

# 증강현실에서 OOK 기반의 CEM 맥락 데이터 생성 및 추출 기술

## CEM Contextual Data Creation and Extraction Technology based on OOK of Augmented Reality

이혜미, 류남훈, 김응곤  
순천대학교 컴퓨터공학과

Hye-Mi Lee(lhrooh@sunchon.ac.kr), Nam-Hoon Ryu(nhryu@sunchon.ac.kr),  
Eung-Kon Kim(kek@sunchon.ac.kr)

### 요약

증강현실은 가상 객체를 통해 현실 세계에서 독특한 체험을 할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이지만 가상 객체를 영상 정합하기 위한 마커 기술의 한계로 인해 제한적인 상호작용만 가능하다는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 기존의 마커 기술이 가진 한계점을 보완할 수 있는 차세대 마커 기술을 제안한다. IR LED를 마커의 형태로 조합한 후 M2M이 가진 LED VLC의 개념을 융합한 것으로써, 사용자가 속한 환경 및 개인적 취향을 하나의 맥락으로 표현하여 OOK IR LED 마커 알고리즘을 통해 시스템에 전달하는 마커 기술이다. 사용자의 취향에 따라 가상 객체를 변경하기 위해 즉석에서 마커를 조작할 수 있고, 여러 개의 가상 객체에 대하여 동시 정합 및 제어를 가능하게 한다.

■ 중심어 : | 증강현실 | 마커기술 | 맥락표현마커 | IR LED Marker |

### Abstract

The biggest advantage of AR is that it allows unique experience in the real world through a virtual object. However, there is a limit in the marker techniques to do registration for the virtual object. Therefore, it is possible for a complication that only allows restrictive interaction to come up. This paper provides marker technique of the next generation which can supplement limitations of existing marker technique. Such marker is a combination of IR LED's, and is a convergence of LED VCL concepts of M2M. Environment where the user belongs to and their unique choice will be expressed into one context. Also, the context will be delivered to the system through OOK IR LED marker algorithm. Marker can be operated on the spot to change virtual objects according to the user's taste, registration can be done at the same time for several virtual objects, and control become possible.

■ keyword : | Augmented Reality | Marker Technique | Contextual Marker | IR LED Marker |

## 1. 서론

증강현실 기술은 다양한 분야의 기술 및 기기와의 융합이 종합적으로 이루어지고 있으며, 체험형의 새로운

문화 콘텐츠 산업 창출을 위한 제반 기술로 자리 잡고 있다. 이를 구현하기 위한 기술적 요소 역시 많은 진보를 이루고 있으며, 가상의 객체를 통해 독특한 체험을 할 수 있는 응용 콘텐츠의 출현 역시 급증하고 있다

\* 본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

접수번호 : #120220-001

접수일자 : 2012년 02월 20일

심사완료일 : 2012년 03월 20일

교신저자 : 김응곤, e-mail : kek@sunchon.ac.kr

[1][2]. 한 편, 최종 사용자 측면에서는 그 사용성에 대한 변화가 미비하여 초반의 기대와 관심이 점차 줄어 들고 있는 추세이다. 디스플레이 장비를 통해 시각적으로 들여다보는 것과 사용자의 몸짓에 의해 가상의 객체가 반응을 보이는 것으로 상호작용을 만족해야 한다. 컴퓨터를 통해 사용자와 현실 세계가 인터랙션 가능한 기술이지만 사용자가 선택 가능한 가상 객체는 매우 한정되어 있으며, 선택조차 할 수 없는 콘텐츠가 대부분이다. 또한 동일한 객체의 반복 사용과 만족되지 않는 상호작용은 콘텐츠에 식상함을 느끼게 되고, 지속적인 사용이 어려워진다[3][4].

특히 전시장이나 박물관 등의 정해진 공간에서 다양한 정보 전달 및 홍보를 목적으로 증강현실 콘텐츠를 설치 및 사용하는 경우는 사용자와 시스템 사이의 상호작용에 대한 만족을 최대한 향상시킬 수 있도록 하여 지속적인 사용성을 유도할 수 있는 것이 중요하다. 증강현실 기술 자체에 대한 호기심으로 그치는 것이 아니라 콘텐츠가 전달하고자 하는 정보에 몰입하여 흥미를 이끌어 낼 수 있어야 한다. 이와 같은 기술을 구현하기 위해서는 기존의 마커 기법이 가진 단일 정보 표현과 시스템 차원에서 미리 정해놓은 마커를 일방적으로 제공하는 방식의 단방향성에 대한 제약을 개선할 수 있는 마커 기법이 필요하다.

본 논문에서는 적외선(Infrared Light, IR)을 이용한 마커를 통해 기존의 마커가 가진 제약 사항을 보완할 수 있는 기술에 접근한다. 선행연구에서 설계하였던 IR LED 마커 인식 기법을 개선한 알고리즘을 적용하여 구현하고, 마커로써의 기능을 실험한다. 그리고 사용자에 의한 마커 데이터 제어 및 실시간 가상 객체 변경, 다중 정보 표현과 가상 객체의 선택 범위 확장, 선택 결과와 현실 공간의 상황 정보를 연계한 정보 표현을 하나의 맥락으로 표현할 수 있는 마커 기법을 설계하고, 제안한다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 증강현실을 위한 마커 기법에 대해 설명하고, 3장에서는 이 논문에서 제안하는 마커를 구현하기 위한 메커니즘을 설명한다. 4장에서는 기존 마커와 제안한 마커의 성능을 비교, 분석하여 효율성을 평가하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 증강현실을 위한 마커 기법 분석

증강현실 기술이란 사용자가 현실 세계의 감각을 그대로 경험하는 가운데 컴퓨터가 재현하는 가상의 공간을 현실 세계에 맞추어 제공하는 기술이다[5]. 가상 객체를 현실 세계에 합성하기 위해서는 나타내고자 하는 위치에 필요로 하는 객체를 정확히 표현할 수 있도록 도와주는 기준 표시가 있어야 한다. 특정한 값에 따른 가상 객체의 종류 및 카메라 자세 정보, 위치 정보를 담고 있으며 마커라고 한다. 증강현실 콘텐츠를 접하는 사용자는 카메라와 모니터가 하나의 장치로 결합된 형태의 HMD 또는 모바일 장비를 몸에 지니고 이동하면서 마커가 가리키는 곳을 바라보는 형식으로 이용하게 된다. 모니터가 고정되어 있는 경우라도 카메라 제어를 통해 같은 효과를 나타낸다.

### 1. 이동식 마커와 고정식 마커

마커는 이동식과 고정식으로 구분할 수 있다. 이동식 마커는 사용자가 직접 손에 들고 사용하거나 본인의 신체 일부를 마커로 사용하는 기법으로 마커 자체에 대한 이동이 가능하다. 손으로 만질 수 있는 물리적인 마커는 다른 모양으로 여러 개 준비해두고 원하는 모양을 선택할 수 있다. 각기 다른 모양의 마커를 카메라에 바꿔가며 비추게 되면 가상 객체를 변경할 수 있는 효과를 나타낸다. 하지만 가상 객체의 수만큼의 모양이 다른 마커가 필요하고, 공동 사용을 위한 콘텐츠의 경우에는 분실의 위험이 내재하므로 실용성이 떨어진다. 또한 탐색의 용이성을 위해 흰 바탕의 검은색 사각형 테두리를 포함해야 하므로 외형에 대한 획기적인 변형이 불가능하여 상호작용을 감소시키는 원인이 되기도 한다. [그림 1]은 이동식 마커를 사용하고 있는 응용 사례를 보여준다[6].



그림 1. 이동식 마커의 응용 사례

고정식 마커는 가상객체가 증강될 위치 데이터를 입력받는 형식으로써, 위치 값에 대한 변경이 이루어지지 않는 경우를 의미한다. 스마트폰을 활용한 위치 기반 증강현실(Geolocation-based AR)에 주로 사용하는 기법이다. GPS 데이터를 통해 지리적 위치를 파악한 후 원하는 건물이나 장소에 부수적인 가상의 정보를 제공한다. 사용자가 스마트폰을 들고 이동하면서 특정 장소를 바라보면, 해당 가상객체가 화면에 보이게 되고, 클릭을 통해 상호작용하게 된다. GPS는 군사목적으로 제공되는 위치 정보의 오차범위가 5m 이내이지만, 민간 목적으로 제공되는 오차범위는 대략 30m 정도이고, 전파가 도달하지 않는 곳에서는 측위가 불가능하여 실내에서는 즐겨 사용하지 않는다. 실내에서 홍보나 전시를 목적으로 지정된 공간에서 증강현실 콘텐츠를 구현하고자 마커를 특정 영역에 부착하거나 카메라를 고정하기도 한다. [그림 2]는 고정식 마커의 응용 사례를 보여준다.



그림 2. 고정식 마커의 응용 사례

## 2. IR LED 마커

사용자의 눈에 띄지 않으면서도, 정확한 인식률을 갖도록 하고, 실내에서 사용이 가능한 마커를 위해 적외선을 활용한 마커 기법에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다. IR LED와 IR 카메라를 이용하게 되며, 이용 방식에 따라 패시브 마커와 액티브 마커로 나뉘어진다. 패시브 마커는 사람의 눈에는 보이지 않으면서 반사 재질을 이루는 마커에 IR LED에서 조사하는 적외선이 반사되어 되돌아오는 반사광을 IR 카메라로 입력 받아서 마커로 활용하는 방식이다. [그림 3]은 재귀 반사 마커(Retio-reflective Marker)의 한 종류를 나타낸다. (A)

는 사람의 눈으로 보는 것과 같은 효과를 내는 RGB-카메라를 이용하여 획득한 영상으로써 벽면에 부착되어 있는 재귀 반사 마커의 비가시성을 나타낸다. (B)에서는 IR 카메라를 통해 반사 재질에서 반사하는 모양 그대로 마커가 형성되어 있음을 확인할 수 있다. (C)는 IR LED와 IR 카메라가 장착된 HMD를 착용하고, 복도를 걸어 다니면서 벽면에 붙어 있는 마커를 바라보게 되면 각각의 마커에서 표시하고 있는 정보가 HMD를 통해 사용자에게 전달되는 결과를 보인다[7][8].

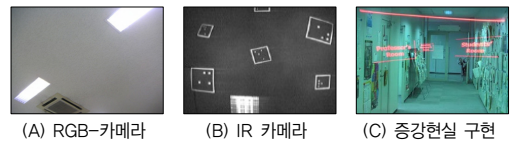


그림 3. IR LED 패시브 마커

액티브 마커는 IR LED를 이용하여 제작한 마커로써 자체적으로 적외선을 발광(Luminescence)하는 특징을 갖는다. 적외선 영상에서 IR LED가 밝게 빛나고 있는 블랍(Blob)이 확인된다. [그림 4]의 (A)는 독일의 M. Mehling이 연구한 IR LED 마커이다. IR LED 마커의 실제 모습과 IR 카메라를 통해 획득한 영상을 보인다. 사람이 양 손에 마커를 들고 이동하고 있으며 IR LED가 있는 부분에 가상 객체가 합성되어 따라다니게 된다 [9]. [그림 4]의 (B)는 중국의 T. Wang이 제안한 설비보전 증강현실 시스템을 나타낸다. 고정식 마커 기법으로 IR LED를 장비에 부착한 상태에서 해당 위치에 가상 객체가 합성되게 하여 설비에 필요한 작업을 도울 수 있도록 하였다[10].

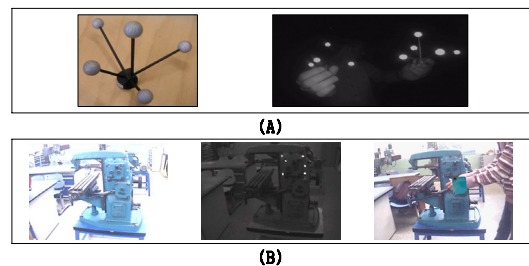


그림 4. IR LED 액티브 마커

이 마커들은 비가시적인 마커의 효율성을 강조하고 있으며 본 논문에서 제안하고자 하는 가시광 무선통신(LED Visible Light Communications, LED\_VLC)의 개념을 적용한 OOK(On-Off Keying) 기법은 접목되지 않았기 때문에 정합되는 결과물을 실시간으로 변환할 수 있는 메커니즘이 구축되어 있지 않다.

### III. OOK IR LED 마커 메커니즘

이 장에서는 IR LED 액티브 마커를 통해 기존의 마커의 제약 사항인 단일 정보 표현 및 가상 객체 선택 시 매우 제한적인 선택 범위만을 제공할 수밖에 없는 문제점을 해결하고자 한다. 마커 당 하나의 가상 정보만 표현할 수 있고, 정해진 데이터만을 이용할 수밖에 없으므로 사용자 의도를 실시간으로 수용할 수 없다는 구조적 문제에 대해 접근한다. 다수의 가상 객체 중에서 원하는 종류를 선택하고, 사용자의 취향에 맞는 색상으로 가상 객체의 특정 부위를 변경한다. 필요에 의해 둘 이상의 가상 객체를 동시에 화면에 정합할 수 있으며, 각각 개별적인 제어 또한 가능하다. 이러한 상호작용은 전부 실시간으로 사용자가 직접 조작하는 가운데 OOK IR LED 마커를 통해 이루어지게 된다. OOK IR LED 마커를 사용하게 되는 증강현실 시스템은 다양한 선택을 시스템에 적용하기 위한 수단으로 컨트롤러를 사용한다. 사용자가 컨트롤러를 이용하여 요구 사항을 입력하면 해당 신호가 발생하게 되고, 마커에 전달되어 여러 가지 선택 사항을 하나의 맥락으로 표현하기 위한 데이터비트로 변환하는 작업을 수행한다. 이 때 입력 디바이스로는 IR 카메라와 RGB-카메라를 동시에 활용한다. 시스템 내부적으로는 IR LED 마커의 인식률을 최대화할 수 있도록 하고, 사용자에게는 선명한 색상의 현실 세계를 그대로 전달하여 임장감을 향상시키기 위함이다.

#### 1. OOK IR LED 마커의 구성

증강현실을 완성하는데 있어 마커를 통해 사용자의 요구 사항들을 표현하고자 한다면 하나의 맥락으로 정

의할 필요가 있으며, 마커가 표현 가능한 데이터의 수를 증가시켜야 한다. 다중 선택 기능 및 선택 결과와 연계된 현실 세계의 상황 정보를 하나의 맥락으로 표현하여 마커에 전달하게 되면 실시간으로 마커의 패턴이 변경될 수 있으므로 사용자에 의한 마커 제어 기능 제공이 가능해진다.

OOK IR LED 마커는 기능적 측면에서 마커 프레임 영역과 마커 디지털 영역으로 분리된다. 마커 프레임은 IR LED의 조합을 마커로 사용함에 있어 정밀한 추적 및 인식률을 향상시키기 위해 사각마커의 형태로 배치된 영역이다. 마커 디지털 영역은 확장된 상호작용을 제공하는 핵심 영역으로 마커 프레임 내부에 존재하는 IR LED를 의미하며, 마커 데이터를 표현하는 영역이다. 마커 디지털 영역을 구성하기 위해 필요한 IR LED의 개수와 배열은 2×2, 2×3, 3×3 등의 조합으로 구성할 수 있다. IR LED의 개수가 많아질수록 마커에서 상호작용이 가능한 옵션이 증가한다. 본 실험에서는 2×2 배열을 기준으로 한 맥락 데이터비트를 생성 및 인식하는 알고리즘을 제안하고, 설계한다. [그림 5]는 OOK IR LED 마커를 IR 카메라를 통해 인식한 영상으로 마커의 구성 요소를 나타낸다[11].

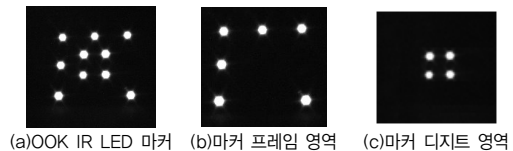


그림 5. OOK IR LED 마커의 구성

마커 데이터를 생성하기 위해서는 IR LED들의 조합뿐만 아니라 최종 사용자의 입력 모듈과 맥락 데이터 생성 모듈, IR LED 액티브 마커 제어 모듈을 통합한 임베디드 기반의 마커로 제작되어야 한다. [그림 6]은 이러한 모듈을 조합하여 제작한 CEM(Contextual Expression Marker)에 대한 구성도이다. 마커 데이터는 사용자가 만들어내는 정보를 빛의 깜박임으로써 표현한다. IR LED의 발광 상태 및 소등 상태를 디지털 신호 1과 0으로 매칭하여 증강현실 시스템과 통신한다. 이러한 과정은 가시광 무선통신의 개념과 IR LED 마커를 융합한 것으로써, 디지털 변조 방식 중 진폭 편이 변

조(ASK)의 하나인 온-오프 변조(OOK) 방식을 통해 이루어진다. 모스 부호와 같이 On-Off의 길이를 변화시키면서 다양한 패턴으로 깜박임을 만들어내면서 사물 간 통신(Machine to Machine, M2M)을 지원한다. 가시광 무선통신은 디지털 반도체에 의해 초당 380nm~780nm 속도로 켜짐과 꺼짐을 반복하면서 수 Mbps급의 정보를 전송할 수 있는 기술이다. 초당 200번 이상을 깜박거리게 되면 인간의 시각으로는 계속 켜져 있는 빛으로 인식하게 되는 원리를 이용하여 조명 인프라와 통신 환경을 융합한 기술이다[12][13].

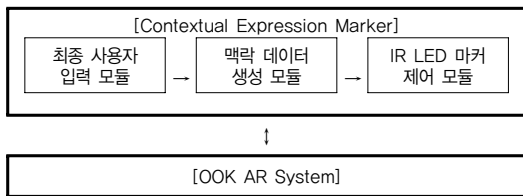


그림 6. CEM 구성도

## 2. CEM 맥락 데이터 생성 및 추출

### 2.1 맥락 데이터비트 정의

맥락 데이터는 마커가 내포하고 있는 정보의 묶음으로, 마커 디지털 영역의 IR LED에서 빛으로 표현되어 질 신호를 의미한다. 개당 4bit의 데이터를 나타낼 수 있도록 설계하였으므로 2x2의 배치를 사용할 경우의 정보 표현 범위는 16bit가 되고, 4x4의 경우라면 64bit의 정보 표현이 가능해진다. [그림 7]은 16bit 맥락 데이터의 개념도를 나타낸다. 4bit 단위의 블록집합으로 되어 있고, 블록의 순서는 IR LED의 배치 순서와 매칭하여 각 IR LED가 나타내야 할 데이터를 담는다.

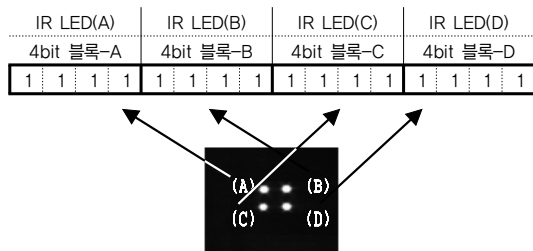


그림 7. 맥락 데이터비트의 개념도

### 2.2 맥락 데이터비트 생성

증강현실 콘텐츠의 사용성을 확장하기 위해 가상 객체에 대한 선택 범위를 필드와 항목으로써 제시한다. 필드는 다중 선택을 유도하고, 항목은 선택 범위를 넓힌다. 각 선택의 결과는 맥락 데이터비트를 생성하기 위한 맥락 요소가 되며, 이러한 맥락 요소의 조합이 OOK Code 패턴 생성의 기본이 된다.

필드는 가상 객체를 변경하기 위한 분야를 나누어 제시하고, 각 필드는 상호간 독립적으로 작용하므로 중복 적용이 가능하다. 항목은 필드에 종속되는 선택 범위로서 필드 크기에 따라 항목의 개수가 정해지며, 변경이 가능한 범위를 의미한다. 그 중에서 선택한 하나의 항목이 최종 맥락 요소가 된다. [표 1]은 다중 선택 상황을 설명하기 위한 예시를 보여준다. 필드의 경우 객체선택, 색상선택, 텍스트, 애니메이션의 4가지의 분야로 정의하였고, 각 필드는 해당 내용에 따라 bit수를 다르게 할당하였다. 객체선택 필드는 2bit를 할당하여 디지털 데이터 00, 01, 10, 11의 4가지 세부항목 중 하나를 선택할 수 있도록 하였다. 색상선택 필드는 4bit를 할당하여 16색 표준 색상 중에서 한 가지를 고를 수 있으며, 맥락 요소는 0000, 0001, ..., 1111의 값을 갖게 된다. 텍스트와 애니메이션 필드는 각각 1bit 씩을 할당하여 디지털 데이터 0, 1 중에서 선택할 수 있으므로 항목은 2가지의 선택 범위를 갖는다.

표 1. 다중 선택 적용을 위한 맥락 요소

필드 항목	객체 선택	색상 선택	텍스트	애니 메이션
	필드-0	필드-1	필드-2	필드-3
항목 수	4중	16중	2중	2중
할당 bit	2bit	4bit	1bit	1bit
세부 항목 맥락 요소	0 00	0 000 0	0 0	0 0
	1 01	1 000 1	1 1	1 1
	2 10	:	X	
	3 11	16 111 1		

맥락 데이터비트를 완성하기 위해 입력되는 맥락 요소들의 위치는 [그림 7]과 같이 배분한다. 맥락 요소와

블록 비트는 연관성을 두지 않으며, 필드-0 부터 3까지의 순서대로 조합된다. 이 때 할당된 비트와 같은 크기로 배분하고, 중간에 의미 없이 비어있는 비트를 두지 않으며 연속적인 조합으로써 맥락 데이터비트를 구성한다.

동일 또는 다른 객체를 2개 이상 증강시킬 수 있는 데이터 표현 또한 가능하다. 비트 할당량에 따른 유동적인 조합 방식으로 객체선택에 대한 필드만 존재한다는 전제를 예로 들면, 맥락 데이터비트 전체를 하나의 값으로 사용 시 16bit로 1가지의 가상 객체를 표현하게 된다. 이때 항목은 65,536가지의 선택이 가능한 범위를 갖게 된다. 16bit의 전체 데이터 중 8bit만을 사용하게 될 경우는 256가지의 선택 범위 중에서 1가지의 가상 객체를 고를 수 있고, 남은 8bit의 영역을 종전과 같이 사용하게 됨으로써 결과적으로 2개의 가상 객체를 정합할 수 있게 된다. [표 2]는 다중 선택 범위 및 동시 적용 결과를 실험하기 위해 주어진 조건과 해당 조건에 대한 선택 결과에 대한 예시를 보인다. 선택 결과에 따른 맥락 요소를 조합하여 맥락 데이터비트를 생성하게 되면 [표 3]과 같은 결과를 얻게 된다.

표 2. 다중 선택 범위의 조건 및 선택 결과 예시

구분	필드 및 항목 내용	선택 결과	맥락 요소
조건-1	2가지의 증강 객체 동시 적용	○	8bit단위
조건-2	필드-1. 가상 객체 선택	㉞	01
	㉞ 아네모네 피시		
	㉞ 감성돌		
	㉞ 상어		
조건-3	필드-2. 색상선택	2번째 은색	0001
	표준 색상 16종 중 선택		
조건-4	필드-3. 텍스트	○	1
	텍스트를 통한 어류 정보 제공		
조건-5	필드-4. 애니메이션	X	0
	어류의 움직임 제어 여부		

표 3. 맥락 요소의 조합 결과

[증강 객체-1]				[증강 객체-2]			
필드-1	필드-2	3	4	필드-1	필드-2	3	4
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0

### 2.3 OOK-Code 데이터 변환

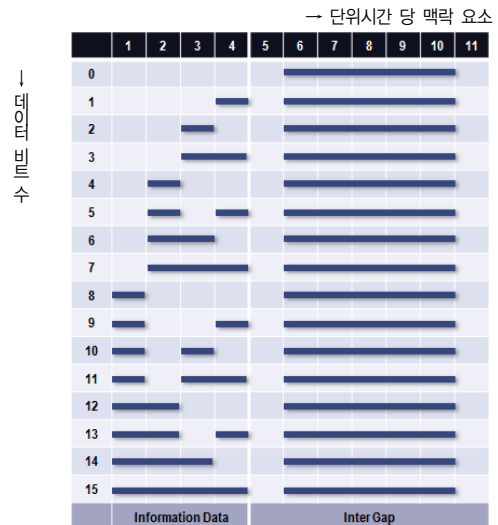
생성된 맥락 데이터비트를 IR LED 마커에서 OOK 기법을 통해 표현할 수 있도록 하기 위한 변환 작업이 필요하다. 맥락 요소의 조합을 통해 데이터를 완성하였으면 [표 4]와 같이 블록에 맞추어 각각의 IR LED가 전송해야 할 값을 추출한다. [표 3]을 기준으로 하여 영역 재분배를 마치게 되면, IR LED(A), (C)는 4의 값을 갖게 되고, (B)와 (D)는 6의 값을 갖게 되는 것을 알 수 있다. 이 값은 IR LED가 On-Off를 통해 정보를 나타낼 수 있도록 하는 패턴으로 변경하는 과정을 거쳐야 안정적인 정보를 전달할 수 있게 된다.

표 4. OOK-Code 패턴 적용을 위한 블록 단위 재구성

IR LED(A)	IR LED(B)	IR LED(C)	IR LED(D)
4	6	4	6
0 1 0 0	0 1 1 0	0 1 0 0	0 1 1 0

OOK-Code 패턴은 16bit에 최적화된 것으로 모든 패턴은 공통적으로 Information Data 신호와 Inter Gap 신호 구간으로 이루어진다. [표 5]는 16bit OOK-Code 패턴 테이블을 나타낸다.

표 5. 16bit OOK-Code 패턴 테이블



단위시간을 0.05초로 정의하고, 단위시간을 11등분으로 나눈 시간을 셀 시간이라 한다. 표현 가능한 데이터는 16bit이므로 16개의 값을 갖는다. 맥락 데이터비트에서 추출된 각각의 IR LED에 해당하는 맥락 요소의 값을 의미한다. 마커 디지털 영역에 존재하는 4개의 IR LED들은 자신에게 할당된 OOK-Code 패턴에 맞게 개별적으로 데이터를 빛의 감박임을 통해 표현한다. 빛의 켜진 상태는 막대그래프로 나타내었고, 꺼진 상태는 아무런 표시를 하지 않는 방식으로 OOK-Code 패턴을 시각화하였다.

Information Data는 맥락 요소로부터 추출된 값과 같고, 본 마커에서 나타내고자 하는 패턴을 정의한다. IR LED에서 표현 가능한 블록 단위에 맞추어 4개의 셀로 구성된다. [표 5]와 같이 LED의 On-Off로써 맥락 요소를 조합하여 패턴을 만들어내고, 마커는 이에 해당하는 데이터 신호를 알린다. 5번 셀은 Information Data와 Inter Gap을 구분하고자 하는 구간으로 모든 값이 공통적으로 Off 상태이다. Inter Gap의 경우는 명확하게 맥락을 인식하기 위해 사용한다. 증강현실을 위한 카메라의 위치는 사용자에게 의해 빈번하게 이동할 수 있다는 특징을 갖는다. 이 때 마커는 새로운 맥락이 입력되기 전까지는 동일 신호를 지속적이고, 반복적으로 전송하게 되는데, 이 때 카메라를 통해 막 인식된 맥락이 의도하고 있는 시작점에 대한 판단이 매우 모호해진다는 문제가 발생한다. 정확한 시작점을 판단하지 못하면 Information Data에서 전송하고 있는 정보의 왜곡이나, 전송 오류가 발생하여 사용자의 의도를 마커에 반영할 수 없게 된다. 이러한 시작점에 대한 모호함을 배제하기 위해 Inter Gap을 두어 데이터의 시작부분과 끝부분을 구분한다. Inter Gap은 항상 고정적인 형태이며, 연속적인 구간을 포함한다. Information Data의 최대 연속시간보다 길어야 하므로 6~10번까지의 5개의 셀 시간 구간을 On의 상태로 하며, 마지막 셀 시간은 Off 상태를 유지한다. 시작점을 판단하기 위한 Inter Gap을 인식하기까지의 대기 시간은 사람이 인지 가능한 시간에 비해 매우 짧기 때문에 고려할 사항에서는 제외한다.

### 3. OOK IR LED 마커의 인식

CEM을 통해 다중 선택 및 여러 가지의 가상 객체에 대한 맥락 데이터비트를 생성할 수 있는 알고리즘을 설계하였다. OOK AR 시스템에서는 맥락 데이터비트의 생성 알고리즘을 역변환 하여 마커 정보를 추출한다. 각 개별적인 IR LED에서 전송하는 OOK Code 패턴을 인식하여 고유한 값을 얻은 다음 선택을 위한 맥락 요소의 조합으로 분리하여 필드 및 항목에 대한 사용자 선택 사항에 대한 정보를 수집한다. 사용자가 즉석에서 제작한 마커는 OOK AR 시스템에서 지속적으로 해석하고 있으며, 가상 객체를 사용자의 요구에 맞추어 변경한 후 영상에 정합한다. 마커에 지정되어 있는 복합적인 정보에 해당하는 가상 객체를 준비하고, 그 외의 작업을 통해 증강현실을 완료한다.

#### 3.1 마커 프레임 영역 추출 알고리즘

마커 프레임 영역은 마커의 외곽선을 추출하기 위한 IR LED의 배치를 보여준다. 원근과 방향성을 적용하기 위해서 네 개의 모서리에 배치하여 사각 형태를 갖도록 하였고, 카메라 자세정보를 구별하기 위한 기준이 필요하므로 좌측과 상단의 중심에 각각 한 개씩을 추가하여 총 6개를 이용하여 배치한다. 마커 프레임 영역은 마커의 존재 유무 및 마커 디지털 영역을 인식하는데 필요하므로 항상 켜져 있어야 한다. 사각마커 추적 기술은 현실 세계 좌표 추출 및 카메라 자세 정보 추출 등 마커로써의 기본적인 기능을 부여하고, 다른 마커 트래킹에 비해 우수한 정확도 및 빠른 연산이 가능하므로 IR LED들이 각각 개별적인 개체가 아닌 하나의 프레임으로 인식되도록 하는 알고리즘이 필요하다.

OOK IR LED 마커는 평면형 이미지가 아닌 개별적인 IR LED들의 조합이다. 제안하는 마커를 영상 처리를 통해 추출하기 위해서는 마커 프레임 영역 추출 알고리즘을 통해 마커로써의 기능을 부여하고, 배치해놓은 6개의 개별적인 IR LED를 하나의 마커로 인식한다. 우선 각각의 IR LED에 번호를 부여하기 위해 무게중심을 구한다. 무게중심은 마커 프레임 영역뿐만 아니라 마커 디지털 영역을 포함한 총 10개의 개별 좌표점을 이용한다. 배치의 특성 상 구해진 무게중심의 좌표는

좌측상단 쪽으로 약간 치우쳐지고, 마커 디지털 영역 내에 존재한다. 무게중심으로부터 각 IR LED와의 거리를 구하여 거리 순서로 정렬한 후 마커 프레임 영역에 있는 IR LED에 번호를 부여하는 작업을 실시한다. 무게중심과 가장 먼 6개의 IR LED만 검출하게 되면 마커 프레임 영역으로 분류된다.

반면, 가장 가까운 거리에 있는 4개의 IR LED는 마커 디지털 영역으로 분류한다. 분류된 마커 프레임 영역의 6개 IR LED만을 이용하여 프레임 중심점을 구한다. 구해진 프레임 중심점으로부터 가장 멀리 떨어진 IR LED를 6번으로 지정한다. 6번과 프레임 중심점을 기준으로 하여 이와 대칭되는 대칭점을 구하고, 그것과 가장 가까운 곳에 있는 IR LED의 번호를 1번으로 한다. 6번과 프레임 중심점을  $-90^\circ$  회전한 회전점을 구하고, 가장 가까운 곳에 있는 LED를 3번으로 한다. 이번에는 6번과 프레임 중심점을  $90^\circ$  회전한 회전점을 구하고, 가장 가까운 곳에 있는 IR LED를 5번으로 지정한다. 그 후 1번과 3번의 중심점을 구하고 이와 가장 가까운 IR LED를 2번으로 지정한다. 1번과 5번의 중심점을 구한 후 가장 가까운 LED를 4번으로 하여 마커 프레임 영역을 추출 할 수 있도록 한다. 카메라 캘리브레이션 과정에서 고유 행렬과 왜곡 계수를 추출하고, 마커의 네 모서리를 알고 있을 때 카메라 좌표계를 기준으로 마커의 회전된 위치와 자세를 계산할 수 있다. 즉, 3차원 공간에서 네 모서리 점의 위치를 이미지 상의 네 모서리로 변환하는 과정을 거치게 된다. [그림 8]은 IR LED 마커의 인식 결과와 다양한 자세 정보를 나타내는 영상을 보여준다.

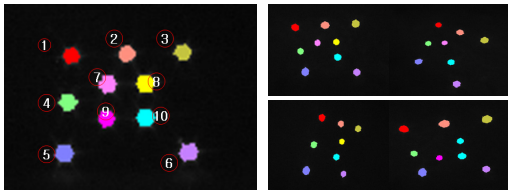


그림 8. IR LED 마커의 추출

### 3.2 마커 디지털 영역 추적

무게중심과 가장 먼 거리에 있는 6번 IR LED의 번호

부여 작업까지 완료되면, 나머지 IR LED에 대해서는 초기 인식 번호를 0으로 설정한다. 마커 프레임 영역의 1번과 3번 IR LED의 중심점과 가까운 거리에 있는 2개의 IR LED를 7, 8번으로 분류하고, 5번과 6번 IR LED의 중심점과 가까운 거리에 있는 2개의 IR LED를 9, 10번으로 분류한다. 이 후 1번과 5번의 중심점과 가까운 IR LED를 7, 9번으로, 3번과 6번 중심점과 가까운 IR LED를 8, 10번으로 분류하여 마커 디지털 영역의 IR LED는 7, 8, 9, 10번으로 지정된다. [그림 8]과 같이 각각의 IR LED 자리는 컬러링을 통해 번호 부여 작업이 완료되었음을 알린다. 각각 다른 색상으로 채워 구분을 쉽게 할 수 있도록 돕는다. 이 중 1번 빨강은 항상 적색으로써, 방향성을 부여하기 위해 고정된 좌측-상단을 의미한다.

## IV. 실험 및 결과

이 장에서는 기존의 마커와 CEM이 나타낼 수 있는 데이터의 개수 및 기능별 비교분석을 통해 결과를 도출하고, 마커로써의 효율성을 증명하고자 거리 및 각도에 따른 인식률을 측정하여 평가한다. 본 논문에서는 실험을 위해 사이버 아쿠아리움 형태의 증강현실 시스템을 구현하였다. 바닥속 환경을  $180\text{cm} \times 150\text{cm}$  크기의 미니어처로 제작하였고,  $20\text{cm} \times 20\text{cm}$  크기의 IR LED 마커를 미니어처 내부에 설치하였다. 특정 재질에 대한 투과성을 갖는 빛의 성질을 이용하였기 때문에 사용자는 마커의 존재 유무를 알 수 없고, IR 카메라를 통해서 마커를 인식한다. [표 6]은 거리에 따른 마커 인식률의 측정 결과를 나타낸다.

표 6. 거리별 마커 인식률

측정거리 (m)	총프레임수	인식	미인식	인식률 (%)
1.0	400	400	0	100
1.5	400	400	0	100
2.0	400	400	0	100
2.5	400	400	0	100
3.0	400	400	0	100
3.5	400	400	0	100
4.0	400	381	19	95
4.5	400	328	72	82
5.0	400	183	217	46



거리에 따른 마커 인식률을 측정하고자 총 400프레임 동안의 인식되는 프레임과 미인식 프레임을 계산한다. 카메라와 마커의 거리는 1.0m ~ 5.0m까지 0.5m 간격으로 측정하였다. 3.5m까지는 미인식 프레임이 존재하지 않아 100% 인식률을 보였으나 그 이상 멀어지게 되면 인식률이 현저하게 떨어짐을 확인할 수 있었다.

카메라와 마커의 각도는 -90° ~ 90°까지 범위 내에서 10° 간격으로 측정하였고, 거리는 1.0m, 1.5m, 2.0m를 기준으로 하여 총 1,200 프레임에 대해 평균 인식률을 측정하였다. [표 7]은 각도별 마커 인식률에 대한 결과를 나타낸다.

표 7. 각도별 마커 인식률

각도 (°)	총 프레임수	거리별 인식 수(m)				평균 인식률 (%)
		1.0	1.5	2.0	계	
-90	1,200	0	0	0	0	0
-80	1,200	63	73	59	195	16
-70	1,200	400	400	400	1,200	100
-60	1,200	400	400	400	1,200	100
-50	1,200	400	400	400	1,200	100
-40	1,200	400	400	400	1,200	100
-30	1,200	400	400	400	1,200	100
-20	1,200	400	400	400	1,200	100
-10	1,200	400	400	400	1,200	100
0	1,200	400	400	400	1,200	100
10	1,200	400	400	400	1,200	100
20	1,200	400	400	400	1,200	100
30	1,200	400	400	400	1,200	100
40	1,200	400	400	400	1,200	100
50	1,200	400	400	400	1,200	100
60	1,200	400	400	400	1,200	100
70	1,200	400	400	400	1,200	100
80	1,200	62	73	47	182	15
90	1,200	0	0	0	0	0

[그림 9]는 바닷속 환경에 설치해둔 마커의 위치를 검출한 영상으로 중앙의 표식이 있는 곳에 IR LED 마커가 설치되어 있다.

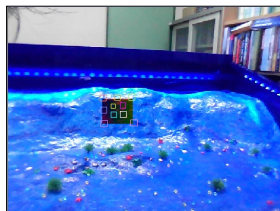


그림 9. OOK IR LED 마커 설치 및 검출 결과

[그림 10]은 구현 결과로 마커 디지털을 즉석에서 변경할 수 있고, 그에 따라 가상 객체의 종류 및 개수, 애니메이션 여부 등이 다르게 정합되고 있는 결과를 보여 준다. 우측 영상은 전체화면으로 전환한 영상으로 사용자가 접하게 되는 최종 결과 영상이다.

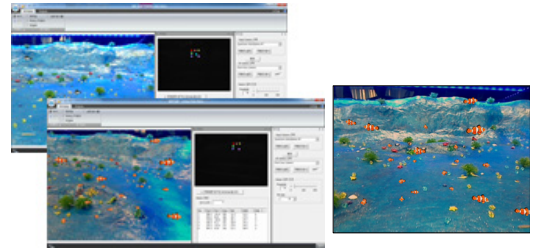


그림 10. IR LED 마커의 영상 정합 결과

마커 디지털 영역에 존재하는 IR LED들은 개별적으로 신호를 보내고 있으므로 독립적인 제어가 가능하기 때문에 각기 다른 이벤트를 부여할 수 있다. 예를 들어 마커 디지털 영역의 IR LED 개수만큼 가상 객체를 동시 정합할 수 있다. 마커 디지털 영역 발생되는 종합적인 신호는 하나의 맥락으로 정의한다. 맥락 데이터 비트에 포함되는 이벤트는 가상 객체의 종류, 가상 객체에 대한 텍스트, 기하변형, 애니메이션, 색상 변경, 개수 등이 있다. 추후 필요에 의해 기능을 추가하여 더욱 세밀한 표현이 가능하다. 반면 마커 디지털 영역의 IR LED의 개수가 늘어날수록 물리적인 마커의 크기가 커진다는 문제가 발생한다. 이런 경우 시스템에서 IR LED의 데이터 비트를 증가시키면 사용가능한 데이터 비트가 폭발적으로 증가하기 때문에 물리적인 크기가 커지는 것을 방지할 수 있다.

## V. 결론

증강현실은 현실 세계에서 가상의 사물을 이용하여 직접적인 체험이 가능한 기술로써, 대중적인 관심이 급증하고 있다. 그러나 증강현실 콘텐츠를 위해 필요한 마커 기술은 사용자가 똑같은 내용을 반복적으로 이용할 수밖에 없기 때문에 점차 관심에서 멀어지게 되는

요인으로 작용한다.

증강현실 콘텐츠의 다양성을 극대화하여 사용자와의 확장된 상호작용을 제공하기 위해 본 논문에서는 LED VLC의 개념을 융합한 임베디드 기반의 OOK IR LED 마커를 제안하였다. 기존의 마커가 1개의 데이터를 사용할 수 있는 것에 비해 제안한 마커는 16n개의 데이터를 제공한다. 또한 마커 디지털 영역에 존재하는 각 IR LED는 독립적으로 데이터를 제어할 수 있기 때문에 그 개수만큼의 가상 객체를 동시 정합할 수 있다. 또한 인간의 눈에 감지되지 않는 적외선을 이용하기 때문에 현실 사물에 설치하여 사용하게 될 경우 비가시적인 마커의 특징을 갖게 되는 것을 확인할 수 있었다. 사용자가 속한 상황을 가상 객체에 적용할 수 있으며, 사용자가 직접 가상 객체의 디테일을 변경할 수 있도록 하여 시스템과의 확장된 상호작용을 실시간으로 제공한다. 향후 스마트 증강현실을 구현할 수 있는 제반 기술이 될 것으로 기대한다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 박진희, 이귀상, “증강현실 콘텐츠 기반 수업이 학업성취, 학습흥미, 몰입에 미치는 효과”, 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제2호, pp.1-13, 2010.
- [2] 원강식, “증강현실을 이용한 복원영상의 박물관 교육분야 활용방안”, 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제6호, pp.205-212, 2010.
- [3] 김영선, 김정현, “증강현실 기반 콘텐츠 및 서비스의 확산을 위한 인터페이스 사용성 제고 및 인터랙션 디자인”, 정보과학회지, 제29권, 제8호, pp.31-37, 2011.
- [4] F. Zhou, H. Been-Lim Duh, and M. Billinghurst, “Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR,” Proc. 7th IEEE/ACM Int’l Symp, on Mixed and Augmented Reality, pp.193-202, 2008.
- [5] 이건, “증강현실 기술의 현재와 미래”, TTA 저널, 통권 제133호, pp.88-93, 2011.
- [6] J. Chun and B. Lee, “Dynamic Manipulation of a Virtual Object in Marker-less AR system Based on Both Human Hands,” KSII Transactions on Internet and Information Systems (TIIS), Vol.4, No.4, pp.452-690, 2010.
- [7] Yusuke Nakazato, Masayuki Kanbara, and Naokazu Yokoya, “Wearable Augmented Reality System Using Invisible Visual Markers and an IR Camera,” Proc. 9th IEEE Int’l Symp, on Wearable Computers, pp.198-199, 2005.
- [8] H. Wang, W. Liu, and C. Chang, “Design of Halftone-based AR Markers under Infrared Detection,” Proc. Int’l Conf. on Computer Science and Software Engineering, Vol.6, pp.97-100, 2008.
- [9] M. Mehling, *Implementation of a Low Cost Marker Based Infrared Optical Tacking System*, Diplomarbeit im Studiengang Audiovisuelle Medien, HdM Stuttgart, 2006.
- [10] T. R. Wang, Yue Liu, and Y. T. Wang, “Infrared Marker Based Augmented Reality System for Equipment Maintenance,” Proc. IEEE Computer Science and Software Engineering, Vol.5, pp.816-819, 2008.
- [11] 이혜미, 류남훈, 김응근, “다수 마커의 제작을 위한 증강현실 기반의 IR LED 마커 검출 기법”, 한국전자통신학회논문지, 제6권, 제3호, pp.457-463, 2011.
- [12] J. Vucic, C. Kottke, and S. Nerreter, “125 Mbit/s Over 5m Wireless Distance by Use of OOK-Modulated Phosphorescent White LEDs,” Proc. ECOC, pp.1-2, 2009.
- [13] J. Vucic, C. Kottke, and S. Nerreter, “230 Mbit/s via a Wireless Visible-Light Link Based on OOK Modulation of Phosphorescent White LEDs,” Proc. OFC/NFOEC, pp.1-3, 2010.

저 자 소 개

이 혜 미(Hye-Mi Lee)

정회원



- 2004년 2월 : 순천대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2010년 8월 : 순천대학교 컴퓨터과학과(이학석사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정 재학 중

<관심분야> : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, HCI

류 남 훈(Nam-Hoon Ryu)

정회원



- 2007년 2월 : 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과(이학사)
- 2009년 2월 : 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학석사)
- 2011년 8월 : 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사과정 수료

<관심분야> : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 알고리즘

김 응 곤(Eung-Kon Kim)

중신회원



- 1980년 2월 : 조선대학교 전자공학과(공학사)
- 1986년 2월 : 한양대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
- 1992년 2월 : 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

▪ 1999년 3월 ~ 현재 : 순천대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, HCI