

---

# 모바일 증강현실에서 컬러마커를 이용한 콘텐츠시스템 구현

이종혁\*

Implementation of Contents System using Color Marker in Mobile AR

Jong-hyeok Lee\*

---

이 논문은 2012학년도 경성대학교 학술연구비지원에 의하여 연구되었음

---

## 요 약

본 연구에서는 흑백 마커를 사용하므로 생기는 기존 콘텐츠와 마커간의 부자연스러운 문제를 다양한 컬러 및 색상 배치에 따른 3D 물체의 증강 정도를 실험을 통하여 확인하였으며, 이를 바탕으로 모바일 기반에서 증강현실 기술지원을 하는 NyARToolkit 기반으로 유아용 학습 콘텐츠 시스템을 구현하였다. 구현한 콘텐츠에서 필요한 페이지에 컬러 마커를 삽입하므로 부자연스러운 문제를 해결할 수 있었고, 이 마커 위에 학습내용과 관련된 심화 자료를 띄우므로 집중력을 높임과 동시에 학습보조자가 원활하게 콘텐츠를 사용할 수 있었다.

## ABSTRACT

Black marker cause unnatural problems between the existing various contents and marker. To solve this problem, we tested frequency of 3D objects according to the various colors and color placement. Based on this, infant's learning content system based NyARToolkit for the mobile-based augmented reality was implemented. By insert to color marker, We are solved the unnatural problems in the Implemented system. and infant can study seamlessly because concentration increases by the familiar character on the markers.

## 키워드

스마트 폰, 증강현실, 컬러 마커, 안드로이드

## Key word

Smart phone, Argument Reality, Color Marker, Android

---

\* 종신회원 : 경성대학교(jhlee.ks.ac.kr)

접수일자 : 2012. 06. 28

심사완료일자 : 2012. 07. 23

I. 서 론

증강현실은 실제 현실세계에서 맥락성을 유지하며 3차원의 가상객체를 통한 증강된 정보를 학습자에게 제공한다. 또한 기존 PC를 통해 지배적으로 활용되어 오던 그래픽 인터페이스 방식이 아닌 구체적인 실제 세계의 사물을 가지고 가상객체를 조작하는 실물형(tangible) 인터페이스를 제공한다.[1] 이러한 매체의 특성으로 말미암아 증강현실은 체험에 의한 학습(learning by doing)과 실제적인 학습(authentic learning)을 가능하게 함으로써 학습에서의 현존감(presence)과 몰입을 높여 학습효과를 극대화하는 결과를 얻을 수 있다.

최근 카메라와 그래픽 처리 능력을 높인 단말기, 충분한 속도의 무선통신 등의 기능을 갖춘 스마트폰이 등장하게 되었고 일반적으로 데스크 탑에서 동작하는 AR(augmented Reality) 기술이 모바일 기기로 전이되면서 모바일 AR이 스마트폰의 애플리케이션 형태로 보급되어 많은 사람들의 관심을 받고 있다.

현실세계와 가상세계를 정합해주는 위치 지시자에 의해 현실세계가 정합되면 가상 세계의 객체를 현실세계의 영상위에 증강했을 때 그 객체가 실제로 현실에 존재하는 것처럼 보이게 된다. 위치 지시자는 크게 능동형 센서와 수동형 센서로 구분될 수 있으며, 수동형 센서는 마커 또는 특정 사물의 무늬나 형태와 같이 카메라 등의 장비를 이용하여 인식될 수 있는 것을 말한다.[2]

본 연구에서는 모바일 기반에서 증강현실 기술지원을 하는 NyARToolkit 기반으로 유아용 학습 콘텐츠 시스템을 구현하고자 한다. 일반적으로 많이 사용하고 있는 콘텐츠는 다양한 색상으로 저작되어 있지만 마커는 흑백으로 구성되어 있다. 이로 인해 기존 콘텐츠와 마커간의 부자연스러운 문제를 컬러 마커로 바꾸어서 해결하고자 한다. 다양한 컬러 및 색상 배치에 따른 3D 물체의 증강 정도를 실험을 통하여 확인하며, 이를 바탕으로 콘텐츠를 제작하고 구현하고자 한다. 구현한 콘텐츠에서 필요한 페이지에 마커를 삽입하고, 이 마커 위에 친숙한 캐릭터를 띄우므로 집중력을 높임과 동시에 학습보조자가 원활하게 콘텐츠를 사용할 수 있도록 한다.

II. 관련연구

2.1. 증강현실 정의 및 특징

증강현실은 현실세계와 가상의 체험을 결합하는 기술을 의미한다. 증강현실 기술은 일반 가상현실 기술의 부류라고도 할 수 있으나, 실시간으로 현실세계와 가상객체가 동시에 혼합해서 제공되는 점에서 다르다고 할 수 있다. 또한 여러 가지 센서와 디스플레이 장치, 영상 합성 기술 등을 필요로 하게 된다. 증강현실과 가상현실의 관계를 나타내면 그림 1과 같으며, 왼쪽은 실제 환경을 나타내고 오른쪽은 컴퓨터에 의해 생성된 가상현실이다. 증강현실은 실제 환경과 가상 환경의 중간 단계이다.

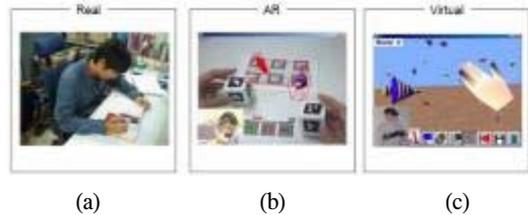


그림 1. 증강현실과 가상현실의 관계  
(a) 실환경 (b) 증강현실 (c) 가상현실  
Fig. 1 Relation of AR and virtual reality  
(a) Reality (b) AR (c) VR

2.2. 안드로이드 구조

안드로이드는 리눅스 커널을 기반으로 하고 있으며 자바(Java)와 XML을 기반으로 앱을 개발할 수 있도록 다양한 API(Application Programming Interface)를 제공하고 있으며 이를 그림 2에 나타내었다.

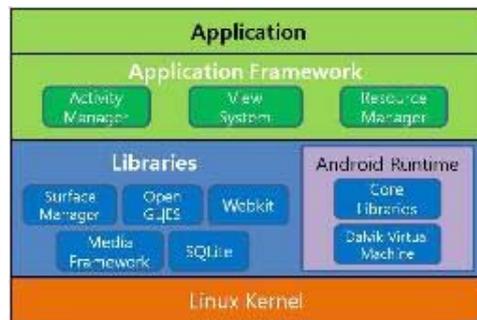


그림 2. 안드로이드 컴포넌트 구조  
Fig. 2 Android component structure

안드로이드는 리눅스(Linux) 2.6 커널을 기반으로 강력한 운영체제와 포괄적 라이브러리 세트, 풍부한 멀티미디어 사용자 인터페이스, 폰 애플리케이션 등을 제공한다. 휴대폰에 안드로이드를 탑재하여 인터넷과 메신저 등을 이용할 수 있으며, 휴대폰뿐 아니라 다양한 정보가전 기기에 적용할 수 있는 연동성도 갖추고 있다.

안드로이드 스마트폰에는 카메라, 디스플레이, 오디오, 입력장치 모두 탑재되어 있고 인터넷까지 지원되며, 안드로이드에서 증강현실 지원의 블록도는 그림 3과 같다.

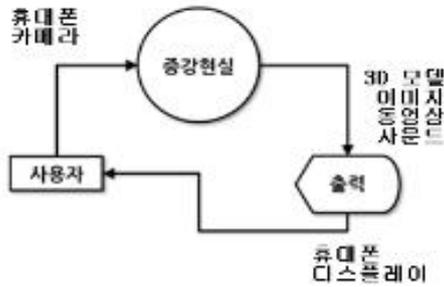


그림 3. 증강현실 지원 블록도  
Fig. 3 Block diagram for AR

### 2.3. 마커

마커를 사용하는 증강현실 기술은 Kato가 개발한 ARToolKit에서[3] 시작되어 UMPC(Ultra Mobile PC)나 스마트폰 등의 모바일 장치에서 사용이 가능하도록 ARToolKit과 ARTag를 계승하여 확장하였으며,[4, 5] 대부분 흑백 마커를 사용하고 있다.[2, 6]

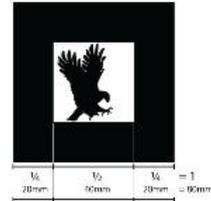
일반적으로는 카드에 사용될 마커는 직접 제작이 가능하며, 여러 가지 형태로 변형해서 사용할 수 있지만 흑과 백의 여백은 확실히 구분해 주어야 한다. 이를 그림 4에 나타내었다.

## III. 시스템 구현

### 3.1. 구현 방법

시스템 구현을 위한 마커인식에 따른 이미지 처리와 증강현실을 위한 개발 도구로는 높은 해상도의 모델 파일을 지원하고, 모바일 기기(Android 1.6)라는 하드웨어 특성을 고려하여 AR을 위한 기술지원을 보다 효율적으로

로 하는 NyARToolkit[7]을 사용하였다.



1 : 2 : 1 비율

그림 4. 마커의 기본 형태  
Fig. 4 Fundamental type of marker

#### 3.1.1. NyARToolkit의 기본구조

NyARToolkit의 생성시 기본구조는 그림 5와 같다.

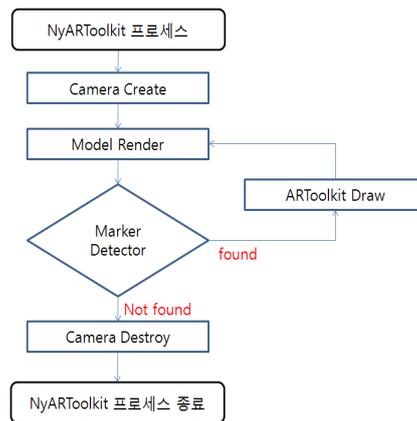


그림 5. NyARToolkit 생성시 기본 구조  
Fig. 5 Fundamental structure of NyARToolkit

우선 NyARToolkit은 클래스 베이스 API로 구성되어 있기에, 객체에 필요한 모든 클래스들이 public지시자로 구성되어 있으며, 접근이 가능하고, Application에서 Camera 객체를 생성함과 동시에 Model Render 클래스가 한번 호출된다. Model Render 클래스는 초기화에 필요한 정보를 담고 있는 클래스이며, 마커 정보에 부합하는 Content들을 미리 로드한다.

Marker Detector는 마커의 인식 유무를 확인하는 부분과, 마커가 있다면 그 마커가 담고 있는 정보에 대한 분류를 하는 부분으로 나누어지며, 본 클래스에서 무한루프를 돌리면서 계속 마커를 찾도록 한다.

ARToolkit Draw는 마커가 인식이 되었다면, Model Render에서 초기화된 정보를 토대로 3D모델을 그리는 부분으로, 마커를 인식할 때마다 계속 호출하여 그리는 작업을 반복한다. Camera Destroy는 마커를 초기화한 특정 시간이나, 사용자의 선택에 따른 과정에 의해 종료될 때 호출된다.

3.1.2. 구현과정

본 시스템은 다음과 같은 과정을 통해 구현되어진다. 우선 모바일 기기에 포함된 Cam을 생성하고 출력시키고자 하는 데이터의 정보들을 초기화한다. 초기화가 끝남과 동시에 증강모드의 Cam이 시작되는데, 마커 인식을 위해 저장된 마커 패턴파일을 우선 읽고 Detect된 마커 패턴과 저장된 마커 패턴 파일을 비교하여 얻어진 정보들을 각 변수에 담는다. 그리고 저장된 정보들을 토대로 그에 해당하는 각 Content를 휴대폰 디스플레이에 출력한다. 이를 그림 6에 나타내었다.

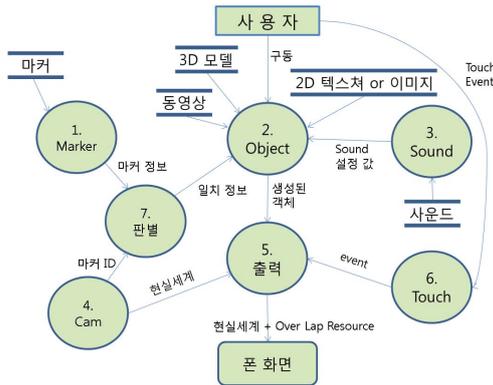


그림 6. 자료 흐름도  
Fig. 6 Data flow diagram

3.2. 구현 결과

3.2.1. 명도 변화에 따른 모델 출력

마커(색상 160, 채도 0, 명도 0 (검은색))를 기준으로 명도에 변화에 따른 모델 출력 정도를 실험하였으며, 이를 그림 7과 표 1에 나타내었다.

명도가 0에서 130의 범위에서는 모델이 흔들림 없이 잘 나타났다. 명도가 140에서 150 범위에서는 모델이 가끔 깜빡거리든지 혹은 가끔 나타났다. 명도가 160이상일 때는 모델이 출력되지 않았다.

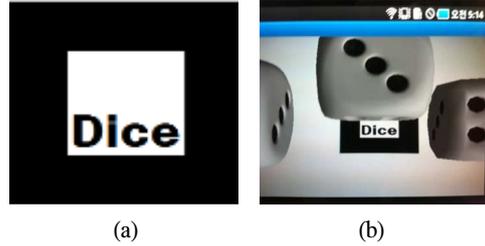


그림 7. 명도 변화에 따른 모델 출력  
(a) 기준 마커 (b) 명도 130

Fig. 7 Model output versus intensity variance  
(a) Reference marker (b) intensity 130

표 1. 명도에 따른 모델의 출력빈도  
Table. 1 Model output frequency vs intensity

명도	출력빈도(%)
0	100
80	100
130	100
140	60
150	30
160	0
240	0

3.2.2. 명도와 채도변화에 따른 모델 출력

마커(색상 80, 채도 240, 명도 65 (초록색))를 기준으로 채도 변화에 따른 모델 출력 정도를 실험하였으며, 이를 그림 8과 표 2에 나타내었다.

명도가 0일 때는 채도의 값에 상관없이 마커가 모두 검은색이므로 모델이 흔들림 없이 잘 나타났으며, 명도가 80일 때도 채도에 관계없이 모델이 흔들림 없이 잘 나타났다.

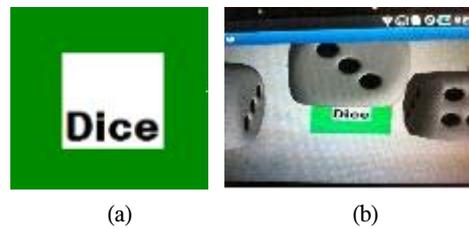


그림 8. 명도 및 채도 변화에 따른 모델의 출력  
(a) 기준 마커 (b) 명도 160, 채도 160

Fig. 8 Model output vs intensity and chroma variance  
(a) Reference marker (b) intensity 160, chroma 160

명도가 160이고 채도가 240일 때 모델이 흔들림 없이 잘 출력되지만 채도가 낮아질수록 모델의 출력 빈도가 낮아졌으며, 명도가 240일 때는 채도의 값에 상관없이 마커가 모두 흰색이므로 모델이 출력되지 않았다.

표 2. 명도 및 채도 변화에 따른 모델 출력빈도  
Table. 2 Model output frequency vs intensity and chroma variance

명도	채도	출력빈도(%)
0	X	100
80	0	100
	80	
	160	
	240	
160	0	10
	80	40
	160	90
	240	100
240	X	0

3.2.3. 보색에 따른 모델 출력

마커내부는 색상220, 채도240, 명도60(자주색)으로 두고 마커외부는 색상80, 채도240, 명도65(초록색)으로 하여 마커를 제작하였다. 마커의 내부와 외부의 구분이 없으면 모델이 출력되지 않아 적당한 간격을 두고 실험 하였으며 그 결과를 그림 9에 나타내었다.

마커 내부와 외부의 간격을 0.5mm로 두고 0.1mm씩 줄여가면서 실험을 해보았다. 그 결과, 간격이 좁아질 수록 모델의 정확도가 떨어졌다. 마커 외부와 내부의 간격이 0.5mm일 때, 모델이 선명하게 유지되지 않고, 깜빡거리고 흔들렸다. 간격이 0.4mm일 때, 모델이 계속 흔들렸다.



그림 9. 간격에 따른 모델 출력  
(a) 간격 0.5mm (b) 간격 0.3mm  
Fig. 9 Model output vs gap variance  
(a) Gap 0.5mm (b) Gap 0.3mm

마커 내부와 외부의 간격이 0.3mm일 때, 모델이 가끔 나타났다. 간격이 0.1mm와 0.2mm 일 때는 모델이 출력 되지 않았다. 마커내부는 50, 채도192, 명도122(연두색)으로 두고 마커외부는 색상200, 채도92, 명도112(보라색)으로 두었을 때(case 1), 마커내부는 색상0, 채도240, 명도120(빨강색)으로 두고 마커외부는 색상120, 채도 240, 명도60(청록색)으로 두었을 때(case 2), 모든 경우에 모델이 흔들림 없이 잘 출력되었으며 그 결과를 그림 10에 나타내었다.

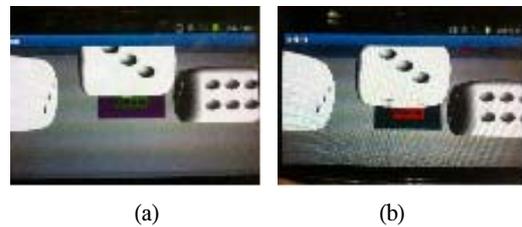


그림 10. 보색마커에서 모델 출력  
(a) 경우 1 (b) 경우 2

Fig. 10 Model output at complementary color  
(a) case 1 (b) case 2

결과적으로 마커를 보색관계로 제작하기 위해서는 마커 외부색상을 색상환에서 어두운색으로 두고 마커내부는 외부색상의 보색으로 두어야 모델이 잘 출력된다는 것을 알 수 있었다.

보색 마커(마커내부는 색상0, 채도240, 명도120(빨강색)으로 두고 마커외부는 색상120, 채도240, 명도60(청록색)으로 둘 때) 뒤에 컬러 콘텐츠를 배경을 두고 마커를 찾을 경우 강아지 관련 유튜브 동영상을 출력하도록 한 결과 잘 동작하였으며 이를 그림 11에 나타내었다.

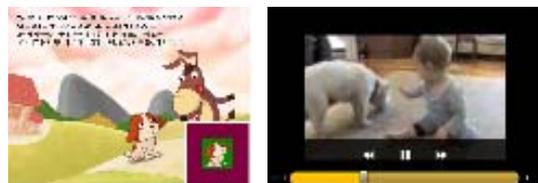


그림 11. 컬러 마커를 이용한 유튜브 동영상 연결  
Fig. 11 Movie play using color marker

기존 컬러 콘텐츠 위에 흑백 마커를 두면 흑백과 컬러가 공존하므로 아주 부자연스러웠으나, 본 연구에서 제안한 보색마커를 사용하였을 경우 부자연스러움이 해결되었으며 마커 주변의 컬러 배경에 따라 모델이 조금 흔들리는 곳도 있었다.

대부분의 보색 마커는 동작을 잘 하였지만 내부는 색상50, 채도192, 명도122(연두색)으로 두고 외부는 색상200, 채도92, 명도112(보라색)으로 하는 보색마커의 경우 마커의 위치를 컬러 콘텐츠의 어디에 두어도 모델은 나타나지 않았고, 아주 잠깐 나타날 때도 있었지만 매우 불안정했다.

#### IV. 결 론

일반적으로 많이 사용하고 있는 콘텐츠는 다양한 색상으로 저작되어 있지만 마커는 흑백으로 구성되어 있다. 이로 인해 기존 콘텐츠와 마커간의 부자연스러운 문제를 다양한 컬러 및 색상 배치에 따른 3D 물체의 증강 정도를 실험을 통하여 확인하였으며, 이를 바탕으로 모바일 기반에서 증강현실 기술지원을 하는 NyARToolkit 기반으로 유아용 학습 콘텐츠 시스템을 구현하였다.

명도가 0에서 130의 범위에서는 모델이 흔들림 없이 잘 나타났다. 명도가 140에서 150 범위에서는 모델이 가끔 깜빡거리든지 혹은 가끔 나타났다. 명도가 160이상일 때는 모델이 출력되지 않았다. 컬러 마커의 명도가 같을 때는 채도가 높을수록 인식률이 높았다.

마커를 보색관계로 제작하기 위해서는 마커 외부색상을 색상환에서 어두운색으로 두고 마커내부는 외부색상의 보색으로 두어야 모델이 잘 출력된다는 것을 알 수 있었다.

구현한 콘텐츠에서 필요한 페이지에 컬러 마커를 삽입하므로 부자연스러운 문제를 해결할 수 있었고, 이 마커 위에 학습내용과 관련된 심화 자료를 띄우므로 집중력을 높임과 동시에 학습보조자가 원활하게 콘텐츠를 사용할 수 있었다.

#### 참고문헌

- [1] 계보경, "증강현실 기반학습에서 매체특성과 현존감 학습몰입 학습효과의 관계 규명," 이화여자대학교, 박사학위 청구논문, 2007.
- [2] 김창욱, 김동주, 김한우, "모바일 증강현실 마커의 인식방법", 2010년 정보 및 제어 학술대회 논문집 pp221-222, 2010.
- [3] H. Kato, M. Billinghurst. "Marker Tracking and HMD Calibration for a video-based Augmented Reality Conferencing System", Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality, pp85-94, 1999
- [4] Wagner. D., Schmalstieg, D., "ARToolKitPlus for Pose Tracking on Mobile Device," Proceeding of 12th Computer Vision Winter Workshop, pp. 139-146, 2007.
- [5] M. Hizer. "Marker Detection for Augmented Reality Applications," Seminar /Project Image Analysis Graz, Oct. 27, 2008.
- [6] 전수진, 김영섭, "효과적인 증강현실 구현을 위한 오디오 마커 검출," 반도체디스플레이기술학회지 제10권 제2호(2011년 6월), pp. 121-124.
- [7] <http://nyatla.jp/nyartoolkit/doc/nyartoolkit/3.0.0/api>

#### 저자소개

##### 이종혁(Jong-hyeok Lee)



1975년 부산대학교 전자공학과 학사  
1980년 부산대학교 대학원 석사  
1991년 부산대학교 대학원 전자계산기전공 박사

1990년~현재 경성대학교 컴퓨터공학부 교수  
※관심분야: 인공지능, 음성인식, 증강현실