

# 다수의 마커 인식에 따른 가상 객체 배치의 정확도 개선 방안

## Improve Accuracy of Virtual Object Placement According to Recognition of Multiple Markers

송나은

Naeun Song

건국대학교

Konkuk University

ene607@naver.com

### 요약문

본 논문에서는 여러 개의 마커를 인식하여 가상객체를 스폰할 때, 스폰 성공 확률을 높이는 것을 목표로 한다. 마커 인식으로 가상객체 스폰의 정확도를 측정하기 위해 저자가 직접 제작한 가상메모 증강현실 애플리케이션을 실험에 사용하였다. 실험 결과, 여러 개의 마커를 인식할수록, 모든 가상 객체를 동시에 원하는 위치에 스폰하는 것에 실패할 확률이 높아진다는 것을 확인하였다. 해당 실험 결과를 분석하고, 스폰의 정확도를 높이기 위한 새로운 방법으로 마커 인식을 통해 증강 현실에서의 3 차원 좌표계 복구 방법을 제안한다.

### 주제어

증강현실, 마커 인식, 스폰(spawn)

### 1. 개요

본 논문은 마커 인식으로 가상 메모를 제공하는 증강현실 애플리케이션을 실험을 통해 분석한다. 마커 인식은 해당 마커가 어떤 마커 인가에 따라 다른 정보를 제공할 수 있다. 또한, 마커 인식은 비콘 등 다른 매체에 비해 빠른 속도를 가지고 있다는 장점도 가지고 있어, 넓은 범위에서 활용되고 있다.

제작한 애플리케이션을 기반으로, 마커 인식을 통해 이루어지는 가상객체 스폰의 정확도를 측정한다. 측정 결과를 바탕으로 마커 인식이 가진 한계점을 분석한다. 최종적으로는, 마커 인식이 가진 한계점 극복 방안으로 마커 인식을 통한 위치 좌표계 복구 방법을 제안한다.

### 2. 관련 연구

#### 2.1 마커 기반 가상객체 생성

Shelton and Hedley(2002)는 증강현실 개발 소프트웨어 ARToolKit 을 사용하여 증강현실 지리학습 콘텐츠를 개발하였고, 그 효과를 실험했다[1]. 증강현실 콘텐츠를 이용하여 학습한 학생들은 공간적 개념과 관련성에 대해 기존보다 높은 이해도를 보였으며, 학업 성취도도 증가했다. 이러한 기존 연구를 통해 FLARToolkit 을 사용하여 마커를 인식하고 AR 지구의의를 제작하는 콘텐츠가 제작되었다. 해당 콘텐츠는 ArcGIS 로 주제도를

제작한 후, FLARToolkit 의 가상 구 표면에 입혔다. 마커를 웹캠으로 인식하여 가상 지구의의를 제공하였다. 시스템에서 필요한 마커는 FLARToolkit 에서 기본적으로 제공하고 있는 마커를 사용하였다. 언급한 선행 연구는 마커 인식을 사용하였지만, 사용자의 몰입도를 고려하지 않은 마커를 사용하였다. 증강현실도 가상현실과 마찬가지로 사용자가 가상세계에 접속하므로, 가상세계에 대한 사용자의 몰입도가 깨지지 않는 것은 중요하다. 따라서 본 연구에서는 일상생활에서 자주 마주할 수 있는 사물의 이미지를 마커로 사용하여, 사용자의 가상세계에 몰입도를 고려하였다.

#### 2.2 증강현실에서의 가상 공간좌표 형성

3 차원 위치측정을 위해 비콘을 사용하였다. 비콘은 마커와 같이 증강현실 정보를 제공하는 역할과 3 차원 좌표를 구하는 역할을 가진다. 비콘을 사용해서 3 차원 좌표를 구하는 방법은 미리 위치를 알고 있는 비콘과의 각 거리 값을 3 차원 삼각측량법 계산을 사용하여 3 차원 좌표 값을 측정하는 방법[2]이다. 해당 연구[2]에서 사용한 기법은 조명이 매우 밝은 상황에서도 증강현실에서의 가상 공간 좌표를 구현하는 것에 성공했다. 그러나 마커 기반에 비해 속도가 느리다는 단점이 존재했다. 본 연구에서 제작하고자 하는 콘텐츠는 주 사용 공간이 현실세계의 일반적인 공간임을 고려하였을 때, 속도가 더 빠른 마커 기반이 더 적합하다고 판단하였다.

### 3. 실험 설계

#### 3.1 실험 장비 및 환경

본 연구에서는 카메라로 마커를 인식하기 위한 수단으로 안드로이드 OS 를 가진 모바일 폰 Samsung Galaxy S7 edge(SM-G935)를 사용하였다. 실험을 수행한 장소는 저자의 자택에 있는 방이다. 실험에 사용하는 마커는 세 가지로 존재한다. 각 마커를 A4 용지에 흑백 인쇄하여 마커 인식에 사용한다.

### 3.2 실험 절차

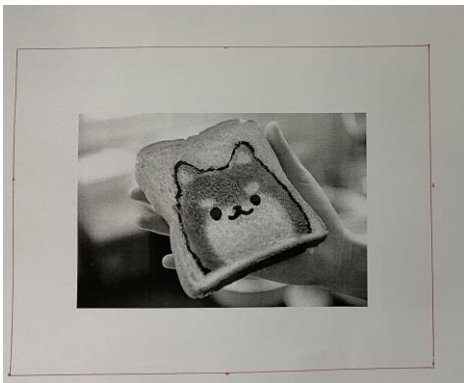
실험에서는 그림 1 에 제시된 세 가지 마커를 사용한다.

그림 2 는 실험에서 사용하기 위해 인쇄한 마커의 사진이다. 실험은 모바일 폰으로 인쇄한 마커를 인식하며 수행된다. 실험에서 측정 시 용이하기 위해 모든 마커의 세로 길이는 8 센티미터로 동일하게 하여 인쇄한다. 마커를 인식하면 가상메모는 스폰 된다. 가상메모 스폰은 마커의 모서리를 기준으로 가로와 세로 3 센티미터까지 오차범위로 허용된다. 오차 범위는 마커를 인쇄한 종이에 붉은 색의 펜으로 표시한다.

그림 1 실험에서 사용하는 마커의 이미지



그림 2 실험에 사용하는 마커를 인쇄한 사진



실험은 세 가지 조건에서 수행된다. 조건 1 은 한 가지 마커에 대해 가상메모를 스폰하는 경우, 조건 2 는 두 가지 마커에 대해 동시에 가상메모를 스폰하는 경우, 조건 3 은 세 가지 마커에 대해 동시에 가상메모를 스폰하는 경우이다. 조건 2 와 조건 3 에서의 마커 배치는 그림 3 을 따른다.

그림 n3 마커 배치(좌: 조건 2/ 우: 조건 3)



표 1 에서 제시한 것과 같이, 조건 1 은 세트 1~3 으로, 조건 2 는 세트 4~5 로, 조건 3 은 세트

7 로 구성되어 있다. 각각의 세트에 대해서는 100 번씩 스폰을 측정한다.

표 1 각 조건 별 실험 세트

조건	세트	구성 마커	스폰 횟수
조건 1	세트 1	고양이	100
	세트 2	지구	100
	세트 3	빵	100
조건 2	세트 4	고양이, 지구	100
	세트 5	고양이, 빵	100
	세트 6	지구, 빵	100
조건 3	세트 7	고양이, 지구, 빵	100

모든 조건에서의 실험 절차는 표 2 의 과정을 따른다.

표 2 실험 절차

순서	내용
1	어플리케이션을 실행시켜, 마커 인식 위젯에 도달한다.
2	한 개의 마커 씩 인식한다.
3	조건에서 동시에 스폰하는 가상메모의 개수만큼 순서 2 를 반복하여 수행한다. (조건 2: 1 회 추가 반복/ 조건 3: 2 회 추가 반복)
4	모든 가상메모의 스폰이 완료되면, 현재 화면을 캡처한다.
5	가상메모의 스폰 성공 여부를 계산한다.

### 3.3 가상메모 스폰 성공 기준

발생한 가상메모 면적의 70%가 오차 범위 안에 있으면 스폰에 성공한 것으로 간주한다. 단, 조건 2 와 조건 3 의 경우, 하나의 마커라도 오차 범위를 벗어난다면, 스폰에 실패한 것으로 간주한다.

### 3.4 가상메모 스폰 성공 측정 방법

가상메모가 스폰 되면, 해당 화면을 캡처해서 가상메모 면적의 70%가 오차 범위 안에 존재하는지 확인한다. 마커와 가상메모 모두 사각형이므로, 캡처한 사진에서 범위 밖의 면적을 직사각형으로 나누어서 면적을 계산한다. 전체 가상메모 크기와 비교했을 때 30%가 넘는지 판단한다.

#### 4. 실험 결과

표 3~9 는 각 세트 별 실험결과이다. 스폰에 성공하면 1 을 작성하였고, 실패하면 0 을 작성하였다.

표 3 세트 1 실험 결과

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

표 3 에 따르면, 세트 1 에서의 스폰 성공확률은 100%이다.

표 4 세트 2 실험 결과

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

표 4 에 따르면, 세트 2 에서의 스폰 성공확률은 99%이다.

표 5 세트 3 실험 결과

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

표 5 에 따르면, 세트 3 에서의 스폰 성공확률은 97%이다.

표 1~3 을 보면, 하나의 마커를 인식하였을 경우에는 스폰 성공확률이 높음을 알 수 있다.

표 6 세트 4 실험 결과

0	1	1	1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	1

표 6 에 따르면, 세트 4 에서의 스폰 성공확률은 72%이다.

표 7 세트 5 실험 결과

0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1	1	1	1	0

표 7 에 따르면, 세트 5 에서의 스폰 성공확률은 69%이다.

표 8 세트 6 실험 결과

1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1

1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1	0	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

표 8 에 따르면, 세트 6 에서의 스폰 성공확률은 71%이다.

표 6~8 을 보면, 두 개의 마커를 인식하는 세트 4~6 에서는 하나의 마커를 인식할 때보다 스폰 성공확률이 감소하였음을 알 수 있다.

표 9 세트 7 실험 결과

1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0	1	1	0	1

표 9 에 따르면, 세트 7 에서의 스폰 성공확률은 63%이다. 세 개의 마커를 인식하는 세트 7 에서는 두 개 이하의 마커를 인식할 때보다 스폰 성공확률이 감소하였고, 성공확률이 절대적으로 낮음을 확인할 수 있다. 즉, 한 번에 스폰하는 마커의 개수가 늘어날수록 스폰에 실패할 확률이 급격하게 증가한다.

## 5. 결론

### 5.1 실험 결과 분석

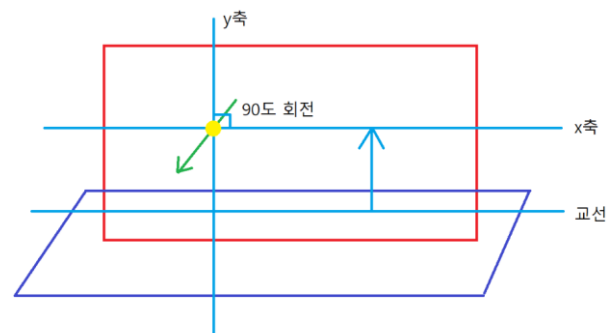
실험 결과를 통해, 여러 마커에 대해 동시에 가상메모를 스폰하려고 할수록, 스폰 성공확률이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 해당 문제의 원인은 마커 인식을 통해서만 가상메모를 스폰하였기 때문이라고 분석하였다. 실험에 사용한 애플리케이션에서는 마커가 인식되면, 그 위치를 즉석으로 계산해서 가상 메모가 배치된다. 이때, 계산된 가상메모는 로컬 좌표계로 위치가 계산된다.

즉, 인식된 각각의 마커들은 자신의 위치를 로컬 좌표계로 나타낸다. 애플리케이션의 실행에서, 인식된 각 마커들은 가상메모를 배치할 때 독립된 로컬 좌표계를 가진다. 각 마커들은 좌표계를 서로 공유하지 않는다. 즉, 사용자가 하나의 마커를 인식해서 그 로컬 좌표계에 가상메모를 배치하고, 다른 마커를 새로 인식하면 새 로컬 좌표계를 생성해서 가상메모를 배치한다. 이때, 사용자가 새 마커 인식을 위해 모바일 폰을 빠르게 움직이면, 현재 인식하려는 위치가 이전 마커 인식을 통해 인식된 위치에서 크게 달라지지 않았다고 인식하여, 이전 마커의 좌표에 가상메모를 배치하는 문제가 발생한다고 분석하였다. 다른 마커의 좌표계가 간섭한 것을 문제 원인으로 생각한 이유는, 하나의 마커에 대해서만 가상메모를 배치할 때는 가상메모가 의도하지 않은 위치에 발생하는 경우가 거의 없었기 때문이다. 즉, 인식된 마커들이 공유하는 하나의 좌표계가 만들어진다면, 각 마커의 로컬 좌표계 간섭으로 인한 문제가 개선될 수 있을 것이다.

### 5.2 향후 연구 방향 제안

3 차원 위치 좌표계를 생성하는 방법은 그림 4 를 참고한다.

그림 4 위치 좌표계 생성 방법



우선, 모바일 폰을 통해 수직관계에 있는 두 개의 평면을 인식해서, 두 평면에 대한 평면의 방정식을 구한다. 인식된 평면의 수직 벡터와 평면 위의 한 점을 이용하여 평면의 방정식을 구한다. 평면의 방정식 P 를 구하는 공식은 아래와 같다.

$$P = n \cdot (x - x_0)$$

좌표계의 x 축을 구하기 위해, 두 평면 P1 과 P2 의 교선의 방정식을 구한다. 교선의 방정식을 구하는 공식은 아래와 같다.

$$P1 = P2$$

구한 교선의 방정식의 기울기는 x 축의 기울기가 된다. 모바일 폰에 인식된 마커는 원점(0, 0, 0)이 된다. x 축은 기울기가 교선의 방정식이고, 원점인

마커를 지난다. y 축은 x 축의 기울기를 90 도 회전한 값이고, y 축도 원점인 마커를 지난다.

위의 방식으로 인식된 마커를 원점으로 x 축과 y 축을 형성하며 좌표계가 만들어진다. 다른 마커가 추가로 인식되면, 인식된 마커는 형성된 좌표계의 좌표를 가진다. 따라서, 원점인 마커와 새로 인식된 마커는 상대적인 좌표를 계산할 수 있게 된다. 마커들 간 상대적인 위치관계를 저장할 수 있게 되면, 애플리케이션을 다시 실행해서 마커들을 재인식했을 때, 저장된 상대적 위치관계를 복구하며 가상메모를 스폰할 수 있다. 상대적인 위치관계를 통해 가상메모를 배치하므로, 가상메모가 범위 밖에서 스폰되는 현상을 개선할 수 있을 것이다.

향후 연구 방향으로 제안한 개선점은 현재 애플리케이션 제작 수단과 동일한 언리얼 엔진을 사용할 것을 제안한다.

## 사사의 글

이 연구는 2021 년도 건국대학교 컴퓨터공학과 졸업프로젝트 2(3194)로 수행되었다.

## 참고 문헌

1. Park, J. H., 「Exploring Augmented Reality applications for Geography Learning: Focused on Marker Based Methods」, 『대한지리학회지』, 48(6): 994~1008, 2013.
2. Jung, J. J., 「A Study on Stable Service of Marker based Augmented Reality Using 3D Location Measurement of Beacons」, 『Journal of the KIECS』, 12(5): 883~890, 2017