

---

저자 (Authors)	고인석, 이효승, 이덕상, 안석준, 최승문 Inseok Koh, Hyoseung Lee, Deoksang Lee, Seokjoon Ahn, Seungmoon Choi
출처 (Source)	<a href="#">한국HCI학회 학술대회</a> , 2019.2, 52-56(5 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국HCI학회</a> The HCI Society of Korea
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE08008073">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE08008073</a>
APA Style	고인석, 이효승, 이덕상, 안석준, 최승문 (2019). 빔 프로젝터 이용한 증강현실 기반 테이블 매너 교육 시스템. 한국HCI학회 학술대회, 52-56
이용정보 (Accessed)	포항공과대학교 141.223.65.*** 2019/06/27 14:52 (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.

# 빔 프로젝터 이용한 증강현실 기반 테이블 매너 교육 시스템

## Table Manners Education System Based on Projected Augmented Reality

**고인석**  
Inseok Koh  
포항공과대학교  
POSTECH  
inseok@postech.ac.kr

**이효승**  
Hyoseung Lee  
포항공과대학교  
POSTECH  
lhslhg@postech.ac.kr

**이덕상**  
Deoksang Lee  
포항공과대학교  
POSTECH  
duksang4834@postech.ac.kr

**안석준**  
Seokjoon Ahn  
포항공과대학교  
POSTECH  
sdeveloper@postech.ac.kr

**최승문**  
Seungmoon Choi  
포항공과대학교  
POSTECH  
choism@postech.ac.kr

### 요약문

본 논문에서는 프로젝터 기반 증강현실 기술을 사용한 체험형 서양식 테이블 매너 교육 시스템을 소개한다. 본 시스템은 학습자에게 구두로 설명하는 일반 강의식 교육이 아닌, 테이블에 투영된 프로젝터 영상을 기반으로 가상의 식사를 진행하며 서양식 테이블 매너 교육을 체험할 수 있는 체험형 교육 시스템이다. 식사 순서 및 음식에 따라 사용하는 각각의 식기 및 식기 사용법과 같은 식사 예절을 교육하기 위해 식기의 위치를 기반으로 프로젝터 영상을 테이블 위의 실제 식기에 실시간으로 증강시키는 프로젝터 기반 증강현실 기술을 사용하였다. 또한 주관적, 객관적 설문을 통하여 해당 시스템에 대한 평가를 수행하였다.

### 주제어

증강현실, 체험형 교육 시스템, 테이블 매너 교육, 프로젝터기반 증강현실

## 1. 서론

### 1.1 테이블 매너

테이블 매너는 기본적으로 식기 사용법, 음식을 먹는 방식, 식사 중 지켜야 할 매너 등 식사 중 일어나는 일련의 예절을 말한다. 문화 및 지역에 따라 음식 식사 예절도 다르기 때문에 각 문화 및 지역에 맞춰 이를 숙지할 필요가 있다. 그러나 일반적으로 많은 사람들이 다른 문화권의 식기나 식사 방법 등의 식사 예절에 익숙하지 않기 때문에 식기 사용법과 같은 테이블 매너

교육이 교양 수업 등을 통해 활발히 이뤄지고 있다.

### 1.2 증강 현실기반 교육 시스템

증강 현실(Augmented Reality)은 현실과 가상 공간이 결합되어 있고 실시간으로 동작하며 3 차원 공간상에서 동작하는 특징을 지닌 시스템이다. 이 기술은 현실을 보조하는 역할을 수행하여 현실에서의 물리적 한계 등의 이유로 불충분한 정보를 보충하는데 사용된다[2].

이러한 증강 현실 기술은 교육 분야에도 활발히 응용되고 있다. 증강 현실 기술기반 교육 응용 프로그램으로는 Augmented Reality Simulation Education (ARISE) [4], EduPARK [8], Outbreak [9], Mad City Mystery [10], education magic toys (EMT) [11] 등이 있고, 과거부터 현재까지 지속적으로 개발되고 있으며, 효율 높은 미래 교육 산업으로도 각광받고 있다. 또한 이러한 증강현실 교육시스템이 기존에 교육방식에 비해 효과가 있는지를 검증하기 위한 연구도 다수 존재한다. Ibanez 연구팀 [5]은 AR 기반 교육 시스템의 효과와 Web 기반 강의식 교육의 차이를 비교하기 위해 전자기학 학습에 관한 교육 효과를 측정 및 비교하였고, AR 기반 교육시스템이 학생들에게 더 깊은 몰입감을 제공함과 동시에 개념과 현상에 대한 지식도 효과적으로 전달하였음을 확인하였다. Blum 연구팀 [3]은 ‘Miracle’ 이라는 증강현실 기반 해부학 교육 시스템을 만들어 사용자로 하여금 장기의 이름을 보다 쉽게 이해할 수 있게 하였

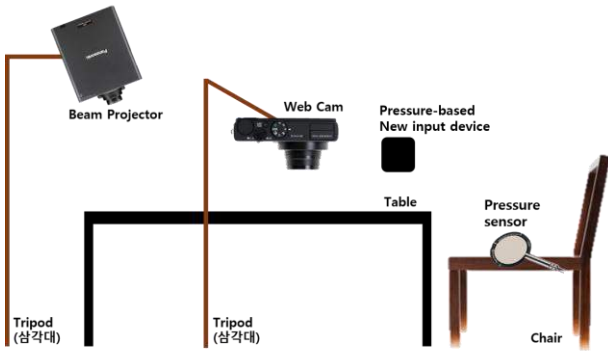


그림 1. 시스템 개요도

으며, 시스템에 대해 만족도 높은 사용자 평가 결과를 보임을 발표하였다.

본 논문에서는 AR 기술을 사용한 테이블 매너 교육시스템을 소개하고, AR 기반 체험형 교육의 우수성 및 사용성 평가 결과를 소개한다.

## 2. 시스템 디자인

본 시스템 구현을 위해 그림 1 및 그림 5와 같이 환경을 구성하였다. 테이블 옆에 삼각대를 거치하여 웹 캠과 프로젝터를 설치 하였다. 웹 캠은 테이블 위의 식기 위치를 입력 받기 위해 사용하였고, 프로젝터는 식기에 프로젝터 기반 AR을 위해 사용되었다. 사용자가 의자에 앉는 동시에 시스템이 시작되도록 의자에 압력 센서를 부착하였다. 또한 화면 전환을 위한 입력장치를 제공하고자 압력에 따라 저항 값이 달라지는 정전 스펀지를 사용하여 푸시 버튼과 같은 인터페이스를 사용자에게 제공하였다.

웹 캠을 통해 입력된 테이블 사진과 프로젝터로 출력할 화면의 위치를 1:1 매핑 할 수 있도록 수 있도록 입력된 사진에 이동 변환 및 크기 벡터를 조정된 동차 변환 행렬을 곱하여 캘리브레이션을 수행하였다. 식기 위치 탐색을 위해 OpenCV 기반 색상 기반 검출 기법[7]을 사용하였으며, 보다 높은 탐색 효율을 위해 식기에 빨강, 노랑, 초록, 검정, 총 4 가지 색의 식기를 사용하였다. 중복된 색상의 식기들을 구분할 수 있도록 그림 2 처럼 식기를 사용하는 위치를 기반으로 테이블을 3 개의 영역으로 분할하여 색 검출 알고리즘이 작동될 수 있도록 하였으며, 사용자가 식기를 잡고 움직일 때도 위치 탐색이 가능하도록 실시간 탐색이 가능하도록 구현하였다. 분할된 영역에 대해서는 pixel by pixel 로 RGB 값을 측정된 뒤, 각 색상에 해당하는 식기를 매칭시키도록 하였다. 이때 식기의 위치는 각 영역에 대해 각각의 색 집합의 중심 좌표를 기준으로 추적되도록 하였다. 또한, 인식한 화면에서 각 식기를 구분할 수 있도록 서로 다른

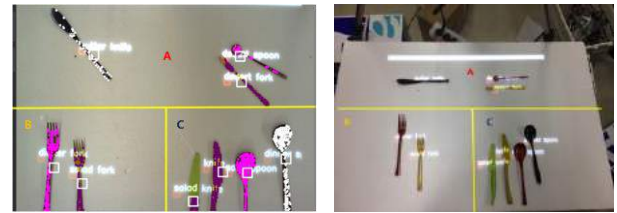


그림 2. 좌: 카메라를 통해 입력된 사진(시스템 상에서 보이는 식기 및 테이블), 우: 실제 사용자가 보는 화면 (식기의 이름을 실제 식기에 증강하여 나타낸 사진)

색으로 표시하였다. 예를 들면 그림 2 의 (좌)에서 A 영역의 버터 나이프는 검정색이고, 인식한 화면에서 A 영역의 전체 pixel 중 RGB 값이 버터 나이프의 색상과 일치하는 부분들을 하얀 점으로 표현되도록 하였다.

그림 2 의 (우)와 같이 빔 프로젝터를 사용하여 식기의 중심 좌표의 오른쪽에 식기에 해당되는 이름이 출력되도록 하였다. 매 프레임 마다 각 식기의 중심 좌표가 계산되어 중심점의 좌표가 실시간으로 변경되어 발생하는 떨림을 보정하기 위해 가중 이동 평균 필터[식 1]를 사용하였다.

식 1. 떨림 보정을 위한 가중 이동 평균 필터

$$P(t) = 0.95 \times p(t-1) + 0.05 \times p(t)$$

$P(t)$ : 가중 이동 필터를 거친 후의 중심 좌표  
 $p(t)$ : 현재 프레임에서의 중심 좌표치

시스템 작동 순서는 다음과 같다. 먼저, 사용자가 의자에 앉아 시스템을 실행시키면, 웹 캠을 통해 테이블 사진을 초당 60회의 속도로 입력 받는다. 입력된 사진을 기반으로 각 프레임 마다 식기 위치 탐색 알고리즘을 수행한 뒤, 식기의 중심 위치를 탐지한다. 탐지된 위치는 시스템 상에 저장되어 있으며, 각 식기를 사용할 상황에 맞춰 해당하는 식기의 이름을 프로젝터 기반 AR을 사용하여 사용자가 확인할 수 있도록 하였다.

## 3. 사용자 평가

사용자 평가는 AR 기반 체험형 테이블 매너 교육 시스템의 효과와 구두 설명을 통한 강의형 테이블 매너 교육의 효과를 비교하기 위해 설계되었고, 시험을 통한 정량적 평가와 설문을 통한 AR 기반 체험형 테이블 매너 교육시스템에 대한 설문 조사를 수행 하였다.

### 3.1 피실험자

만18-28세의 31 명의 피실험자에게 온라인 테스트를 통해 그림 3의 각 식기의 이름을 포함하여 테이블 매너에 대한 14가지 항목을 물어보는 선별 시험[12] 을 수행하도록 하였다. 그 중 5개 이하(36%)의 정답을

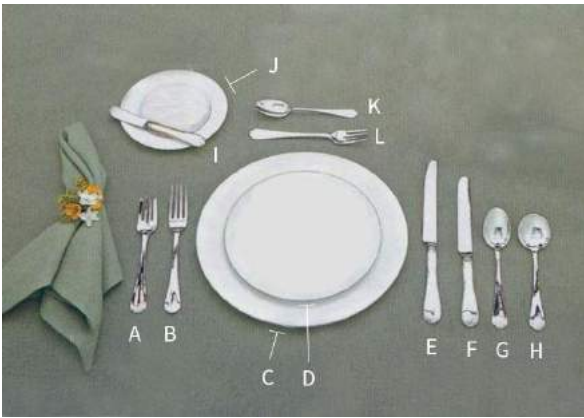


그림 3. 테이블 매너 교육에서 사용된 식기 종류 및 시험 항목  
맞춘 테이블 매너에 대해 친숙하지 않은 20명의 피실험자(남성 17명, 여성 3명)들이 본 실험에 참여하였다.

### 3.2 실험 방법 및 과정

20명의 피실험자들을 10명씩 2 집단으로 분할하여, 한 집단은 체험형 AR기반 테이블 매너 교육 시스템을 통한 교육을 진행하였고(AR집단), 다른 한 그룹은 발표 자료와 구두 설명을 통한 강의형 테이블 매너 교육을 진행하였다(Verbal 집단). 실험 전과 실험 후의 차이를 명확하게 확인하고자 교육을 진행한 뒤, 피실험자들에게 선별 시험과 동일한 시험[12]을 수행하도록 지시하였다. 피실험자들에게 동일한 시험지가 사용된다고 알려주지 않았다. AR기반 체험형 테이블 매너 교육 시스템에서는 빵을 먹을 때의 예절과 같은 기본적인 테이블 매너가 녹화된 강의를 보여주고[1], 그림 4과 같이 코스 요리의 음식이 나오는 순서에 맞게 식기에 AR로 이름을 증강하여 해당 식기의 이름 및 사용법을 알려주는 방식으로 진행되었다. 또한 해당 식기를 이용하여 가상의 음식을 자르거나 떠먹는 등의 체험이 가능하도록 하였다.



그림 4. 실험 예시

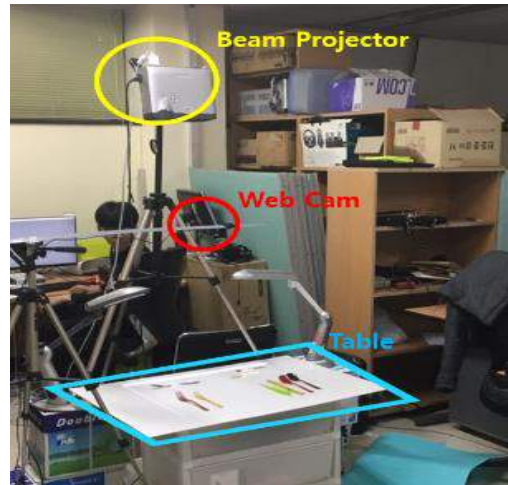


그림 5. AR 기반 체험형 테이블 매너 교육 시스템 환경

구두설명을 기반으로 한 강의식 교육은 AR기반 교육 실험의 내용과 같은 내용에 대해 발표자료를 화면에 보여주며 피실험자에게 구두로 설명하는 1:1 강의 방식으로 진행하였다.

본 AR 체험형 교육시스템의 사용성을 평가하기 위해 피실험자에게 NAU(Nielsen's attributes of usability) [6]를 바탕으로 학습성, 효율성, 기억 용이성, 만족도 총 4가지 항목에 응답하도록 하였다. 또한 강의형 교육을 수행한 피실험자도 테이블 매너 인식 사후 시험을 본 뒤, AR기반 체험형 교육시스템을 사용해 보도록 하여 동일한 설문을 수행하도록 하였다. 구체적인 설문 항목 및 결과는 표 1. 과 같다. 각 항목은 5점 만점의 리커트 척도를 사용하였다.

## 4. 실험 결과 및 토론

### 4.1 교육 효과

먼저 AR집단과 Verbal집단의 사전, 사후 시험에서 맞은 개수의 평균과 표준편차는 그림 6과 같다.

총 15개의 항목으로 구성된 시험에서 AR 집단과 Verbal집단의 평균을 비교해보면 AR기반 체험형 시스템을 수행한 집단의 시험 평균이 13.44(96%)로 Verbal기반 교육을 수행한 집단의 시험 평균인 9.11(65%)보다 높음을 확인할 수 있었다. 또한, AR 교육 시스템 피실험자들의 점수가 적게는 10점에서 많게는 13점이 향상된 반면에 구두를 통한 시스템 피실험자들은 5점에서 9점 정도 상승함을 확인할 수 있었다. 즉, AR 기반 체험형 교육 시스템을 사용한 피실험자들의 점수 향상이 더 컸음을 확인할 수 있었다.

정확한 분석을 위해 AR 기반 체험형 교육 시스템에 참여한 피실험자들과, 구두 기반 교육에 참여한 피실험자 집단의 교육 전 시험 점수를 대상으로 Mann - Whitney U test (Wilcoxon rank-sum test)를

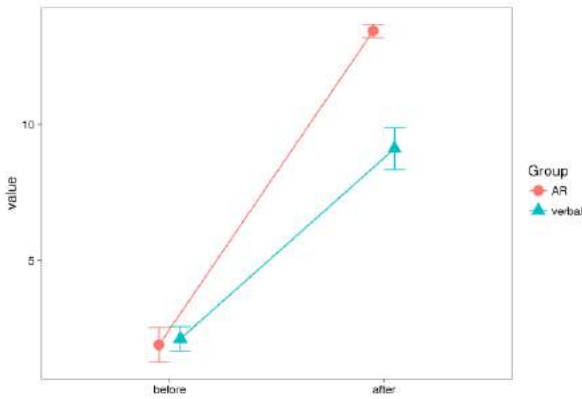


그림 6. AR 기반 교육을 수행한 집단과 Verbal 기반 교육을 수행한 집단의 교육 전, 후 맞은 개수의 평균과 표준편차 AR before: 1.89(1.9), AR after: 13.44(0.73), Verbal before: 2.11(1.36), Verbal after: 9.11(2.32) (Mean(SD))

사용하여 동질성 판별을 수행했고,  $p=0.59$ ,  $z\text{-val}=-0.5429$ ,  $\text{ranksum}=79$  의 결과를 얻어 두 집단이 동일한 집단임을 검정하였다.

다음으로, 각 집단의 사전, 사후에 대해 교육의 정도(두 집단의 시험에서 맞춘 개수의 변화량)를 검정하기 위해 Wilcoxon signed-rank test 를 실시하였다. 먼저 AR 집단의 교육 전, 교육 후를 이용한 검정의 경우  $p=0.0071$ ,  $z\text{-val}=-2.6941$  로 교육 전과 교육 후의 결과가 차이가 있음을 확인할 수 있었고, Verbal 집단의 교육 전, 교육 후의 맞춘 개수를 이용한 검정의 경우  $p=0.0076$ ,  $z\text{-val}=-2.6703$  을 얻어, AR 집단과 마찬가지로 구두로 진행한 교육 역시 학습효과가 있음을 확인할 수 있었다.

마지막으로 두 집단의 결과를 비교하고자 각각의 교육을 받은 이후 시험 결과를 기준으로 Mann-Whitney U test 를 사용하여 두 집단 간의 차이를 검정하였다. 결과는  $p=0.0004$ ,  $z\text{-value}=3.5134$ ,  $\text{ranksum}=125$  를 얻음으로써 AR 을 이용한 체험형 교육 시스템이 구두를 이용한 교육보다 더 효과적이라는 것을 통계적으로 증명할 수 있었다.

#### 4.2 설문조사

설문조사 항목과 결과는 표 1 과 같다. 학습성의 경우 평균 4.28 의 만족도를 보였지만 "현재 어느 단계에 있는지 쉽게 파악할 수 있는가"라는 질문에서는 평균 3.94 점으로 다른 항목에 비해 점수가 낮음을 확인할 수 있었다. 우선 현재 단계를 설명하는 부분에서는 각 단계가 시작할 때 동영상으로 현재 단계를 표시해 주지만 식기 사용으로 전환되었을 때 현재 단계를 표시해 주지 않기 때문으로 보인다. 효율성 평가

항목에서는 평균 4.24 점의 점수를 보였고, 기억 용이성 항목의 경우 평균 4.05 점을 받았음을 확인할 수 있었다. 만족도 평가 항목들에서도 평균 4.17 점의 높은 점수를 획득하여 AR 기반 체험형 교육 시스템이 4 점 이상의 전반적으로 높은 학습성, 효율성, 기억 용이성 및 만족도를 보임을 확인하였다.

표 1. 설문 조사 항목 및 결과

항목	문항	평균 (SD)
학습성	각 단계에서 어떤 교육을 실시하는지 쉽게 파악할 수 있었다.	4.28 (0.46)
	인터페이스 상의 정보들을 통해 전체 교육 단계를 파악할 수 있었으며, 현재 어느 교육 단계에 있는지 쉽게 파악할 수 있었다.	3.94 (1.00)
	화면에서 필요한 기능(정보)을 쉽게 찾아서 실행할 수 있었다.	4.22 (0.88)
	시스템이 쉬워 다른 사람의 도움 없이 교육을 잘 이행할 수 있었다.	4.56 (0.70)
	해당 프로그램은 누구나 쉽고 편리하게 사용할 수 있다.	4.44 (0.78)
	<b>학습성 항목 평균</b>	<b>4.28</b>
효율성	해당 프로그램은 교육 과정이 복잡하지 않고 교육 Step 의 수가 적절했다.	4.28 (0.67)
	각 교육이 유기적으로 잘 연결되어 있어 다음 단계로 넘어가는 과정이 쉬웠다.	4.22 (0.81)
	사용자가 조작할 수 있는 기능의 수가 적절했다.	4.22 (0.81)
	<b>효율성 항목 평균</b>	<b>4.24</b>
기억 용이성	프로그램의 흐름이 명확하게 그려져, 어떤 과정을 거쳐 교육이 이루어지는지 기억할 수 있다.	4.05 (0.80)
	Layout(화면 배치 및 조화)가 일관적이어서 교육을 이수하는데 문제가 없었다.	4.05 (0.94)
	<b>기억 용이성 항목 평균</b>	<b>4.05</b>

	그림이나 다른 방식이 아닌 글씨를 통해서 식기구를 구별시킨 것이 마음에 든다.	4.05 (1.06)
만족도	각 단계에 맞는 식기구에 이름을 알려주어 선택하게 한 것이 마음에 든다.	4.28 (0.46)
	동영상을 통한 교육이 마음에 든다.	4.17 (0.92)
만족도 항목 평균		4.38

5. 결론

AR 기반 체험형 테이블 매너 교육 시스템 프로토타입을 바탕으로 해당 시스템의 정량적 평가 및 설문 조사를 수행하였다. 제안하는 방식인 AR 기반 체험형 테이블 매너 교육 시스템을 사용한 후의 시험 평균 점수가 강의식 구두 교육의 9.11(65%)점보다 높은 5.33 점 높은 14.44(96%)로 기존의 구두로 교육하는 방식보다 AR 테이블 매너 교육 시스템을 사용하여 교육하는 방식이 우수함을 확인하였고, 이를 Wilcoxon rank sum test 를 통해 통계적으로 검증하였다. 또한 설문조사를 통해 학습성, 효율성, 기억 용이성 및 만족도가 높음을 확인 하여 본 시스템이 유기적이며 효율적이고 효과가 있음을 증명할 수 있었다.

사사의 글

이 논문은 2017 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단-과학기술인문사회융합연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2017M3C1B6070980).

참고 문헌

1. AR 기반 체험형 테이블 매너 교육 과정. <https://youtu.be/sSvV5jQWkBA>.
2. Azuma, R.T. A survey of augmented reality. Presence-Teleop Virt, 6, 4 (1997), 355-385.
3. Blum, T., Kleeberger, V., Bichlmeier, C. and Navab, N. miracle: An augmented reality magic mirror system for anatomy education. In Proc. 2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW), IEEE (2012), 115-116.
4. Carlson, K.J. and Gagnon, D.J. Augmented Reality Integrated Simulation Education in Health Care. Clinical Simulation in Nursing, 12, 4 (2016), 123-127.

5. Ibáñez, M.B., Di Serio, Á., Villarán, D. and Delgado Kloos, C. Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. Comput Educ, 71 (2014), 1-13.
6. Nielsen, J. Usability engineering. Elsevier (1994), 26-37.
7. OpenCV Tutorial: Thresholding Operation using inRange. [https://docs.opencv.org/3.4.4/da/d97/tutorial\\_threshold\\_inRange.html](https://docs.opencv.org/3.4.4/da/d97/tutorial_threshold_inRange.html).
8. Pombo, L., Marques, M.M., Carlos, V., Guerra, C., Lucas, M. and Loureiro, M.J. Augmented Reality and Mobile Learning in a Smart Urban Park: Pupils' Perceptions of the EduPARK Game. In Proc. Springer International Publishing (2018), 90-100.
9. Rosenbaum, E., Klopfer, E. and Perry, J. On Location Learning: Authentic Applied Science with Networked Augmented Realities. Journal of Science Education and Technology, 16, 1 (2006), 31-45.
10. Squire, K.D. and Jan, M. Mad City Mystery: Developing Scientific Argumentation Skills with a Place-based Augmented Reality Game on Handheld Computers. Journal of Science Education and Technology, 16, 1 (2007), 5-29.
11. Yilmaz, R.M. Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. Computers in Human Behavior, 54 (2016), 240-248.
12. 테이블 매너 인식 조사 시험 항목. [https://docs.google.com/forms/d/1C\\_gliicrf\\_YyVKgGJh0MqQeN9x-6qUS3bqgHkEEjbZ0/edit](https://docs.google.com/forms/d/1C_gliicrf_YyVKgGJh0MqQeN9x-6qUS3bqgHkEEjbZ0/edit).