10.1	8.9	9.4	9.3
11.5	9.8	8.8	8.2	8.2
8.5	10.5	7.9	8.7	9.5
8.4	8.2	8.4	7.9	8.0

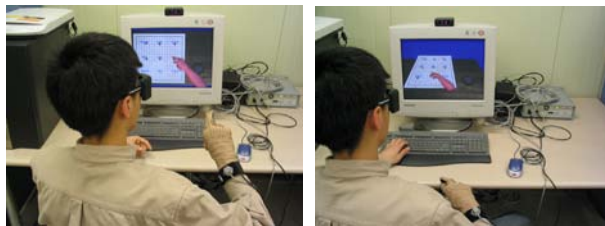
표 2. 원근 대각 뷰에서의 바둑알 집기

(단위 : 초)

1차	2차	3차	4차	5차
12.6	10.8	10.0	9.6	8.9
10.4	10.4	9.4	9.8	10.3
10.4	9.8	9.3	10.2	9.7
11.0	10.0	8.9	9.0	9.4
9.8	9.4	8.1	9.1	9.1

“바둑알 두기”는 9개의 화점에 각각 바둑알을 놓을때의 정확도와 걸리는 시간을 측정하였다. 이때 뷰를 변환시킨 것과, 스테레오를 적용 또는 미적용한 경우에 대해 각각 2번씩 실험하였다. 정확도는 화점을 기준으로 일정한 반경 이내에 들어오면 수치

로 나타나게 되는데, 반경을 넘어서면 0%이고, 화점에 가까울수록 높은 수치를 나타내게 된다. 시간은 바둑알이 생성됐을 때부터, 바둑알과 바둑판의 충돌이 일어날 때까지의 시간을 측정하였다. 표 3과 표 4를 보면 왼쪽에 있는 화점 (좌상귀, 좌변, 좌하귀)에서는 정확도가 다른 화점들에 비해 현저하게 떨어짐을 알 수 있고, 또한 시간도 오래 걸림을 알 수 있다. 즉, 글러브가 일정한 반경을 벗어나면 세밀한 조작이 어려운 것으로 보인다. “바둑알 집기”와 마찬가지로 직교 top 뷰가 정확도와 시간 면에서 원근 대각 뷰 보다 좋음을 알 수 있다.



(a) top 뷰 (b) 원근 대각 뷰  
그림 5. 사용자 뷰에 따른 바둑알 두기

표 3. 직교 top 뷰에서의 바둑알 두기

	1차		2차	
	정확도(%)	시간(초)	정확도(%)	시간(초)
좌상귀	71.4	18.4	81.4	22.4
상변	98.4	16.2	88.3	14.2
우상귀	94.7	15.4	94.7	13.1
좌변	70.1	16.1	68.0	18.5
중앙	99.4	14.8	91.6	11.7
우변	88.0	12.9	91.4	12.9
좌하귀	76.8	15.0	80.8	13.9
하변	92.4	13.8	99.2	11.8
우하귀	98.8	12.0	89.1	11.4

표 4. 원근 대각 뷰에서의 바둑알 두기

	1차		2차	
	정확도(%)	시간(초)	정확도(%)	시간(초)
좌상귀	81.0	19.1	80.1	20.0
상변	94.9	17.2	89.8	16.3
우상귀	91.4	16.4	91.6	13.5
좌변	79.7	16.0	81.1	19.5
중앙	91.9	18.7	91.7	11.0
우변	90.7	14.7	91.4	12.2
좌하귀	72.3	17.1	81.9	15.4
하변	92.2	14.8	94.4	13.3
우하귀	91.7	13.7	93.0	12.2

“바둑알 집기”와 “바둑알 두기”에서 공통되게 직교 top 뷰에서 원근 대각 뷰 보다 정확도 측면에서 좋

은 결과를 보였다. 스테레오 환경에서는 양안의 거리 값의 정도를 변경할 수 있는데, 거리 값이 클수록 깊이감을 심하게 느끼게 된다. 그러나 깊이감이 커질 수록 사용자는 어지러움을 더 느꼈고, 스테레오 글래스를 낀 상태에서 1시간 - 2시간이 되었을 때에는 많은 불편함을 호소하였다. 그럼에도 불구하고 현실세계에서 바둑을 두는 것과 같이 손을 직접 움직여서 바둑을 두는 것에 대하여 매우 흥미로웠고, 초보자에게 바둑알 집기와 같이 손 동작을 훈련시키거나 바둑을 룰을 가르치는 효과적임을 알 수 있었다.

#### 4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 바둑 게임을 위해 CyberGlove를 이용한 가상현실 인터페이스를 제시하였고, “바둑알 집기”와 “바둑알 두기”에 대하여 정확도와 속도 테스트를 수행하였다. 실험 결과 현실 세계와 같이 손과 손가락을 움직여 바둑을 두는데 매우 흥미로웠고, 사용자의 2가지 뷰에 따라 실험한 결과 직교 top 뷰에서의 정확도가 대각 원근 뷰 보다 높게 나타났다. 또한 주변 화점에 바둑알을 둘때의 정확도가 현저히 저하됨을 알 수 있었다. 장기간 사용시 불편함 호소 등 해결해야할 문제가 있음에도 불구하고 가상현실 인터페이스는 보다 몰입적이고 현실감 있는 게임을 위해 필요한 요소임을 확인할 수 있었다.

#### 참고문헌

[1] 네오스톤, <http://www.neostone.co.kr>  
 [2] 사이버오로, <http://www.cyberoro.com>  
 [3] 성재경, “PDA 기반 모바일 네트워크 바둑 게임의 유저 인터페이스에 관한 연구”, 세종대학교 대학원 석사학위 청구논문, 2003.  
 [4] G. C. Burdea, P. Coiffet, Virtual Reality Technology, Wiley-Interscience, 2003.  
 [5] L. P. Nedel, *et al.*, “Testing the Use of Egocentric Interactive Techniques in Immersive Virtual Environments”, INTERACT, 2003.  
 [6] D. Jack, *et al.*, “A virtual reality-based exercise program for stroke rehabilitation”, ASSETS 2000: ACM SIGCAPH Conference, November 2000.  
 [7] T-Y. Chuang, *et al.*, “A virtual reality-based system for hand function analysis”, Computer Methods and Programs in Biomedicine 69, pp. 189-196, 2002.