

---

## 적외선센서 어레이를 이용한 손동작 검출 방법

↓

### The Hand Posture Recognition Using IR-Sensor Array

↓

↓

송태훈, Taehoun Song\*, 정순목, Soonmook Jeong\*\*, 정현욱, Hyunuk Jung\*\*,  
권기호, Keyho Kwon\*\*, 전재욱, Jaewook Jeon\*\*\*

---

↓

**요약** ~ ~ 본 논문은 적외선센서를 이용한 사용자의 손동작 패턴 검출에 관한 연구이다. 사람의 움직임 패턴을 파악하기 위해, 카메라를 이용하여 실시간 영상을 획득하는 방법과, 가속도센서 및 자이로스코프를 이용한 사용자의 모션검출에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 이러한 기존의 연구들은 사용자의 모션을 검출하기 위해 고가의 장비와 이를 운용하기 위한 고성능의 모션처리기가 필요하다. 또한 조명이나 피부색, 센서의 정밀도에 따른 모션검출의 한계가 있다.

본 논문은 적외선센서를 이용하여 사용자의 손동작을 간편하게 검출할 수 있는 방법에 대한 연구로써, 적외선센서를 가로·세로 형태로 배치한 기구부와 이를 제어하기 위한 센서보드를 이용하여 사용자의 손동작을 검출한다. 또한 보다 정확한 손동작 검출을 위해 사용자 손동작을 패턴단위로 구분하고, 센서의 감지순서와 감지시간 차이를 이용하여 분류한 손동작 패턴을 매칭시키는 방법을 제안한다. 본 연구의 결과는 이동로봇이나 컴퓨터 어플리케이션을 직접 제어하는 것으로 그 효용성을 검증한다. 컴퓨터 어플리케이션은 웹 기반의 지도 검색 프로그램인 구글어스를 사용한다.

**Abstract** ~ ~ This paper proposes a hand posture recognition with pattern-matching method, embedding a simple paradigm using an Infrared sensor array. Our pattern-matching based hand posture recognition is specification supports fun and the user experience when communicating between humans and telecommunication devices, including robots. Our non-contact type input device (IR-Sensor Array) transmits commands to control mobile robots. It can also control Google Earth's map searching programs, and other applications.

**핵심어:** *Hand posture recognition, IR-Sensor, Human-Computer Interaction*

---

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2008-(C1090-0801-0046))

\*송태훈 : 성균관대학교 정보통신공학부; e-mail: [thsong@ece.skku.ac.kr](mailto:thsong@ece.skku.ac.kr)

\*\*정순목, 정현욱, 권기호 : 성균관대학교 정보통신공학부; e-mail: [kuni80@ece.skku.ac.kr](mailto:kuni80@ece.skku.ac.kr), [hsis6@naver.com](mailto:hsis6@naver.com),  
[khkwon@yurim.skku.ac.kr](mailto:khkwon@yurim.skku.ac.kr)

\*\*\*전재욱 : 성균관대학교 정보통신공학부; e-mail: [jwjeon@yurim.skku.ac.kr](mailto:jwjeon@yurim.skku.ac.kr)

## 1. 서론

통신기술의 발전과 집적기술의 발전으로 예전에는 생각할 수 없을 만큼 많은 컴퓨터가 우리 주변에 존재하는 시대에 우리는 살고 있으며, 다가올 미래에는 지금보다도 더 많고 다양한 형태의 컴퓨터를 포함한 정보가전기기가 우리 주위에 채워지고 존재하게 될 것이다. 정보통신 및 회로집적 기술과 더불어 사람과 정보가전기기를 포함한 컴퓨터와 상호의사소통 하는 Human-Computer Interaction(이하 HCI) 학문에 대한 관심이 점점 더 높아지고 있다[1]. HCI는 다양한 기반 기술을 포함할 뿐만 아니라, 철학, 사회학, 인간공학 등 사람과 철학, 이를 담고 있는 사회 전반에 대한 정보를 바탕으로 하는 학문이라 할 수 있다[2]. ‘어떻게 하면 사람이 쉽고 편하게 컴퓨터 시스템과 상호 작용할 수 있는가에 관한 학문’이란 SIGCHI의 정의에서 볼 수 있듯이 HCI는 사람과 컴퓨터간의 의사소통을 보다 자연스럽게 편리하게 도울 수 있는 방법을 제 1의 연구 목표로 한다. 아울러 컴퓨터를 사용하는 사용자에게 즐거움과 감성을 자극할 수 있는 방법을 함께 모색하는 연구들이 활발하게 진행되고 있다[3-4].

본 논문은 적외선센서를 이용하여 사용자의 손동작을 간편하게 구할 수 있는 방법에 대한 연구로써, 적외선센서를 어레이 형태로 배치한 기구부와 이를 제어하기 위한 센서보드를 이용하여 사용자의 손동작을 검출한다. 본 논문은 적외선센서를 이용한 입력방식에 관한 연구[5]의 연장으로써, 기존에 진행된 위치기반 입력방식에 대한 연구를 손동작의 패턴화를 통한 사람과 컴퓨터간의 인터렉션 방법으로 확장한 연구이다. 손동작의 패턴화란, 사람의 손동작을 보다 단순화하는 작업으로, 사용자 손동작을 패턴단위로 구분하고, 센서의 감지순서와 감지시간 차이를 이용하여 분류한 손동작 패턴을 매칭 시키는 방법을 제안한다. 본 연구의 결과는 이동로봇이나 컴퓨터 어플리케이션을 직접 제어하는 것으로 그 효용성을 검증한다. 컴퓨터 어플리케이션은 웹기반의 지도 검색 프로그램인 구글어스를 사용한다.

## 2. 적외선센서 어레이

적외선센서를 이용한 손동작 패턴 인식 장치의 기구부는 총 20개의 SHARP사의 GP2D120 적외선센서를 가로·세로 5 x 4의 어레이 형태로 배치하여 사람의 손동작을 센서의 감지순서와 센서간의 감지 시간차를 이용하여 판단한다(그림 1).



그림 1. 적외선센서 어레이

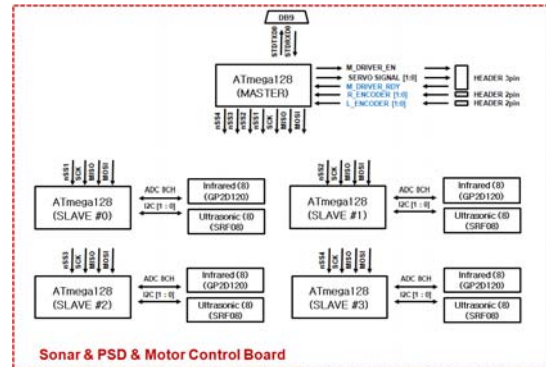


그림 2. 적외선센서 인터페이스 회로 구성도

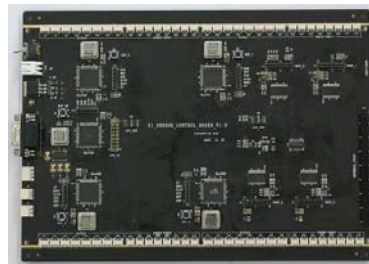


그림 3. 적외선센서 인터페이스 보드

## 3. 적외선센서 인터페이스 보드

적외선센서의 거리값은 아날로그 형태로 출력되며, 약 0.4V ~ 3.0V 사이의 전압으로 출력된다. 센서의 거리값을 디지털로 변환하기 위해 8bit ADC 8개가 내장된 ATMEL사의 Atmega128(이하 AVR)을 사용한다. 본 연구에서는 수행하는 역할에 따라 AVR을 Master AVR과 Slave AVR로 구분하여 정의하였으며, Slave AVR은 최대 8개의 적외선센서를 인터페이스 할 수 있고, 동시에 8개의 초음파센서를 인터페이스 할 수 있다(본 연구에서는 초음파 센서는 사용하지 않는다). Master AVR은 4개의 Slave AVR을 통제하여 적외선센서 인터페이스 작업 수행을 계획하고, 디지털화된 적외선센서의 값을 RS-232C를 이용하여 115200bps의 속도로 외부 컴퓨터에 획득한 센서의 값을 전달하는 역할을 수행한다. Master AVR과 Slave AVR간의 통신은 Serial Peripheral Interface(이하 SPI) 통신 프로토콜을 사용한다(그림 2-3).

## 4. 손동작 인식을 위한 전략

사람의 손동작을 인식하기 위한 과정은 매우 복잡하고 어려운 일이다. 따라서 사람의 손동작을 있는 그대로 인식하려는 기존의 노력과 차별화되는 방법을 본 절에서 설명한다.

사람의 손동작 인식을 위한 전략은 다음과 같은 3단계를 통해 인식할 수 있다.

단계 1: 사용자가 자주 사용하는 손동작을 정의한다.

(예 오른쪽으로 이동, 왼쪽으로 이동, 대각방향으로 이동, 시계방향으로 이동, 반 시계방향으로 이동 등.)

단계 2: 정의된 사용자 손동작 패턴을 생성 한다.

(설명 - 손동작을 패턴화 하는 과정에서 중요한 사항은 센서의 배치를 고려하여 센서의 인식순서 및 인식시간을 고려한다는 점이다. 정의된 패턴은 테이블형태로 저장되며, 저장된 테이블은 사용자의 손동작 입력을 판단하는 기준으로 사용된다)

단계 3: 패턴 매칭을 통해 사용자 손 동작을 인식한다.

(설명 정의된 패턴테이블을 이용한 손동작 인식은, 손을 감지한 센서들을 영역으로 간주하고, 이 영역의 무게중심을 계산한 후, 무게중심점의 이동 패턴을 정의된 패턴과 비교하여, 일치하는 방향을 사용자가 이동한 방향으로 간주 한다.

## 5. 패턴 생성 및 매칭

### 5.1 시간에 따른 손 위치 검출

손동작을 인식하기 위해 사용자의 손 위치를 검출해야 한다. 그림 4 는 손을 오른쪽 방향으로 이동시켰을 때 임의의 시간( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ )에 적외선센서 어레이가 손의 위치를 감지한 결과이다. 손동작 인식을 위한 위치 검출은 총 3 회에 걸쳐 측정함으로써 손의 위치 및 방향 정보를 얻을 수 있다.

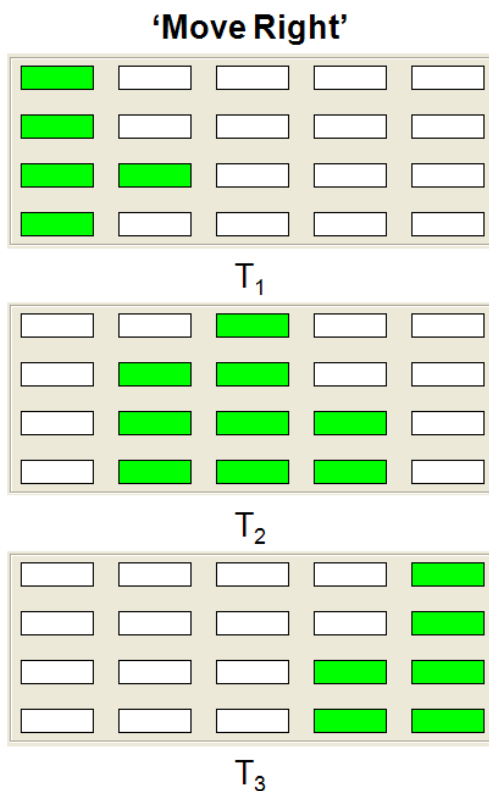


그림 4. 시간에 따른 손 위치 검출 예(오른쪽으로 이동)

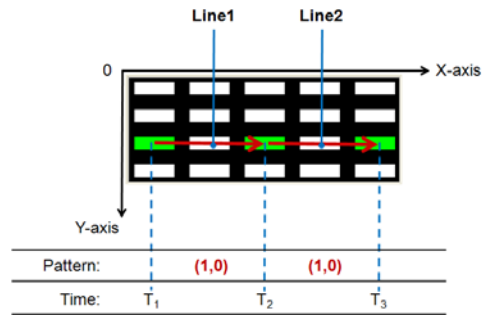


그림 5. 손동작 패턴 측정 예

### 5.2 손동작 패턴 측정

적외선센서 어레이가 총 3 회 동안 측정된 손의 위치(그림 4)는, 각각을 손 위치검출 영역으로 표현할 수 있으며, 이들 영역의 무게중심에 해당하는 좌표를 임의의 시간( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ )에 측정된 손의 위치로 간주한다. 그림 5 는 손동작 패턴을 측정하는 예로, 손이 검출되기 시작한 시간  $T_1$  에 손을 감지한 센서들이 위치한 영역의 무게중심 좌표를  $T_1$  에 측정된 손의 위치로 간주 한다. 마찬가지로  $T_2$  와  $T_3$  에 측정된 감지영역의 무게중심 좌표를 구한 후  $T_1$  과  $T_2$  사이를 하나의 선분(Line1)으로 간주 하고,  $T_2$  와  $T_3$  사이도 하나의 선분(Line2)으로 표현할 수 있다.

시간  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  동안 측정된 손의 위치는 Line1 과 Line2, 두 개의 선분으로 표현할 수 있으며, 각 선분이 진행되는 좌표의 방향을 이용하여 X 축과 Y 축 좌표의 부호(1, 0, -1)를 결정할 수 있다. 그림 5 의 Line1 은 Y 축의 좌표는 변화지 않는 상태에서 X 축의 양의 방향으로 진행한 것을 알 수 있고, 마찬가지로 Line2 또한 Line1 과 같은 진행방향임을 알 수 있다. 따라서  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  동안 측정된 세 개의 무게중심 좌표로 두 개의 선분(Line1, Line2)을 만들 수 있으며, 각각의 선분은 X-Y 좌표평면상에서 손의 진행방향을 파악할 수 있다.

X-Y 좌표 평면상에서 선분의 진행방향에 따라, 선분이 양의 방향으로 진행하면 '1', 음의 방향으로 진행하면 '-1', 그렇지 않고 좌표의 변화가 없으면 '0' 으로 표현함으로써 Line1 과 Line2 의 진행방향을 x, y 의 증분을 대변하는 패턴으로 표현할 수 있다 (표 1)(그림 6).

표 1. 이동방향에 따른 패턴 테이블

Direction	Pattern	
	Line1 (X, Y)	Line2 (X, Y)
Up	(0, -1)	(0, -1)
Right Up	(1, -1)	(1, -1)
Right	(1, 0)	(1, 0)
Right Down	(1, 1)	(1, 1)
Down	(0, 1)	(0, 1)
Left Down	(-1, 1)	(-1, 1)
Left	(-1, 0)	(-1, 0)
Left Up	(-1, -1)	(-1, -1)

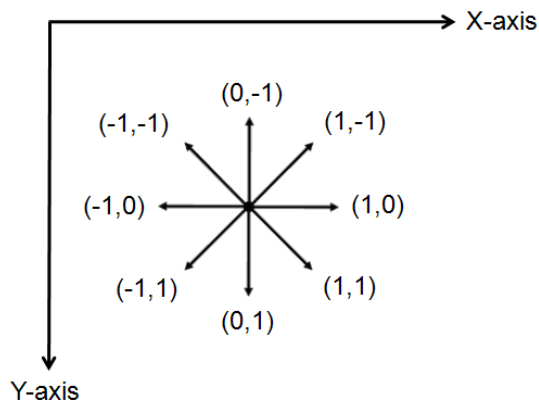


그림 6. 이동방향에 따른 패턴

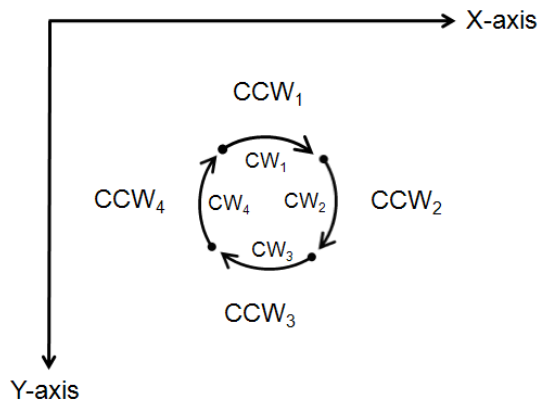


그림 7. 이동방향에 따른 패턴

표 2. 시계방향 회전에 따른 패턴 테이블

Rotation	Pattern	
	Line1 (X, Y)	Line2 (X, Y)
CW1	( 1, -1)	( 1, 1)
CW2	( 1, 1)	(-1, 1)
CW3	(-1, 1)	(-1, -1)
CW4	(-1, -1)	( 1, -1)

표 3. 반 시계방향 회전에 따른 패턴 테이블

Rotation	Pattern	
	Line1 (X, Y)	Line2 (X, Y)
CCW1	(-1, -1)	(-1, 1)
CCW2	( 1, -1)	(-1, -1)
CCW3	( 1, 1)	( 1, -1)
CCW4	(-1, 1)	( 1, 1)

## 6. 응용사례 및 결론



그림 8. 적외선센서 어레이를 이용한 손동작 검출 응용

본 논문에서 제안한 손동작 검출 방법으로 구글어스를 제어하기 위한 손동작 패턴: Up, Down, Left, Right, Rotation 등을 이용하여 구글어스 제어에 사용한 예를 그림 8과 같이 볼 수 있다.

제안한 손동작 검출 방식은 정교한 손동작을 인식하는데 한계를 가지고 있으나, 사용자의 의사를 표현하는데 자유로운 손동작을 인터페이스에 활용하기 위해 검출방식을 단순화 시켰고, 검출에 필요한 모션처리기를 간략화 할 수 있는 장점이 있다고 판단된다.

## 참고문헌

- [1] 최민영, 임창영, “실체적인 인터페이스 디자인 시스템에 관한 연구”, Journal of Korea Society of Design Science 통권 제 56 호, Vol. 17 No.2, April 01, 2004.
- [2] Huichuan Xu, Daisuke Iwai, Shinsaku Hiura, Kosuke Sato, “User Interface by Virtual Shadow Projection”, SCIE-ICASE International Joint Conference 2006, Oct. 18-21, 2006 in Bexco, Busan, Korea.
- [3] Alvaro Cassinelli, Stephane Perrin, Masatoshi Ishikawa, “Smart Laser-Scanner for 3D Human-Machine Interface”, CHI 2005, April 2-7, 2004, Portland, Oregon, USA.
- [4] Christine Alvarado, Randall Davis, “Resolving Ambiguities to Create a Natural Computer-Based Sketching Environment”, In Proceedings of IJCAI-01.
- [5] T.H. Song, S.M. Jeong, J.H. Park, K.H. Kwon, J.W. Jeon, “A Non-contact Input Device using Infrared Sensor Array”, Acceptance of IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, Bangkok, Thailand, December 14-17, 2008.