



## 가상현실 환경에서 움직이는 사물과의 상호작용 실험 비교

Experiment for comparison of interaction with moving objects in virtual reality environment

---

저자 (Authors) 최성환, 김태훈, 윤대근, 김기범, 조상현  
Sung-Hwan Choi, Tae-Hoon Kim, Dae-Geun Youn, Ki-Bum Kim, Sang-Hyun Cho

출처 (Source) [한국정보과학회 학술발표논문집](#) , 2017.12, 1435-1437(3 pages)

발행처 (Publisher) [한국정보과학회](#)  
The Korean Institute of Information Scientists and Engineers

URL <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07322521>

APA Style 최성환, 김태훈, 윤대근, 김기범, 조상현 (2017). 가상현실 환경에서 움직이는 사물과의 상호작용 실험 비교. 한국정보과학회 학술발표논문집, 1435-1437

이용정보 (Accessed) 한양대학교 ERICA캠퍼스  
166.\*\*\*.218.44  
2019/06/17 20:02 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# 가상현실 환경에서 움직이는 사물과의 상호작용 실험 비교

최성환, 김대훈, 윤대근, 김기범, 조상현  
계명대학교 컴퓨터공학부 게임모바일공학과  
shjy1669@naver.com, xogns9865@naver.com, youn01048@naver.com,  
kibumkim.kmu@gmail.com, chosh1231@naver.com

## Experiment for comparison of interaction with moving objects in virtual reality environment

Sung-Hwan Choi, Tae-Hoon Kim, Dae-Geun Youn,  
Ki-Bum Kim, Sang-Hyun Cho  
Keimyung University Dept. of Game Mobile Engineering

### 요약

본 논문은 최근 주목받고 있는 VR 콘텐츠 제작에 있어서 자주 접할 수 있는 VR 환경 상에서의 오브젝트와 사용자 상호작용을 다룬다. 다양한 실험 상황을 통하여 VR 환경에서 사용자들이 선호하는 조건을 조사한다. 이 때 상호작용이 원활하게 이루어지고 있는지를 판단하기 위하여 동일한 조건의 주어진 상황에서 각각 어떠한 사용자 반응을 보이고, 어떤 차이점이 보이는 지를 비교 분석하고, 앞으로 VR 환경에서 콘텐츠를 개발을 할 때 고려할 수 있는 보다 나은 상호작용 방식을 제시한다.

### 1. 서론

2016년 이후로 ICT산업의 주요 이슈 중의 하나는 가상현실이였다. 다수의 IT기업들이 관련 디바이스를 출시하면서 본격적으로 시장이 확산되기 시작했으며, 최근 정부에서도 차세대 먹거리 산업의 핵심으로 가상현실을 주목하면서 관련기업들은 가상현실 콘텐츠 확보 및 개발에 힘을 쓰고 있다. 하지만 다양한 가상현실 디바이스들이 동시에 출시되고 개발초기 상황 상 하드웨어에 대한 관심이 집중되면서 가상현실 콘텐츠의 개발환경에 대한 가이드라인은 제시되지 않아서 기존 콘텐츠와의 차별화된 개발환경에 대한 연구가 요구된다. 이에 따라 우리는 전체 개발환경 중 가상현실 컨트롤러의 개발환경에 대해 정의하고자 한다. 본 논문에서는 가상현실 컨트롤러로 가상현실의 물체를 조작하여, 가상현실의 움직이는 다른 물체와 사용자의 상호작용에 대하여 다룬다.

Zhai와 Milgramdms은 3차원 부분 집합을 정의하고 3차원 공간에서의 다중 자유도 조작체계에 대한 연구를 하였다[1]. 이 연구를 참고하여 우리는 가상현실 컨트롤러, 가상현실 컨트롤러로 조작하는 물체, 가상현실의 움직이는 다른 물체를 손, 방망이, 공으로 가정하고 야구를 모티브로 한 실험을 분석한다. 야구에서 공이 날아오는 방향에 따라 타자의 움직임이 변화한다. 이에 따라 타자와 공의 상호작용의 차이가 발생한다. 실험을 통해 상호작용하기에 가장 효율적인 공의 방향을 찾고, 컨트롤러의 개발환경에 대해 정의한다. 따라서 사용자는 콘텐츠를 편리하게 사용하고, 기업과 정부는 보다 나은 콘텐츠 환경을 제공하고, 추후 유사 콘텐츠 제작에 응용할 수 있다.

### 2. 실험 모델

이 연구에서는 Bowman과 Hodges[2]에서 가상환경의 상호 작용 기술 설계 평가 및 적용에 대한 연구 방법론과 방법론 사용의 초기 결과에 대한 설명을 참고 하여 다음과 같은 실험 모델을 정의한다.

- 1) 이 실험은 가상현실 기기를 착용하여 실제 야구처럼 공을 쳐서 안타를 치는 것을 실험 목표로 설정하고 목표를 달성하기 위해서 컨트롤러로 상호작용하는 것에 대해 연구한다. (실험자는 공을 쳐서 파울 라인을 넘어가지 않고 최대한 멀리 보내는 것을 목표로 한다.)
- 2) 이 실험에 대한 적용 방법으로 가만히 공중에 떠 있는 고정된 공을 치는 것으로 예행연습을 한다.
- 3) 이 실험의 대비군은 4가지로 야구에서 투수 위치에서 날아오는 공, 1루수와 포수 사이 위치 중 투수에서 타석 과 90도 되는 곳에서 날아오는 공, 타석의 위에서 내려오는 공, 타석의 아래에서 올라오는 공으로 실험한다(단, 아래에서 올라오는 공은 올라간 다음 내려온다).
- 4) 실험에서 방망이를 이용하여 공을 맞추지 못한 경우를 에러 상황으로 보고 에러율을 판단한다.
- 5) 공을 쳤더라도 파울 라인을 넘어가서 파울이 된 경우는 에러 상황으로 간주한다.

- 6) 동일하게 공을 보낼 수 있게 공은 방망이의 충돌 각, 충돌 힘을 이용한 계산 하는 식과 중력에 의해서만 이동하며 거리 비교를 함으로써 정확성을 평균으로 계산하여 비교 한다.
- 7) 각 대비군에서 날아오는 공은 예행연습 때 고정되어 있던 공의 위치를 지나가게 되며 고정되어 있던 공의 위치에서 동일한 거리에서 동일한 속도로 이동하게 된다.
- 8) 가상현실 상에서 공이 날아오는 방향을 제외한 모든 조건은 동일하게 제어한다.
- 9) 각 실험은 익숙함에 의해 실험의 결과에 영향을 미치지 않도록 순서를 바꾸어가면서 실험을 실시한다.
- 10) 실험 프로그램은 Unity엔진을 이용하여 개발하며 SteamVR, VRTK asset을 사용한다.



그림 1. 일반적 야구의 투수 위치



그림 2. 타석에 섰을 때 몸의 정면 방향

### 3. 평균 응답 시간 분석

오브젝트를 이용하여 충돌 처리를 하는 과정에서 처음 서있는 위치의 정점 좌표를 P라고 했을 때 X, Y, Z축 기준으로 공이 오는 방향을  $\vec{V}$ 라는 벡터로 보았을 때 P와  $\vec{V}$ 의 충돌 좌표의 위치를 판단하여  $\vec{V}$ 의 크기 값을 비교 분석하여서 각 실험 대비군의 날아온 거리의 차이, 에러율과 더불어 사용자가 상호작용하는 것에 걸리는 평균 응답시간을 분석한다. 만약에 공이 충돌하지 않았을 경우를 대비하여 평균 응답시간을 분석하기 위해서는 오브

젝트가 아니라 오브젝트의 움직이는 커다란 면으로 판단하고 처리한다.

### 4. 에러 분포도 분석

에러가 발생했을 때 움직이는 오브젝트(공)를 쳐내는 오브젝트(방망이)의 움직인 위치를 비교 분석하여 공이 맞지 않은 이유를 판단하여 각 상황에서 가장 에러가 많이 발생하는 경우를 비교 분석한다. 추후 공이 맞고 난 후에 파울이 되었는지 안 되었는지에 대한 비율도 판단한다. 예로 들어 공위로 오브젝트를 휘둘렀다, 공 아래, 공 옆, 응답시간(초) 등으로 분석한다. 또한 파울 발생률(%)을 분석한다.

### 5. 공 물리

공의 물리 연산은 시작할 때 움직이는 속도를 가지고 중력 없이 일정한 속도로 움직인다. 공이 이동하다가 방망이와 충돌 시 공이 가지고 있던 운동량을 0으로 설정하고 방망이와 충돌지점에서 공의 중심점으로 운동량을 주며 이 때의 운동량은 방망이의 이동 속도에 따라 이동속도가 클수록 가속도가 크다고 판단하여 더 큰 운동량을 준다. 또한 이후 공에 중력을 적용하기 위해 아래로 바닥으로 떨어지는 운동량을 주어 바닥으로 떨어지게 한다.

#### 5-1. 실험군 설명

##### 1) 정지 상태(예행연습)

실험자의 실험 전 야구 실력을 확인 및 실험을 이해를 돕는다.

##### 2) 투수에서 날아오는 경우(대비군)

일반적으로 익숙한 방식으로 날리고자 하는 목표를 바라보며 공을 쳐낼 수 있는 환경의 대비군으로 가장 친숙하다.

##### 3) 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군)

공을 날리고자 하는 목표와 공이 날아오는 방향이 90도인 경우인 환경의 대비군으로 공을 맞을 확률이 커 일반적이지 않다

##### 4) 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군)

공을 날리고자 하는 목표와 공이 날아오는 방향이 90도인 경우인 환경의 대비군으로 자기가 공을 공중으로 던지고 치는 상황을 모티브로 한 실험군이다.

##### 5) 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군)

위아래로 올라갔다 내려오으로써 사실상 2번을 칠 수 있는 환경이며 올라갈 때 내려올 위치를 확인함으로써 공의 위치를 예상하기가 쉽다고 예상한 실험군이다.

## 6. 실험 결과

설문지에서는 남녀, VR 사용 여부를 조사했다. 예행연습을 포함하여 4가지 대비군에 대해 유저들이 느낀 난이도를 7문항으로 평가하여 정량적 평가를 수집한다. 마지막으로 가장 쉬웠던 대비군과 가장 어려웠던 대비군을 선택하고 그 이유에 대한 정성적 평가를 수집한다.

실험은 예행연습 10번과 대비군을 각 10번 씩 총 50번의 실험을 참가 한다. 실험 참가들은 20대로 이루어 졌다. 총 20명이며 남자 총 13명과 여자 총 7명으로 구성된다. 실험 인원은 평소 게임에 관심이 많은 사람들이며 VR에 대해서 사용해 본 경험이 있는 사람은 12명이며 없는 사람은 8명이다.

남자는 난이도 평균 점수는 예행연습은 3.5가 나왔으며 투수 쪽에서 던지는 공은 4.1, 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군) 3.6, 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군) 4.9, 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군) 5.4로 조사 됐다.

여자는 난이도 평균 점수는 예행연습은 2.7이 나왔으며 투수 쪽에서 던지는 공은 4.7, 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군) 5.2, 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군) 6.2, 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군) 6.4로 조사 했다.

가상현실 경험이 없는 사람의 난이도 평균 점수는 예행연습은 3.3이 나왔으며 투수 쪽에서 던지는 공은 5.1, 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군) 4.6, 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군) 5.3, 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군) 5.3로 조사 했다.

가상현실 경험이 있는 사람의 난이도 평균 점수는 예행연습은 3.4가 나왔으며 투수 쪽에서 던지는 공은 4.1, 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군) 4, 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군) 5.0, 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군) 5.8로 조사 했다.

전체 난이도 평균 점수는 예행연습은 3.2가 나왔으며 투수 쪽에서 던지는 공은 4.3, 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군) 4.2, 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군) 5.4, 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군) 5.8로 조사 했다.

전체 공을 치지 못한 에러율은 투수 쪽에서 던지는 공은 26%, 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군) 24%, 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군) 31%, 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군) 35%로 조사 했다.

친 공중에서 아웃 라인을 넘어가는 경우를 에러로 봤을 때 각 에러율은 예행연습은 75%, 투수 쪽에서 던지는 공은 80%, 1루수와 포수 사이 날아오는 경우(대비군) 75%, 타석에서 위에서 날아오는 경우(대비군) 75%, 타석에서 아래에서 날아오는 경우(대비군) 74%로 조사 됐다.

정성적 설문 결과 투수 쪽에서 던지는 공이 가장 쉽다고 나왔으며 그 다음으로 1루수와 포수 사이에서 날아오는 경우 타석에서 위에서 날아오는 경우 아래에서 날아오는 경우 순으로 조사됐다. 투수 쪽에서 던지는 공이 일상에서 보던 야구 방식과 동일해서 가장 쉽게 느꼈다고 조사됐다. 투수 쪽에서 던지는 공과 1루수와 포수 사

이에서 날아오는 공을 치기 쉽게 파악된다고 나왔다. 타석 위에서 떨어지는 공은 가장 쉽다고 느끼거나 가장 어렵다고 느낀 사람이 없다. 타석에서 아래에서 날아오는 경우에는 공이 아래위로 움직이는 위치를 파악하기 힘들어 치기 힘들다고 조사 했다.

실험 결과 투수 쪽에서 던지는 공과 1루수와 포수 사이에서 날아오는 공이 비슷한 난이도로 느껴졌으며 4가지 대비군 중 한 가지를 정하는 설문에서 투수 쪽에서 던지는 공이 가장 쉬웠다고 느끼는 것을 보아 일반적으로 체험 하거나 알고 있는 형태의 움직임을 선호하며 타석에서 위, 아래에서 날아오는 공을 어려워하는 것을 보아 가상현실에서 위아래로 상호 작용한 것을 힘들어 한다는 것을 알 수 있다.

## 7. 결론 및 향후 연구

우리는 정재문 외 7명의 새로운 분류 기법을 사용하여 기존의 가상 상호 작용 기법의 분류에 대한 논문을 참고하여 가상현실 컨트롤러를 이용하여 가상현실에서 오브젝트를 이용하여 가상현실의 움직이는 물체와 상호 작용하는 방식에 대해 분석하고 탐색하였다[3].

앞으로는 가상환경 HMD에서의 시야와 일반 콘텐츠의 시야 차이를 비교 분석하고, 상호작용으로의 확장에 대하여 연구하고자 한다.

## 8. 사사의 글

이 연구는 “계명대학교 대학특성화사업단 CK-1”의 지원을 받아서 수행되었다.

## 참고 문헌

- [1]. Shumin Zhai & Paul Milgram , Human Performance Evaluation of Manipulation Schemes in Virtual Environments, Virtual Reality Annual International Symposium, IEEE, 1993
- [2]. Bowman, D., and L. Hodges , Formalizing the Design, Evaluation, and Application of Interaction Techniques for Immersive Virtual Environments, The Journal of Visual Languages and Computing 10(1): 37-53, 1999
- [3]. Jaemoon Jung, Hanjun Park, Dongwook Hwang, Minseok Son, Donghyun Beck, Juhee Park and Woojin Park , A Review on Interaction Techniques in Virtual Environments, Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Bali, Indonesia, January 7 - 9, 2014