



Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700

<http://www.kkits.or.kr>

An Augmented Reality Board Game System using a Marker Shifter

SiHo Ryu, Sang-Youn Kim*

Interaction Laboratory of Advanced Technology Research Center, Korea University of Technology and Education

ABSTRACT

Augmented reality technology is attracting much attention as a technology that can transmit additional virtual information to users in the real world. A common way to implement augmented reality is to use markers. However, in the case of existing marker-based augmented reality board games, user intervention is required to move the marker position. At this time, if the marker is hidden by the user's intervention, the augmented reality system does not recognize the marker accurately, and it is not easy to express the augmented reality contents continuously. In this paper, we propose a marker-based augmented reality board game system using a marker shifter. The proposed system consists of a hardware system including a marker shifter and an augmented reality board game. The marker shifter and the augmented reality board game transmit and receive necessary data through wireless communication. In order to realize this, IoTMakers, which is an Internet of Things(IoT) platform for objects, was used and Vuforia SDK(Software Development Kit) was used to recognize a number of markers. The marker shifter consists of a XY plotter and an electromagnet for shifting the marker's position, and uses two microcontrollers for distributed processing of the wireless communication and step motor control of the XY plotter. If a variety of augmented reality board game contents are developed for the proposed system, we expect that users would be able to experience more augmented reality.

© 2019 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Internet of things, AR board game, Multi markers, Electromagnet, XY plotter

ARTICLE INFO: Received 15 January 2019, Revised 29 March 2019, Accepted 12 April 2019.

*Corresponding author is with Interaction Laboratory, Advanced Research Technology Center, Korea University of Technology and Education, Chungjeol-ro, Byeongcheon

-myeon, Dongnam-gu, Cheonan, ChungNam 31253, Korea.

E-mail address: sykim@koreatech.ac.kr

1. 서론

최근 모바일 디바이스의 카메라, 프로세서와 같은 하드웨어 성능이 급격하게 증가함에 따라 사용자는 자유롭게 이동하면서 증강현실(Augmented reality)을 체험할 수 있게 되었다. 증강현실 기술은 현실 세계에 컴퓨터가 생성한 가상의 물체를 증강함으로써 더 다양하고 많은 정보를 사용자에게 제공해 줄 수 있는 기술이다. 증강현실 구현 방법으로는 크게 위치 정보 기반, 마커(Marker) 기반, QR 코드 기반 그리고 3차원 물체 인식 기반이 있다 [1-4]. 위치 정보 기반 증강현실은 가상의 정보를 증강하기 위해 사용자의 위치 정보가 필요하다. 일반적으로 현시대의 모바일 디바이스는 사용자의 위치 정보를 GPS(Global positioning system) 모듈을 통해 얻게 되는데, GPS의 특성상 수신 받은 위치 정보의 오차가 존재하며, 특히 GPS 신호는 실내에서 수신받기 어렵다는 단점이 있다. 이에 따라 실내용 증강현실 콘텐츠 구현 방법으로는 마커 기반이 위치 정보 기반 다음으로 많이 채택되고 있다 [5].

마커는 QR 코드와 다르게 미리 정의된 특정 컬러 이미지가 사용될 수 있고 증강현실 시스템이 가상물체를 어느 위치에 증강할지 결정하는 데 이용된다[6-8]. 마커 기반 증강현실 콘텐츠는 스마트폰과 같은 모바일 디바이스의 카메라가 마커를 촬영, 촬영한 마커의 이미지를 분석하여 이와 매칭되는 가상 콘텐츠를 마커 위에 증강하는 순으로 동작한다. 이런 마커 기반 증강현실 구현 방법을 활용하여 교육, 게임 등과 같은 증강현실 콘텐츠에 대한 연구가 있다. 이혜선과 이종원은 큐브와 보드의 평평한 면에 특정 이미지가 부착된 마커를 제작하여 증강현실 수학 교육용 게임을 개발하였다 [9]. 또한, 권순갑과 조수현은 여행 정보에 대한 데이터베이스를 구축하고 이를 제작한 여러 개의 마

커와 매칭 시켜 증강현실을 이용한 여행 정보 시스템을 구현하였다[10]. 이처럼 마커 기반 증강현실 콘텐츠 구현 사례를 살펴보면 가상물체를 지속적으로 표현하기 위해 카메라가 마커를 항상 촬영하고 있어야 한다.

이러한 조건이 보드게임과 같은 콘텐츠를 마커 기반 방식으로 구현할 때 몇 가지 발생할 수 있는 문제점들이 있다. 예를 들어 사용자가 보드게임 진행을 위해 직접 마커를 이동시켜야 하는 경우가 발생한다. 이때 사용자의 신체가 마커 일부분을 가리게 되면 카메라를 통해 촬영된 마커의 일정 부분이 가려지게 되고, 증강현실 시스템이 마커를 인식하지 못하여 증강된 가상의 물체가 사라지거나 잘못된 위치에 증강될 가능성이 있다[11-13]. 이에 따라 본 연구에서는 마커 이동 장치를 제작하여 사용자의 마커 이동 개입을 제거한 마커 기반 증강현실 보드게임 시스템을 제안한다. 본 연구의 제2장에서는 제안하는 마커 기반 증강현실 보드게임 시스템의 구성을 마커 이동 장치와 증강현실 보드게임으로 분리하여 기술하였고 마지막으로 제3장에서는 본 연구의 결론을 기술한다.

2. 시스템 구성

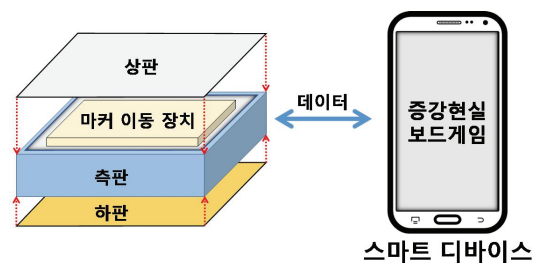


그림 1. 제안하는 시스템의 구조
Figure 1. The structure of the proposed system

<그림 1>은 제안하는 마커 기반 증강현실 보드게임 시스템의 구조를 보여준다. 제안하는 시스템은 마커 이동 장치를 포함한 하드웨어 시스템과

증강현실 보드게임이 설치된 스마트 디바이스로 이루어져 있다. 하드웨어 시스템과 스마트 디바이스는 무선 통신을 통해 데이터를 송수신한다. 하드웨어 시스템은 상판, 마커 이동 장치, 측판, 하판으로 구성된다. 마커 이동 장치는 하판 위에 그리고 측판 안에 위치하며 측판은 상판을 지지하고 마커 이동 장치의 하우징으로 사용된다. <그림 2>는 상판의 구성을 보여준다. 상판 위에는 총 3개의 마커가 위치하며 모두 컬러 프린트된 특정 이미지를 가지고 있다. 마커 1은 상판의 가운데에 부착되어 있으며 마커 2와 3이 부드럽게 이동될 수 있도록 마찰계수가 매우 작은 테플론 재질을 사용하였다. 마커 2와 3의 이미지는 정사각형 모양으로 잘린 가벼운 스티로폼 판 뒷면에 부착되어 있고 아랫면 가운데에는 사각형의 네오디뮴 자석이 부착되어 있다.

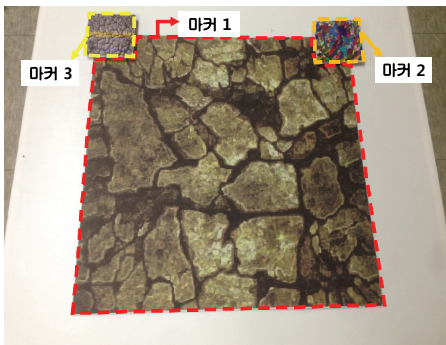


그림 2. 상판 구성
Figure 2. The configuration of the top plate

2.1 마커 이동 장치

본 연구에서는 마커 2와 3을 이동시키기 위해 XY 플로터(Makeblock, XY plotter kit)를 사용하였다. XY 플로터는 2개의 스텝 모터를 제어하여 플로터를 X축 및 Y축으로 방향으로 위치를 이동시킨다. XY 플로터를 사용한 마커 이동 장치는 <그림

3>과 같이 구성되어 있다. 전자석은 XY 플로터의 플로터 위에 장착되어 있다. 마커 이동 장치는 2개의 마이크로컨트롤러를 포함하고 스텝모터와 마이크로컨트롤러에 충분한 전원 공급을 위해 SMPS(Switching mode power supply)를 사용한다. 마커 이동 장치의 마이크로컨트롤러 1(아두이노 우노)은 WiFi 설드와 결합하여 무선 통신을 통해 스마트 디바이스의 증강현실 보드게임과 연동된다.

마이크로컨트롤러 2(Makeblock, Me Orion)는 XY 플로터의 스텝모터 제어를 담당하며 마이크로컨트롤러 1과 I2C(Inter-integrated circuit) 통신을 통해 모터 및 전자석 제어와 관련된 명령어와 상태 정보를 주고받게 된다. XY 플로터에 장착된 전자석은 마이크로컨트롤러 2의 제어 명령에 따라 마커 2 또는 마커 3의 위치로 이동한 후 전자석에 전류를 인가하여 자력을 생성시켜 마커 2 또는 3에 부착된 영구자석과 붙게 된다. 그 후 마커가 부착된 상태에서 전자석을 이동시키면 마커가 다음 위치로 옮겨지게 된다. 이 과정을 증강현실 보드게임 진행 상황에 따라 반복하면 사용자의 개입 없이도 마커를 이동시킬 수 있다.

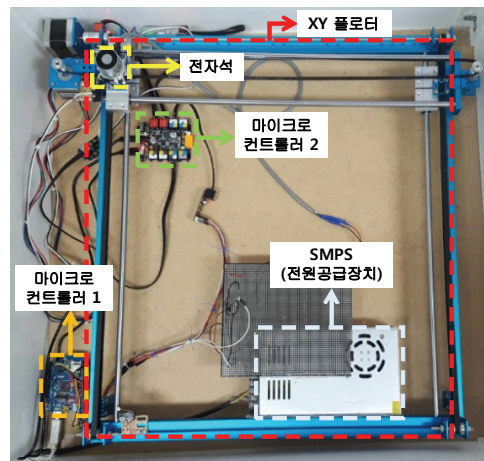


그림 3. 마커 이동 장치 구성
Figure 3. The configuration of the maker shifter

2.2 증강현실 보드게임

마커 이동 장치를 위한 증강현실 보드게임 구현을 위해 본 연구에서는 증강현실 플랫폼인 Vuforia SDK[14], 게임 개발 도구로 Unity3D, 스마트 디바이스로 안드로이드 스마트폰(Nexus 5X), 마지막으로 증강현실 보드게임과 마커 이동 장치의 연동을 위해 사물인터넷 플랫폼 IoTMakers[15]를 이용하였다. 마커 위에 가상의 물체를 증강하기 위해 미리 정의된 이미지와 가상의 물체를 Vuforia SDK를 통해 매칭시켰다. 마커의 이미지와 매칭되는 가상의 물체는 <그림 4>와 같다.

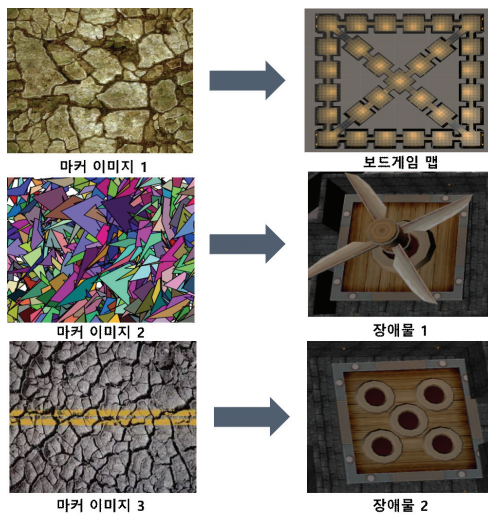


그림 4. 마커 이미지와 매칭되는 가상 객체
Figure 4. Virtual objects that match the marker image

마커 이미지 1은 증강현실 보드게임의 맵(Map)이며 마커 이미지 2와 3은 각각 장애물을 의미한다. 본 논문에서는 1개 이상의 마커를 사용하기 때문에 Vuforia SDK의 멀티 타겟(Multi target) 기능을 사용하였다. 마커 자동 이동 장치에 있는 마이크로 컨트롤러 1과 스마트폰에 설치된 구현된 증강현실 보드게임 앱(App)은 IoTMakers에 등록된 서버와 연

결된다. 사전에 정의된 메시지의 형태에 따라 마커 이동 장치와 보드게임 앱은 서로 데이터를 실시간으로 송수신하여 게임 진행 및 마커 이동 장치를 제어하게 된다.

<그림 5>는 구현한 증강현실 보드게임의 흐름도를 보여준다. 사용자는 증강현실 보드게임 앱을 실행한 후 마커를 촬영한다. 앱이 마커를 인식하면 보드게임 맵과 장애물들을 마커 위에 증강한다. 모든 마커에 가상의 객체가 증강되면 게임을 시작할 수 있는 상태가 된다. 사용자는 스마트폰의 터치스크린을 조작하여 1에서 5 사이의 양의 정수를 랜덤하게 생성한다.

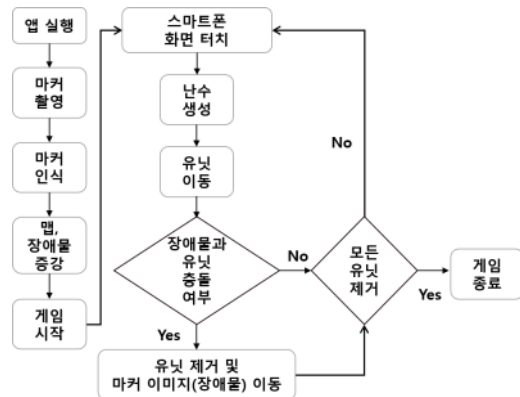


그림 5. 증강현실 보드게임의 흐름도
Figure 5. The flow chart of the augmented reality board game

보드게임 안의 유닛은 <그림 6>에서 시작 및 도착 지점으로부터 출발하여 랜덤하게 생성된 숫자의 양만큼 이동하게 되고 만약 유닛이 최종적으로 이동되는 곳에 장애물이 있다면 유닛과 장애물이 충돌하게 된다. 이때 앱은 충돌이 일어난 것을 감지하여 마커 이동 장치에 마커 이동 명령을 내린다. 명령을 수신받은 마커 이동 장치는 장애물을 <그림 6>과 같이 정의된 경로대로 다음 위치로 이동시킨다. 장애물이 다음 위치까지 이동할 동안에는 장애물에 해당하는 마커 위에 장애물을 증강

시키지 않는다.

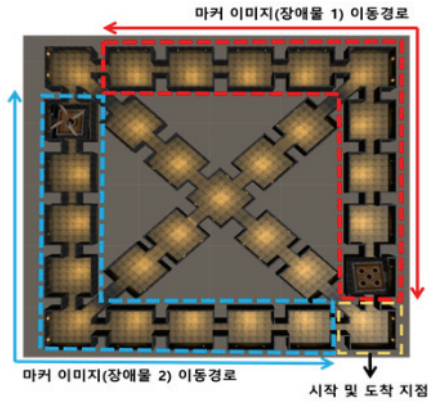
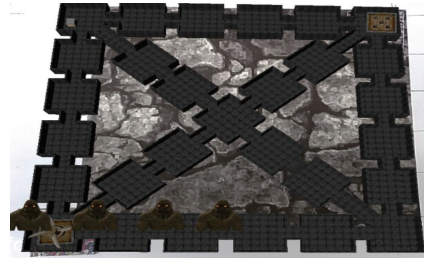


그림 6. 마커 이미지의 경로
Figure 6. A pathway of marker images

장애물들은 증강현실 보드게임 앱 실행 전에 상판의 지정된 곳에 놓인다. 장애물 1과 2는 <그림 6>에 표시된 영역 중 한 곳에 위치될 수 있다. 장애물의 이동 경로를 한정할 이유는 장애물들끼리 이동 간에 서로 충돌하여 경로에서 벗어나는 것을 방지하기 위해서이다. 만약 장애물 마커가 지정된 경로의 끝에 있는 후 이동을 해야 한다면 반대 방향으로 한 칸 이동하게 된다.

<그림 7>은 구현한 증강현실 보드게임 앱의 캡처 화면이다. <그림 7a>에서 보이듯이 하나의 스마트폰 화면에서 3개의 마커를 인식하여 미리 정의된 가상의 물체(맵, 장애물)들이 증강된 것을 볼 수 있다. <그림 7b>는 사용자의 조작으로 난수가 생성될 때 시각 효과를 생성하기 위해서 적용된 한국 전통 민속놀이 중 하나인 윷놀이의 윷 던지기 효과를 보여 준다. <그림 7>에서 보이듯이 구현한 증강현실 보드게임 앱의 화면 왼쪽 아래에는 4개의 유닛 그림이 표시된다. 이는 플레이어가 소유한 유닛의 개수를 의미하며 하나의 유닛이 시작 지점에서 도착지점으로 돌아왔을 때 하나씩 제거된다. 모든 유닛 수가 사라지면 증강현실 보드게임이 종료된다.



(a)



(b)

그림 7. 구현한 증강현실 보드게임
Figure 7. Implemented augmented reality board game

3. 결 론

본 연구에서는 사용자의 손 개입 때문에 마커가 가려지는 현상을 제거하기 위해 마커 이동 장치를 사용한 증강현실 보드게임 시스템을 제안하였다. 증강현실 보드게임의 진행 상황에 따라 마커를 이동시키기 위하여 전자석과 XY 플로터를 사용하여 마커 이동 장치를 구현하였다. 사용자가 증강현실 보드게임을 자유롭게 움직이면서 경험할 수 있도록 무선 통신을 사용하여 마커 이동 장치와 증강현실 보드게임 앱을 연동하였다. 이를 위해 사물인터넷 플랫폼인 IoTmakers를 활용하였으며 통신과 마커 이동 장치 제어를 분산시키기 위해 두 개의 마이크로컨트롤러를 사용하였다. 제안하는 시스템은 하나 이상의 마커를 사용하기 때문에 멀티 마커 인식이 필요하였고 이를 증강현실 플랫폼인 Vuforia를 이용하여 이를 구현하였다. 구현한 마커 이동 장치를 소형화, 다양화 그리고 최적화하면 향후 다채로운 증강현실 보드게임을 즐길 수 있을

것으로 기대된다.

References

- [1] L. Wu, and X. Yu, *Outdoor navigation with handheld augmented reality*, 2018 International Conference on Audio, Language and Image Processing(ICALIP). IEEE, pp. 237-241, 2018.
- [2] J. G. Kim, B. C. Kim, H. S. Lee, and J. W. Lee, *AR-Geister*, Journal of the Korea Computer Graphics Society, Vol. 13, No. 2, pp. 22-28, 2007.
- [3] M. W. Park, J. P. Park, and S. K. Jung, *An implementation of QR code based on-line mobile augmented reality system*, Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 15, No. 8, pp. 1004-1016, 2012.
- [4] D. Lindlbauer, J. E. Grønbaek, M. Birk, K. Halskov, M. Alexa, and J. Müller, *Combining shape-changing interfaces and spatial augmented reality enables extended object appearance*, Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computer Systems. ACM, pp. 791-802, 2016.
- [5] J-Y. Jeon, J. Chun, M. Hong, H-S. Yum, Y-H. Choi, and Y-J. Choi, *Design and implementation of interactive authoring tool for mobile augmented reality content*, Journal of Korea Society for Internet Information, Vol. 16, No. 4, pp. 25-37, 2015.
- [6] A. Katiyar, K. Kalra, and C. Garg, *Marker based augmented reality*, Advances in Computer Science and Information Technology(ACSIT), Vol. 2, No. 5, pp. 441-445, 2015.
- [7] J. Shim, M. Kong, H. Kim, S. Chae, K. Jeong, J. Seo, and T-D. Han, *Augmented reality authoring tool with marker & gesture interactive features*, Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 16, No. 6, pp. 725-739, 2013.
- [8] J. Kim, and T-D. Han, *Design and implementation of a board game using augmented reality*, Journal of the Korea Society for Computer Game, Vol. 24, No. 1, pp. 45-51, 2011.
- [9] H. S. Lee, and J. W. Lee, *Mathematics education game based on augmented reality*, Proceedings of the Korea Human Computer Interface(HCI) Society, pp. 817-822, 2008.
- [10] S-K. Kwon, and S-H. Jo, *Community-based travel information system using augmented reality*, Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 18, No. 2, pp. 97-105, 2015.
- [11] H. Park, J. Choi, and K-S. Moon, *Occlusion-robust marker-based augmented reality using particle swarm optimization*, Journal of the Korea Human Computer Interface(HCI) Society, Vol. 11, No. 1, pp. 39-45, 2016.
- [12] J-J. Jung, G. Lee, and B-K. Kim, *A study on stable service of marker based augmented reality using 3D location measurement of beacons*, The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 12, No. 5, pp. 883-890, 2017.
- [13] D. Park, J. Moon, H. Jung, Y. Kim, and S. Hwang, *Augmented reality system robust to speed and viewing limits based on Multi ArUco markers*, Proceedings of the Korea Human Computer Interface(HCI) Society, pp. 916-920, 2018.

- [14] Vuforia Developer Portal,
https://developer.vuforia.com, Nov. 2017.
- [15] GiGA IoTMakers,
http://iotmakers.kt/openp/index.html#/home,
Dec. 2017.

마커 이동 장치를 이용한 마커 기반 증강 현실 보드게임 시스템

류시호¹, 김상연²

¹한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 인터랙션 연구실 연구원

²한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 인터랙션 연구실 교수

요 약

증강현실 기술은 가상의 부가적인 정보를 현실 세계에 증강함으로써 사용자에게 전달할 수 있는 기술로 현재 큰 주목을 받고 있다. 증강현실을 구현하는 보편적인 방법으로는 마커를 사용하는 것이다. 하지만 마커 기반 증강현실 보드게임의 경우 마커의 위치를 옮기기 위해 사용자의 개입이 필요하다. 이때 사용자의 개입으로 인해 마커가 가려지게 되면 증강현실 시스템은 마커를 정확하게 인식하지 못하여 지속적인 증강현실 콘텐츠 표현에 어려움이 발생한다. 이에 따라 본 논문에서는 마커 이동 장치를 사용한 마커 기반 증강현실 보드게임 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 마커 이동 장치와 증강현실 보드게임으로 구성된다. 마커 이동 장치와 증강현실 보드게임은 무선 통신을 통해 필요한 데이터를 주고받으며 이를 구현하기 위해 KT의 사물인터넷 플랫폼인 IoTMakers를 사용하고, 다수개의 마커를 인식하기 위해 Vuforia SDK를 활용하였다. 마커 이동 장치는 마커 이동을 위한 XY 플로터와 전자석으로 구성되며 무선 통신과 XY 플로터의 스텝모터 제어를 분리하기 위해 두 개의 마이크로컨트롤러를 사용한다. 제안된 증강현실 보드게임 시스템을 위한 다양한 보드게임 콘텐츠가 개발된다면 사용자는 더 다양한 증강현실 콘텐츠를 경험할 수 있을 것으로 기대한다.

사사의 글

이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임. [NRF-2018R1A6A1A03025526] 또한, 이 연구는 2017년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임. [10077367]



SiHo Ryu received the B.S. (2017) in the department of Computer Science and Engineering and recently received the M.S. degree from Korea University of Technology and Education. His current research interests include Virtual Reality, Augmented Reality, and Brain Computer Interface.

E-mail address: usi575@koreatech.ac.kr



Sang-Youn Kim received a B.S. (1994) from the Korea University, Korea and an M.S.E (1996) and a Ph.D. (2004) in mechanical engineering at Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). From 2004 to 2005, he was a researcher at Human Welfare Robot System Research Center. In 2005, he was a research staff at Samsung Advanced Institute of Technology (SAIT). He is currently a professor of Computer Engineering at Korea University of Technology and Education. His current research interests include Human-Computer Interaction, Virtual Reality, and Haptics.

E-mail address: sykim@koreatech.ac.kr