

# 체감형 적외선 멀티 카드 터치 기반 인식 시스템

조재익\*, 강맹관\*, 김정훈\*, 윤태수\*\*, 이동훈\*\*

\*동서대학교 일반대학원 영상콘텐츠전공

\*\*동서대학교 디지털콘텐츠학부

e-mail:jjikr86@gmail.com

## Interactive Infrared Multi Touch Card Based Recognition System

Jae Ik Jo\*, Maeng Kwan Kang\*, Jung Hoon Kim\*, Tae Soo Yun\*\*, Dong Hoon Lee\*\*

\*Dept of Visual Contents, Graduate School, Dongseo University

\*\*Dept of Digital Contents, Dongseo University

### 요 약

최근 멀티 터치 인터랙션을 반영한 인터랙티브 인터페이스에 대하여 많은 연구가 진행중에 있다. 손을 이용한 터치 인터랙션은 여러 가지 제약이 따르므로 본 논문에서는 증강현실 기술의 하나인 마커 인식 인터페이스와 멀티 터치 인터랙션 인터페이스를 이용한 체감형 적외선 멀티 카드 터치 기반 인식 시스템을 제안한다. 이를 위해 DI기반의 인식 알고리즘을 적용하여 카드의 고유한 정보와 위치정보, 각도 등을 인식 할 수 있도록 하였다. 또한 사용자의 손 제스처 정보를 트래킹 하여 다양한 인터랙션 메타포를 제공한다. 다양한 인터랙션 메타포는 시스템에 높은 몰입감을 제공하여서 아케이드 게임 기기 에도 활용이 가능하다.

### 1. 서론

최근 과학 기술의 발달로 인해 사용자 경험기반의 사용자 인터페이스나 인터랙션 기술들에 대하여 많은 연구가 진행중에 있다. 대표적인 예로 최근 멀티 터치 인터랙션을 반영한 인터랙티브 인터페이스 기기들이 출시 되고 있다. 그 중에서도 멀티 터치 인터랙션을 반영한 인터랙티브 인터페이스 기기들이 출시되고 있다.

과거에는 손을 기반으로 한 제스처를 인식하고 처리하기 위한 기술이 완전하지 않아 하나의 점점과 제스처만을 순차적으로 인식하는 방식으로 인터페이스 기술을 구현할 수 있었는데, 최근에는 손 제스처를 한꺼번에 여러 개 인식할 수 있는 다점점(Multi-Touch) 검출과 인식기술의 해결 방안, 센서 기술과 기기 간 연결 기술들이 다양하게 적용되고 있다. 이를 통해 사용자는 정보의 입력이 용이해졌고, 표현할 수 있는 자유도도 늘어났다. 그리고 이와 같은 멀티터치 인터랙션 기술들이 가장 활발하게 적용되고 있는 분야로서 테이블-탑 기기(Tabletop Device)로 들 수 있는데, 이는 손을 이용한 작업이나 유의미한 제스처와 움직임으로 상호 작용이 주된 인터페이스 방식이기 때문이다. 이러한 사용자 친화적인 인터페이스로 기존 GUI 방식에서의 아이콘(icon)과 같은 메타포(metaphor) 개념을 채용한 방식이 아닌 수행하고자 하는 작업에 필요한 물리적인 개체를 이용하거나 손의 제스처나 손(손가락) 위치를 직접 이용하여 인터페이스에 활용한다는 측면에서 주목을 받고 있다.

이러한 손을 이용한 터치 인터랙션 인터페이스는 정해진 상황과 하드웨어나 소프트웨어 시스템등이 정해진 상황과 하드웨어나 소프트웨어 시스템등이 정해진 규약에

따라 제한이 있다. 이런 상황을 좀더 해결하기 위한 방법으로 물리적인 개체를 함께 사용하는 방법과 손을 이용하는 경우를 들 수 있다. 즉, 태블릿(tablet) 시스템에서의 스타 일러스와 같은 펜이나 센싱 가능한 모듈과 함께 사용하는 무선 통신이 가능한 픽(Puck) 형태와 같은 물리적인 개체를 이용하는 제스처 인터페이스 방식과 마커 기반의 카드를 이용하는 방법[1, 2]을 들 수 있다. 한 예로 마커인식 인터페이스는 최근 많은 이슈가 되고 있는 증강현실에서 다양하게 활용되고 있다. 카메라를 장착한 디바이스들의 보급으로 인해 카메라 기반의 증강현실 콘텐츠들이 대중화 되었으며 여러 분야에 사용되고 있다.

따라서 본 논문에서는 사용자의 몰입감 증대를 위하여 UX 요소중 멀티 터치 인터페이스와 마커 인식 인터페이스를 적용한 시스템을 제안한다. 이는 다양한 콘텐츠를 사용자가 보다 자유롭게 접근할 수 있는 사용자 UX를 보다 효율적으로 활용하기 위한 것이다. 카드 마커를 통한 콘텐츠의 전반적인 진행을 하게 되고 멀티 터치 인터페이스를 통해 부가적인 콘텐츠 진행을 하게 된다.

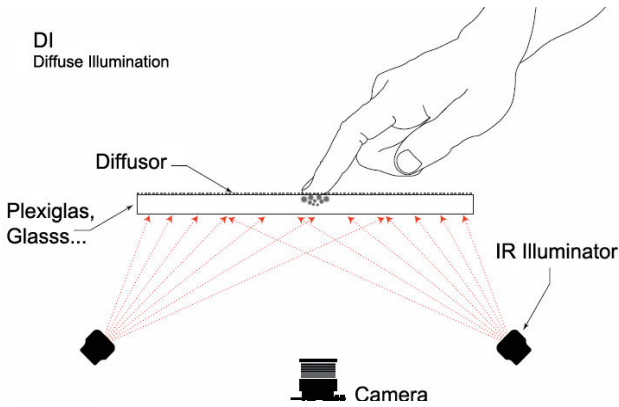
### 2. 관련 연구

#### 2.1 Rear DI

Rear DI[3]방식은 적외선 빛이 스크린 아래에서 비추어지며 스크린을 터치 시 빛이 터치 점 주변으로 반사되며 이를 적외선 카메라로 인식하는 방식이다.

본 연구에서는 마커 인식을 위하여 조작 패널부분에 사용한다.

즉, 카드아래 그려진 마커를 인식함으로써 카드 정보를 얻어낸다. Rear DI방식은 FTIR방식과는 다르게 표면 처리가 불필요하며 FTIR보다 빛의 반사량이 더 커서 마커인식까지도 가능한 밝기를 얻어낼 수 있다



(그림 1) RearDI 방식 원리

### 2.2 테이블 탑 기반 카드 게임

현재 보드 게임 형태는 멀티 터치 방식 보다는 테이블 탑 형태를 활용한 연구들[4]이 많으며 테이블 탑 형식을 이용한 아케이드 게임[1, 5]이나 카메라 기반의 콘솔 게임[6]이 이미 활발하게 출시되어 많은 이용자들을 확보하고 있다. 테이블 탑 시스템으로 구성된 보드 게임의 경우 카드를 인식시키기 위해서 테이블 위에 카드를 올려놓거나, 카메라를 이용해서 카드를 인식하는 방법, 또는 바코드를 이용해서 인식하는 방법 등 다양한 방법을 사용하고 있다. 이러한 방법들은 멀티 터치 시스템에서 단일 시스템으로 사용이 가능한 방법들이며, 멀티 터치 시스템을 적용할 경우 사용자에게 기존 방식에 비해 다양한 상호작용을 경험할 수 있게 할 수 있다.

현재 아케이드 게임기들의 카드 인식은 적외선 카메라를 이용한 색상 패턴 인식(a)과 바코드 리더기를 이용한 바코드 방식(b) 등이 보편적인 방법으로 사용되고 있다. 그러나 단말기를 통해 카드를 인식하는 아케이드 게임과는 달리 본 논문에서는 아케이드 게임기의 카드인식을 위해 DI방식의 인식 알고리즘을 통해 테이블탑 형태의 게임에서는 스크린 위에서 카드를 인식한다.

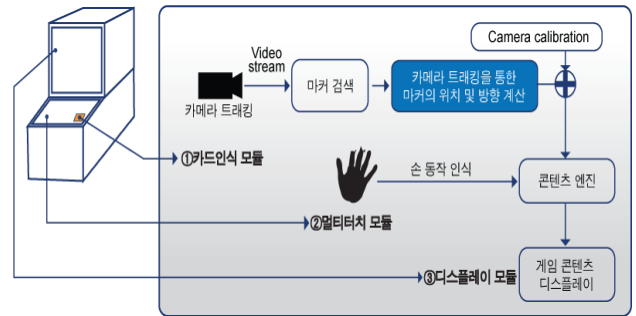


(a) 색상 인식 (b) 바코드 인식  
(그림 2) 인식유형별 아케이드 게임기

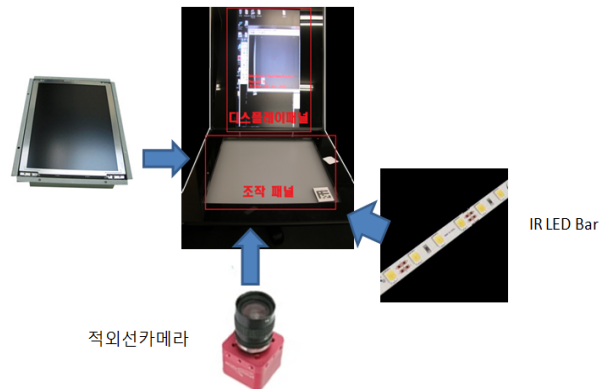
### 3. 시스템 구성

시스템은 디스플레이 패널과 조작패널로 이루어져 있다. 디스플레이 패널은 일반적인 디스플레이를 담당한다. 조작패널은 마커인식을 위한 공간이며 터치 인터랙션을 위한 공간이기도하다. 카드 마커를 배열할 수도 있으며 이 패널 밑엔 적외선 카메라와 적외선 LED바가 존재한다.

시스템 구성은 (그림 4)와 같으며 적외선 과장만을 통과 시키게 하기 위하여 밴드패스(band-pass) 필터를 부착하여 적외선카메라를 만들었다. 적외선 빛을 비추게 하기 위하여 LED바를 설치하였으며, 시스템을 구동할 PC도 함께 내장하였다.



(그림 3) 전체 시스템 흐름도



(그림 4) 시스템 구성

### 4. 적외선 카메라를 이용한 인터랙션 프로세스

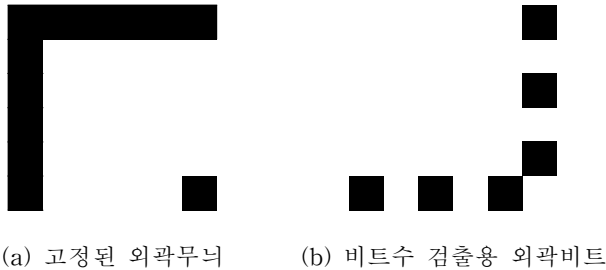
#### 4.1 적외선 카드 인터랙션 프로세스

##### 4.1.1 마커 구성

2D Grid 마커는 총 세 부분으로 나누어져있다. 먼저 방향과 마커의 범위를 인식하기 위한 고정된 외곽무늬가 있고, 행과 열의 개수를 알려주는 외곽비트와 내부의 내용을 담고 있는 내용비트로 나누어져있다.

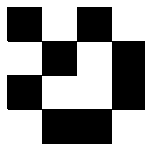
첫째로, 고정된 외곽무늬는 역 기억자 형태와 가장 마지막 행 마지막 열에 비트가 담겨있는 것으로 구성되어 있다. 이 부분이

하는 역할은 마커 인식할 때 마커의 방향과 마커의 범위를 인식하기 위해 사용되고 있다. 둘째로, 외곽비트가 존재 하는데 가장 마지막 행과 가장 마지막 열에 각각 위치하며 1과 0이 반복적으로 나열되어 있다. 셋째로, 내용비트로써 왼쪽 위에서부터 순차적으로 나열되어 있으며 이를 통하여 마커들을 구분하기 위한 아이디를 부여한다. 이 세 가지 요소가 합해져서 최종마커가 된다.

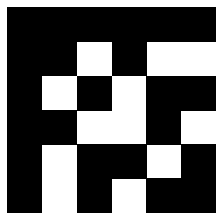


(a) 고정된 외곽무늬 (b) 비트수 검출용 외곽비트

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



(c) 내부의 내용비트(이진수) (d) 내부의 내용비트



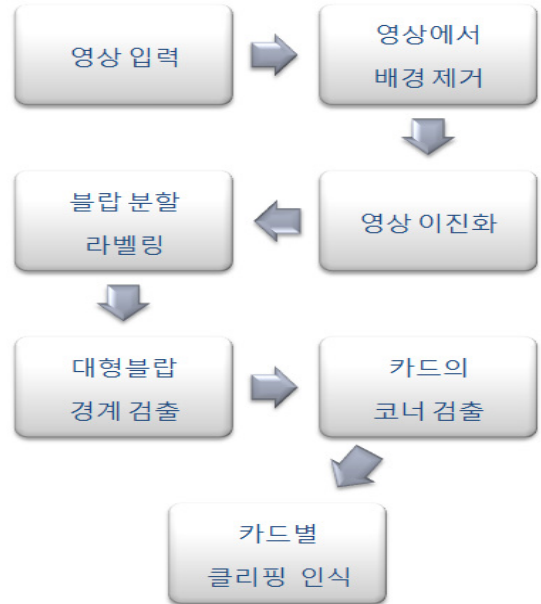
(e) 최종 마커  
(그림 5) 마커의 구성

최종마커인 2D Grid마커는 세 가지의 특징을 갖는데 이는 앞에서 말한 세 가지 요소와 관련이 있다. 외곽비트를 통하여 가변비트 표현(가로 3개 열 이상, 세로 3개 행 이상)이 가능하며, 이를 통하여 가로 세로의 크기 비율이 달라도 왜곡을 통해서 복원한 후 인식이 가능하다. 그리고 고정된 외곽무늬의 특성에 의하여 마커의 회전방향도 인식이 가능하다.

#### 4.1.2 마커 인식 프로세스

다음 (그림 5)는 적외선 필터를 거쳐 필터링 된 영상을 기반으로 한 마커 인식에 대한 알고리즘이다. 가장먼저 영상의 히스토그램을 통하여 밝기값의 평균을 구한다. 이 값보다 높으면 배경으로 이를 처리하여 에러율을 줄이도록 한다. 각종 환경에 따라 잡음이 발생 할 수 있으므로 구해진 밝기값을 임계값으로 지정하여 영상을 이진화 한다. 이 이진화 된 영상에서 마커들을 각각의 단위로 구분해줘야 하는데 이 과정이 블랍(blob) 단위로 분할하여 라벨링을

하는 것이다. 이 라벨링(labeling) 된 블랍 하나 하나의 경계를 소벨(Sobel) 마스크를 통하여 검출을 하게 되는데, 검출한 경계의 정보를 통하여 카드의 코너 검출 및 검증을 한다. 카드의 코너 검출이 완료되면 이를 각각 클리핑(clipping)하여 비트계산을 통하여 아이디를 부여한다.



(그림 6) 마커인식 알고리즘

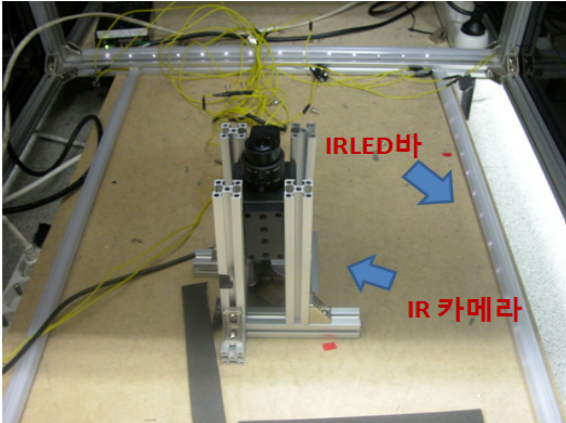
#### 4.2 터치 인터랙션 데이터 인식

조작패널에서 일어난 터치 인터랙션의 인식에 대한 처리를 담당한다. 적외선 카메라로 영상을 캡처하여 먼저 인터랙션이 일어나는 부분과 비 인터랙션 부분을 나누어 예외처리를 한다. 인터랙션 영역을 이진화 처리하고 각 인터랙션이 발생한 영역의 블랍을 검출한다. 검출한 블랍 좌표들은 영상보정 알고리즘을 거치는데 스크린에서 왜곡된 영상을 기반으로 사용자의 손 좌표를 계산하여 화면의 좌표로 적용하는 것은 올바른 결과를 얻을 수 없기 때문이다. 보정이 완료된 좌표는 서버에 보내어 메타포 분석기를 통하여 판별한다. 메타포 분석기는 클라이언트에서 보내어진 기초 데이터를 분석하는데 인터랙션이 발생한 시간 위치등을 이용하여 분석한다. 보내어지기 전에 컨텐츠에서 사용하기 위해서는 시스템에서 얻어진 좌표를 윈도우 좌표계에 맞게 보정해줘야 한다. 윈도우 좌표 보정이 완료되면 분석기를 통하여 이벤트화 하여 컨텐츠에 보내어진다.

#### 6. 구현 및 실험 결과

실제 시스템은 (그림 7)과같이 터치패널 아래에 IR LED바를 설치하여 적외선 빛을 비추어 스크린을 터치 시 빛이 터치 점 주변으로 반사되어 이를 적외선 카메라로 인식하는 DI방식을 구현하였다. 그리고 이를 구동시킬 PC도 내장하였다.

그 결과 (그림 8)과같이 구성된 시스템의 마커 인식 패널에서는 패널 전면 어디든 마커가 그려진 카드를 올려놓으면 적외선 적외선카메라를 통해서 카드의 마커를 인식함으로써 사용자가 조작하는 카드의 위치에 대한 기본 정보 및 위치 정보를 실시간으로 계산하도록 하였으며, 계산된 카드 정보를 게임 콘텐츠로 넘겨주는 방식으로 시스템과 콘텐츠간의 연동이 되도록 구성 하였다. 그리고 사용자가 카드를 사용하지 않고 손가락으로 인식 패널을 터치 및 드래그 할 경우 사용자의 움직임 또한 인식되어 게임 콘텐츠에 적용이 되도록 하여, 시스템 인터페이스의 활용을 높였다.



(그림 7) 시스템 전경



(그림 8) 시스템 시연 모습

되었다. 또한 메타포 분석 모듈을 이용하여 분석한 메타포 이벤트를 콘텐츠에 실행함으로써 사용자가 다양한 인터랙션을 체험할 수 있게 되었다.

정적인 카드 인식 시스템에 다양한 형태의 입력이 가능한 멀티 터치 인터페이스를 융합하여 시스템에 대한 몰입도를 증가 시켰다. 이 특징을 이용하여 아케이드 게임기기에 활용할 계획이며, 본 시스템은 현재 싱글유저만 지원하는 시스템인데 네트워크모듈을 확장하여 기기간의 네트워크가 가능하게 할 예정이다.

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

### 참고문헌

- [1] TAITO, EternalWheel, <http://yu-sha.net/index.html>
- [2] Wonwoo Lee, Woontack Woo, "TARBoard: Tangible Augmented Reality System for Table-top Game Environment", PerGames'05, Munich, Germany, 2005.
- [3] <http://wiki.nuigroup.com/>
- [4] Jefferson Y. Han, "Low-Cost Multi-Touch Sensing through Frustrated Total Internal Reflection" UIST'05, 2005, Seattle, Washington, USA, 2005.
- [5] Sony, SQUARE ENIX, Load of Vermilion, <http://www.square-enix.co.jp/lov/contents.html>
- [6] The Eye of Judgment, <http://www.us.playstation.com/EyefofJudgment/>

## 7. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 체감형 적외선 멀티 카드 터치 기반 인식 시스템을 제안하였다.

기존의 웹캠에서 적외선 필터를 제거하여 적외선 카메라를 제작하였고 여기에 적외선LED 모듈과 적외선 필터를 부착하여 2D Grid마커를 인식하도록 하였다. 2D Grid 마커의 특성에 따라 회전값과 비트계산에 따른 아이디값 등 각종 트래킹 정보를 얻었다. 획득된 정보는 네트워크 통신을 통하여 서버측으로 보내어 분석하여 콘텐츠로 보내어 진다. 메타포 분석 모듈을 통하여 멀티 터치 인터랙션 기능을 구현하여 다양한 인터랙션이 동시에 가능하게