

3D 깊이 카메라를 활용한 직관적인 사물인터넷 인터페이스 시스템에 관한 연구

A Study on Intuitive IoT Interface System using 3D Depth Camera

박종섭(Jongsub Park)*, 홍준석(June Seok Hong)**, 김우주(Wooju Kim)***

초 록

정보통신 기기들의 가격하락과 인터넷의 발전은 사물인터넷이라는 새로운 분야를 탄생시켰다. 일상에 접하는 모든 사물들이 인터넷으로 연결되어 새로운 서비스를 창출하는 사물인터넷은 빅데이터와 결합되어 기존에 볼 수 없었던 새로운 형태의 비즈니스 영역을 개척해 나가고 있다. 이에 사물인터넷의 전망은 그 활용도에 있어서 무궁무진하다고 말할 수 있다. 또한 이러한 사물인터넷 장비들의 원활한 연결을 위한 표준화 기관들의 연구도 활발한 편이다. 그러나 이러한 연구 중에 우리가 간과하는 부분이 있다. 사물인터넷 장비를 제어하거나 정보를 획득하기 위해서 장비와의 연동문제(IP주소, Wi-Fi, Bluetooth, NFC 등) 및 관련 애플리케이션 소프트웨어 또는 앱을 별도로 개발을 해야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 기존의 연구방식들은 GPS 또는 마커를 이용한 증강현실 연구가 이루어져 왔다. 하지만 별도의 마커가 필요하고 마커의 경우가 가까운 곳만 인식하는 단점을 갖는다. 또한 2D 기반의 카메라의 활용한 GPS 주소 활용한 연구의 경우 대상 장비와의 거리 인식을 할 수 없어 능동적인 인터페이스 구현의 어려움이 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기존의 복잡한 방법이 아니라 사용자가 눈으로 확인하고 간단한 조작만으로 장비와의 연동이 가능한 직관적인 방법이 반드시 필요하다.

본 연구는 향후 스마트폰에 탑재될 3D 깊이 인식카메라를 활용해서 별도의 마커 없이 거리측정 및 핸드폰의 센서정보를 연동해서 자동으로 공간 좌표를 계산하여 사물인터넷의 장비를 발견하고 해당 사물인터넷 장비의 정보 획득 및 제어가 가능한 방법론을 제안한다. 결과로 사용자 관점에서 별도의 사물인터넷 장비 연동문제 및 앱 설치에 대한 부담을 줄일 수 있다. 나아가 이 기술이 공공서비스와 스마트 안경분야에 활용된다면 공공 서비스 증대 및 많은 소프트웨어 개발의 중복 투자를 줄이게 될 것이다.

ABSTRACT

The decline in the price of IT devices and the development of the Internet have created a new field called Internet of Things (IoT). IoT, which creates new services by connecting all the objects that are in everyday life to the Internet, is pioneering new forms of business that have not been seen before in combination with Big Data. The prospect of IoT can be said to be unlimited in its utilization. In addition, studies of standardization organizations for smooth connection of these IoT devices are also active. However, there is a part of

* First Author, The Graduate Program on Technology Policy, Yonsei University(james.park@makernomics.net)

** Co-Author, Department of Management Information System, Kyunggi University(junehong@kyonggi.ac.kr)

*** Corresponding Author, Department of Information and Industrial Engineering, Yonsei University
(wkim@yonsei.ac.kr)

Received: 2017-04-12, Review completed: 2017-05-02, Accepted: 2017-05-08

this study that we overlook. In order to control IoT equipment or acquire information, it is necessary to separately develop interworking issues (IP address, Wi-Fi, Bluetooth, NFC, etc.) and related application software or apps. In order to solve these problems, existing research methods have been conducted on augmented reality using GPS or markers. However, there is a disadvantage in that a separate marker is required and the marker is recognized only in the vicinity. In addition, in the case of a study using a GPS address using a 2D-based camera, it was difficult to implement an active interface because the distance to the target device could not be recognized.

In this study, we use 3D Depth recognition camera to be installed on smartphone and calculate the space coordinates automatically by linking the distance measurement and the sensor information of the mobile phone without a separate marker. Coordination inquiry finds equipment of IoT and enables information acquisition and control of corresponding IoT equipment. Therefore, from the user's point of view, it is possible to reduce the burden on the problem of interworking of the IoT equipment and the installation of the app. Furthermore, if this technology is used in the field of public services and smart glasses, it will reduce duplication of investment in software development and increase in public services.

키워드 : 사물인터넷 인터페이스, 3D 깊이 카메라, 증강현실
IoT Interface, 3D Depth Camera, Augmented Reality

1. 서 론

정보통신 기기들의 가격 하락과 인터넷의 발전은 사물인터넷(Internet of Things)이라는 새로운 분야를 탄생시켰다. 일상에 접하는 모든 사물들이 인터넷으로 연결되어 새로운 서비스를 창출해내고, 사물인터넷은 빅데이터와 결합되어 기존에 볼 수 없었던 새로운 형태의 비즈니스 영역을 개척해 나가고 있어 사물인터넷의 전망은 그 활용도에 있어서 무궁무진하다고 할 수 있다. 시간이 지날수록 사물인터넷은 우리의 삶 속에 깊이 관여하게 되며 중요성은 날로 증대될 것이다.

이러한 상황에서 기하급수적 사물인터넷 장비의 증가는 어렵지 않게 예상할 수 있다. 사물인터넷을 지원하는 장비의 개수는 시장조사 기관 및 글로벌 기업들마다 각각 상이하지만,

공통적으로 2020년까지 대략 300억 개에서 500억 개에 이를 것으로 예상하고 있다[5, 8]. 지구의 인구를 70억이라고 가정할 때 개인당 평균 최소 4~7개 이상의 사물인터넷 장비를 사용하게 되며, 이러한 장비들의 원활한 상호 연결을 위해서는 인터페이스 표준에 관한 연구뿐만 아니라 표준화 기구들의 활동도 필수적이다. 이러한 사물인터넷 장비의 사용이 폭발적으로 성장함에 따라 사물인터넷 장비와의 정보 연동 및 접속 연동을 위해 다양한 접근 방식을 활용하고 있으나, 현재까지 제안된 방법들은 인터페이스에 제한적인 사용 조건이 존재하는 문제가 발생하고 있다.

본 연구에서는 이러한 문제의 해결책으로 최근 새롭게 대두되고 있는 Computational Camera의 한 종류인 3D 깊이 인식 카메라를 탑재한 모바일 기기를 이용한다. 사물인터넷

장비와 모바일 기기와의 거리 및 모바일 센서 정보를 활용하여 실 공간 좌표 값을 자동으로 계산하는 방법론을 제안한다. 계산된 공간 좌표를 가지고 사물인터넷 데이터베이스에 질의를 함으로 장비선택의 주도권을 가진다. 이를 통하여 사물인터넷 장비의 정보를 획득하거나 장비의 구동기(Actuator) 동작을 제어하는 것이다. 이렇게 함으로써 기존의 방법론들이 갖고 있는 장비선택의 어려움을 해결하고, 사용자의 수동적인 선택이 아닌 능동적 선택이 가능하다. 또한 여기에 증강현실을 활용해 다양한 응용 프로그램을 개발한다면 사물인터넷 장비와 인터페이스 연동에 획기적인 전환점이 마련될 것이다. 또한 이 기술이 공공분야에서 활용된다면 대 국민서비스를 향상시키는데 큰 역할을 할 것이다.

본 논문의 구성은 아래와 같다. 제2장에서는 기존 연구된 사물인터넷 인터페이스 시스템을 조사하고, 본 연구에서 활용될 3D 깊이 카메라의 기술을 분석한다. 제3장에서는 해당 카메라를 장착한 레퍼런스 장비를 통해 사물인터넷과 3D 깊이 인식 카메라를 활용한 증강현실 기반 인터페이스 시스템 특징 및 구성을 논하고,

제4장에서는 증강현실에 기반한 사물인터넷과의 직관적인 인터페이스 시스템 프로토타입 구현에 대해 설명한다. 제5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 논한다.

2. 관련 연구

2.1 사물인터넷 인터페이스 시스템

사물인터넷 장비로부터 정보를 획득하기 위해서 현재까지 사용하고 있는 접근 방식과 이에 따른 한계점은 아래의 <Table 1>과 같다.

특히 사물인터넷 서비스가 개발될 때 마다 그에 해당하는 애플리케이션 소프트웨어 또는 모바일 장비일 경우 앱을 새롭게 개발해야 하는 문제가 생긴다. 물론 Mission Critical 업무를 지원하는 사물인터넷 장비인 경우 보안문제 때문이라도 특별한 앱 또는 이를 운용하는 별도의 애플리케이션 소프트웨어를 새롭게 개발해야 한다. 하지만 대국민 서비스를 하는 정부의 사물인터넷 장비라고 한다면 대국민 서비스 증진을 위해서라도 별도의 앱 설치를 지

<Table 1> Approaching Methods to Information Obtaining and Existing Problems from IoT Devices

Category	Approaching method	Restrictions
IoT devices <=> Mobile terminals (Direct link)	NFC, RFID, QR Code, Marker, Bluetooth	NFC, RFID should contact, QR Code method and Marker method should be within 10cm minimum, Geographical and spatial constraints[4], Bluetooth Pairing Process
IoT devices <=> Internet <=> Mobile terminals (Indirect link)	IP address, Wi-Fi, LAN, etc	Network or Wi-Fi AP connection, IP address and ID information must be known in advance
Get information from IoT devices Control actuators to IoT devices	Separate application or App S/W	You need to find and install separate Application or App S/W for using IoT devices and IoT Services

양하고 단일 서비스 앱으로 대국민 서비스를 해야 할 필요를 느낀다. 예를 들면 날씨, 버스 도착 정보, 환경정보 서비스 등이 대표적인 예이다. 민간의 경우에도 소비자에게 서비스 및 상품정보를 제공하는 경우 별도의 앱 설치 없이 모바일 단말기로 거리와 방향정보만을 이용해서 해당 장비를 탐지해 내고 정보를 보여줄 필요성이 있다.

2.2 증강현실 위치정보서비스 그리고 사물인터넷 직관적 인터페이스

양현진 등의 연구는 IoTivity를 통하여 이질적인 사물인터넷 기기들의 통신기술 감소를 확인하고, 증강현실 인터페이스를 이용하여 사용자가 직관적이고 편리하게 다양한 기기를 연결할 수 있는 시스템을 구현하였다[14]. 이기종 사물인터넷 장비의 연결에 대한 오픈소스 활용과 증강현실 기법을 사용한 사물인터넷 인터페이스에 관한 연구이다. 하지만 근거리에서의 마커를 태그 해야 하고 약속된 스크린 화면일 경우에만 동작하는 단점이 존재한다.

오석재의 연구는 GPS 기반의 증강현실 오픈소스 소프트웨어 Mixare를 수정 및 보완하여 사물인터넷 장비로의 접근에 대한 번거로움을 해결하고 시맨틱 정보와 공공 API 연동을 통해 애드혹(Ad-hoc) 인터페이스 모델을 제시하였다[9]. 이러한 시도는 별도의 접근방식이 필요가 없고 시맨틱 정보연동에 있어서 시스템적으로 서비스를 발견하고 확장하는데 도움이 된다. 그러나 위치결정이 GPS에서 이루어짐에 따라 실내에서는 지원이 안 되고 또한 한곳에 GPS 마커가 집중되어 있는 경우에는 사물인터넷 장비 선택의 어려움이 존

재한다.

손정기와 주복규의 연구는 증강현실 오픈소스인 Mixare 소프트웨어를 이용하여 ‘홍대에 가면’이라하는 위치정보 서비스 앱을 구현하였다. 기존 상용화 앱인 ‘오브제’와 ‘스캔서치’를 비교하여 GPS 수신면에서 뒤떨어지지 않는다는 것을 확인하였다[11]. 증강현실과 가상현실의 차이점을 설명하고 증강현실 응용 오픈소스인 Mixare 엔진에 캠퍼스 시설물의 위치정보를 DB화해서 학교건물에 대한 정보를 디스플레이하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 그러나 GPS 시스템에 기반을 두기 때문에 건물 내에서는 작동에 제한이 된다. 주로 위치정보 서비스에 기반을 둔 연구이다.

Bhowmik의 연구에서는 인텔사에서 실시간 3D 센싱에 관련하여 리얼센스(RealSense)기술을 소개하고 관련한 리얼센스 카메라와 소프트웨어 개발 키트를 소개한다[1]. 리얼센스 기술을 통하여 3D 깊이 RGB 이미지를 보여 주며, 얼굴표정 인식, 손가락 골격 인식, 3차원 배경 분리(3D Background Segmentation), 3차원 스캔 및 재구성의 기능을 정리하였다. 또한 증강현실, 실감영상(Immersive technology) 등 다양한 애플리케이션 응용을 소개한다.

박귀우 등의 연구에서는 경제적이며 정확한 자율항법을 수행하는 로봇 구현을 위한 위치결정 방법으로 키넥트 센서와 인공표식을 이용한 위치결정 기법을 제시하고 이를 실제로 구현하여 검증하였다[10]. 위치결정 기법과 그에 따른 장단점을 설명하였다. 또한 영상을 기반으로 한 마이크로소프트사의 키넥트 센서를 이용하여 깊이 영상과 컬러 영상의 부정합을 해결하기 위한 핀홀 모델을 사용하여 새로운 높이 결정기법을 제시하였다. 이로 인해 일반

적으로 3D 영상기법이 10cm 이내의 오차를 가지는데 반하여, 3cm 이내로 정확도를 높이는 위치결정 시스템을 개발하였다.

이성호와 한경호의 연구는 마이크로소프트의 3D 모션 센서인 키넥트의 Depth Frame을 사용하여 물체의 움직임을 영역을 감지할 수 있는 방법을 연구하였다[7]. 3D 카메라의 깊이 정보를 활용해 향후 물체의 움직임을 파악하는 기술을 논의하고 IR신호를 이용하므로 주야간 모두 제약 없이 활용할 수 있음을 확인하였다.

2.3 위치결정 기법

위치결정 기법은 크게 실외와 실내로 나누어지는데, 각 기법에 따른 특징 및 장단점, 오차에 관련하여 비교하면 아래의 <Table 2>와 같다.

실외에서의 대표적 위치결정 기법은 GPS 시스템이다. 인공위성을 3개 이상 사용하여 삼각함수 기법을 적용하여 위치를 측정한다. 약 10m 내외의 오차를 가지며 오차를 줄이기 위해 많은 연구가 진행 중이다[12]. 실내에서는 3가지 방법이 많이 시도되고 있다. 자이로스코프와 같은 관성센서를 활용해서 가속도와 방향성을 이용한 적분을 활용해서 좌표 값을 계산하는 것이다. 별도의 시설 구축 없이 활용할

수 있는 장점은 있으나 시간이 지남에 따라 적분에서 오는 에러 값의 누적으로 인해 오차의 범위가 커지는 단점이 있다[2]. 두 번째 방법은 Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee와 같은 RF(Radio Frequency)를 이용한 기법도 있다. 이 방법은 주변 환경에 따라 변화가 심해서 추가적 센서(비콘)들로 오차를 줄이고자 노력하고 있다. 마지막은 3D 영상을 활용하는 것으로 이 방법은 연산량도 많고 조도에 따른 영향으로 실내에서 한정이 된다. 그러나 오차범위가 10cm 이내로 가장 적다는 장점이 있다[10].

2.4 3D 카메라

전통적 카메라는 피사체를 렌즈를 통해 투과시켜 카메라 암상자에서 이미지를 얻는 방식으로 인물, 사물, 그리고 배경 풍경을 찍고 그에 따른 이미지, 영상을 제공하는 기능이 전부였다. Computational Camera는 이러한 방식에서 한 단계 더 나아가 피사체들로부터 렌즈를 통해 들어오는 이미지에 연산을 통해서 이미지를 재가공해서 이미지를 만들어 내는 카메라를 일컫는다. 그 중에서도 3D 깊이 카메라는 깊이 측정이라는 기능이 추가 되어 구현할 수 있는 기능이 증가된 것이다. 3D 깊이 카메라의 등장으로 카메라 업계를 또 한 번의 커다란 획을 긋는 변혁을 이끌 것이다. 더욱이 반도

<Table 2> Table of Error Range

Category	Positioning Technique	Error Range	Reference
outdoor	GPS	10m~25m	[11]
indoor	Inertia sensor	Cumulative value by time	[2]
	Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee	Within 5m	[15]
	3D Depth image	Within 10cm	[10]

체의 소형화 및 고급화로 인해 시간이 지날수록 카메라의 크기는 작아지지만 성능은 더욱 좋아지고 있다. 특히 3D 깊이 카메라는 3D 프린터의 보급 확산에 따라 활용도가 더욱 증가하고 있다. 이와 관련된 파생 업무의 경우 사람의 손과 얼굴을 인식 하는 인터페이스의 개발, 가상현실, 증강현실, 충돌방지 드론이나 로봇, 자동차 개발에 활발하게 사용될 것으로 예상되고 있다. WCP(Woodside Capital Partners)의 연구보고서를 보면 3D 깊이인식 및 제스처 등 동작인식 기능을 포함한 Computational Camera는 시장은 2014년 말부터 조금씩 상용화가 되어 2015년 전체 스마트폰/태블릿 PC 시장의 약 9% 비중에서 2017년 40% 수준으로 증가할 것으로 전망하고 있다[13]. 시장에서 상용화된 제품으로는 마이크로소프트사의 키넥트 카메라, 인텔에서 Realsense 카메라 모듈이 있다. 또한 스마트폰 채택으로는 2016년 12월 레노보사 팸2프로가 출시가 되었고 태블릿은 2015년 초에 Dell사의 Venue8 7000시리즈 탑재되어 있다.

3D 깊이 카메라는 인식 거리에 따라 Short range와 Long range를 지원하는 카메라로 나

뉘게 되는데 일반적으로 1.5m 이내를 지원하는 카메라를 Short range 카메라로, 0.6m 이상 11m 이내를 지원하는 카메라를 Long range 카메라로 구분한다[12]. Short range 3D 깊이 카메라의 주목할 기능에는 <Table 3>와 같은 기능이 있다. Long range의 경우는 거리 인식이 길어짐에 따라서 장애물 인식, 3D 스캔, 가상현실 등에 주로 활용이 된다.

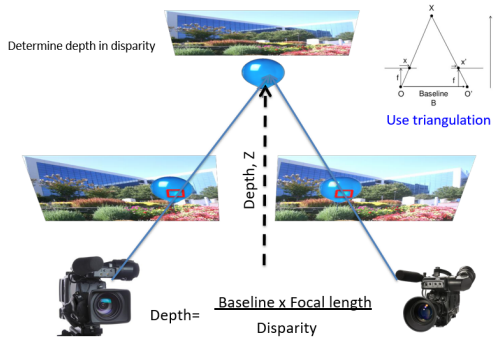
3D 깊이 인식 기술은 크게 3가지 방식이 있다. 스테레오 비전(Stereo Vision), TOF(Time-Of-Flight), Structured Pattern 방식으로 나누어져 있고 인식 기술의 장단점을 상호 보완한 하이브리드 방식도 사용한다. 최근에는 Structured Pattern과 TOF 방식이 가장 많이 상용화되고 있다.

첫 번째로 스테레오 비전 방식은 사람의 한 쌍의 눈과 같이 두 개의 2D 이미지 센서를 결합해서 입체 영상을 만드는 방식으로 가장 일반적인 3D 깊이 인식 방법이다. 관심 대상과의 거리를 측정하기 위해 한 쌍의 거의 동일한 카메라들 사이의 시점에서 불일치를 이용한다. 아래의 <Figure 1>에서와 같이 2개의 카메라를 사용하여 객체 포인트를 측정하고 순차적

<Table 3> Comparison of Normal 2D Camera and 3D Depth Recognition Camera

Input classification	Function	3D depth camera	2D camera
Hands	Tracking hands and fingers	O	X
	Gesture recognition	O	X
Face	Face recognition	O	O
	Face area recognition	O	O
	Facial recognition	O	O
	Eye, nose, mouth recognition	O	X
Circumstance	Segmentation	O	X
	3D Scan	O	X
	Virtual Reality	O	X

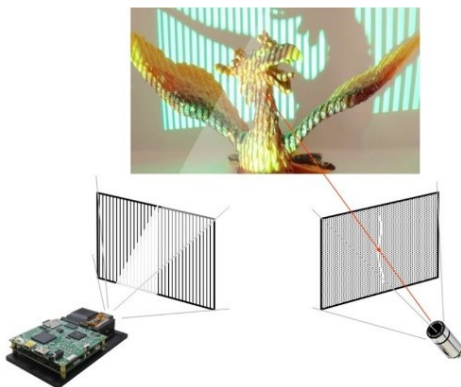
으로 이미지를 기록한다. 그러면 전체 이미지의 이격도 맵을 만들 수 있고 이격도 맵과 삼각측량을 사용하여 깊이(depth, z)값을 알 수 있다.



〈Figure 1〉 Depth Calculation of Stereo Vision Method

두 번째는 TOF 방식은 빛을 쏘아서 반사되어 오는 시간을 측정하여 거리를 계산하는 방식이다. TOF 시스템은 장면의 모든 픽셀에 대한 변조된 광 신호의 지연 또는 위상 시프트를 측정하여 이동 시간 정보를 얻는다.

세 번째로 Structured Pattern 방식은 이미지가 비 구조화된 표면을 가지고 있는 경우에



〈Figure 2〉 Depth Calculation of Structured Pattern Method

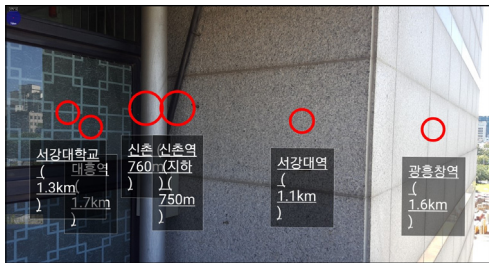
왼쪽 이미지와 오른쪽 이미지를 일치하지 않아서 거리 측정이 불가능해지는 경우를 극복하기 위하여 균일하지 않은 텍스처를 만들어 〈Figure 2〉과 같이 쏘아 주어 거리를 측정하는 방식이다. 구조화된 빛은 한 세트의 패턴을 대상에 투사하고 이미지 센서로 이미지를 캡처하는 광학 3D 스캐닝 방법이다[8].

마지막으로 하이브리드 방식은 실내에서 좋은 성능을 보이는 Structured Pattern 방식 또는 TOF 방식과 실외에서 좋은 성능이 보이는 Stereo Vision 방식의 장단점을 상호보완하기 위한 방식이다. 실내에서는 Structure Pattern 방식 또는 TOF 방식을 사용하다가 실외로 나가면 Stereo Vision 방식으로 작동 모드를 변환하여 사용한다. 거리와 깊이 인식의 범위는 넓어지지만 구현에 기술적인 복잡도가 증가한다.

3. 시스템의 특징 및 구성

3.1 직관적인 인터페이스의 특징

사물인터넷 장비와의 인터페이스를 위한 기존 연구들은 GPS와 마커를 활용한 위치정보에 기반을 둔 연구들이 대다수를 차지한다. 그러나 이러한 연구의 문제점은 단일 방향 쪽에 장비가 밀집되어 있을 때는 화면에 너무나 많은 정보가 표시가 되기 때문에 해당 마커 또는 사물인터넷 장비의 선택이 어려워진다. 아래 〈Figure 3〉에서와 같이 건물 기둥에 위치한 사물인터넷 장비를 찾고 싶었으나 정작 기둥에 위치한 장비는 화면에 표시는 되지 않고 대흥역과 서강대학교 등 원거리 다른 위치정보만 표시된다.



〈Figure 3〉 Location Information Display in Mixare Program Based open Source

〈Figure 4〉에서와 같이 GPS 기반의 위치 마커 방식의 경우에는 장비들이 밀집되어 있을 경우에 중복하여 마커가 표시가 되고 내가



〈Figure 4〉 Location-based SNS Objet (OVJET), it Displays Many Places around Yonsei University

원하는 장비 또는 서비스를 선택하데 있어 능동적이지 못하다. 그 뿐만 아니라 데이터베이스(DB)에 있는 모든 마커가 등장하게 되어 선택의 복잡성이 증가한다.

이러한 문제의 해결책으로 본 연구는 최근 새롭게 대두되고 있는 3D 깊이 카메라를 이용해 사물인터넷 장비와 모바일 기기와의 거리를 획득하고 실 좌표 값을 자동 계산하는 시스템을 제안한다. 본 연구에서 제안된 시스템은 계산된 좌표 값을 가지고 데이터베이스에 질의를 함으로 해서 장비선택의 주도권을 가지고 사물인터넷 장비의 정보를 획득하고 또한 제어를 하자는 것이다. 그렇게 함으로써 기존의 방법론들이 가지고 있는 장비선택의 어려움을 극복하고 유저의 수동적인 선택이 아닌 능동적 선택이 가능하다.

이러한 직관적인 사물인터넷 인터페이스의 특징을 정리하면 아래와 같은 3가지로 요약할 수 있다.

- Active Selection: 기존 연구는 실외 GPS 환경에서만 위치를 중심으로 한 연구가 대부분이지만, 직관적인 사물인터넷 인터페이스는 실내 환경에서도 3D 깊이 카메라로 초점을 맞춤으로써 사물인터넷 디바이스를 발견하고 선택할 수 있다.
- Sight based Interface: 직관적인 사물인터넷 인터페이스는 카메라를 통해 보이는 것에 기반을 둔 증강현실 인터페이스를 활용한다. 기존의 시스템들은 보이지 않는 정보도 보여 줌으로써 장비 선택의 불편함이 존재할 수 있다. 예를 들어 가정에서 사물인터넷을 지원하는 장비를 정보를 획득하거나 제어하고자 할 때 벽 넘어 다른 집에

있는 사물인터넷 장비까지 보여 준다면 보안 및 사생활 침범 등 심각한 문제가 발생할 수도 있다.

- Service based Interface: 사물인터넷의 정보만 획득하는 단방향의 서비스가 아니라 사물인터넷 장비 구동기를 제어할 수 있는 양방향 서비스가 가능하다. 예를 들어 사물인터넷 서비스에 연동된 스마트 전등, 시스템 에어컨이 있다면 이들 디바이스의 상태 정보의 획득 뿐만 아니라 전등을 켜거나 시스템 에어컨의 온도 세팅 등을 할 수 있다.

3.2 시스템 구성요소

시스템 구성요소를 중심으로 하드웨어와 소프트웨어 프레임워크(Framework)는 아래 <Table

4>와 같다.

인텔 리얼센스 R200을 탑재한 모바일 태블릿은 소프트웨어 프레임워크를 유저 인터페이스(3D 깊이 카메라, Focus Area, IoT Device Control), 서버 그리고 사물인터넷 부문으로 나누었다. 태블릿의 기능은 서버와 사물인터넷 장비와의 연동을 위한 Web API, DB 연동, 리얼 좌표계를 위한 계산 알고리즘 처리, 증강현실 엔진으로 구성된다. 클라우드에 위치한 서버에서는 Web Program 처리를 위한 PHP, Database는 오픈 소스 기반의 MySQL을 사용하였다. 서버의 소프트웨어 프레임워크로는 모바일 서비스, 사물인터넷, API의 3부분으로 나누어 처리한다. 사물인터넷 장비는 Web 처리와 Sensor들과 구동기를 제어를 위한 S/W Framework으로 구성하였다.

<Table 4> Interface Framework

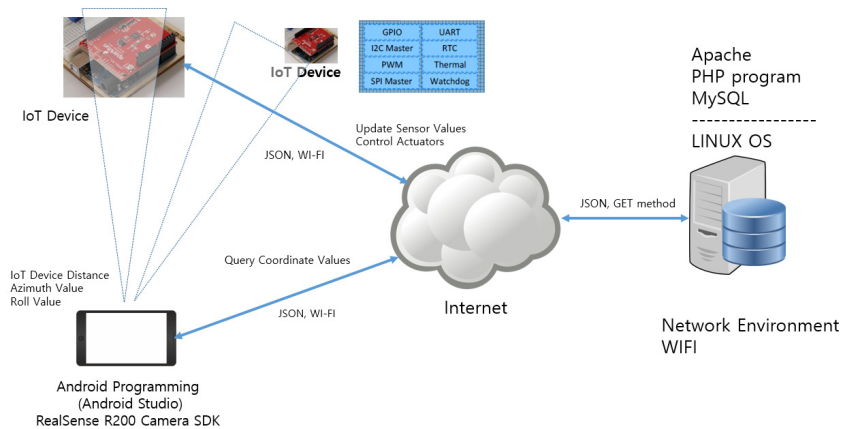
CAT	3D Mobile Tablet	Server	IoT Device
H/W	<ul style="list-style-type: none"> - Intel Mobile Tablet Reference with Realsense Camera(R200) - OS: Android - Development Tools: Android JAVA platform 	<ul style="list-style-type: none"> - Cloud Service Server - Software: PHP - Database: MySQL 	<ul style="list-style-type: none"> - B/D: Arduino UNO - Shield: Sparkfun ESP8255 Wi-Fi - S/W tools: C, Adafruit Library, ESP8266 library
S/W	<ul style="list-style-type: none"> - User Interface <ul style="list-style-type: none"> • 3D depth Camera • Focus Area(rectangle) • IoT Device Control - API Mgmt. <ul style="list-style-type: none"> • IoT Service API Mgmt. • Server API Mgmt. - Data Mgmt. <ul style="list-style-type: none"> • Location Calculation • Searching DB • IoT Device DB • Sensing DB(GPS, Azimuth, Roll, Pitch value) - AR Engine <ul style="list-style-type: none"> • IoT device Info display • IoT device control 	<ul style="list-style-type: none"> - Mobile Service Mgmt. <ul style="list-style-type: none"> • IoT location result • IoT device sensing info Service - IoT Mgmt. <ul style="list-style-type: none"> • Registration and Management • Sensing data updating - API Mgmt. <ul style="list-style-type: none"> • IoT Information • HTTP WEB connection 	<ul style="list-style-type: none"> - Web Service Mgmt. <ul style="list-style-type: none"> • ESP8266(WI-FI) Client(HTTP Request) - Sensors and Actuators Mgmt. <ul style="list-style-type: none"> • Get Sensing Info. And Publishing • LED Control modules

3.3 시스템 작동 프로세스

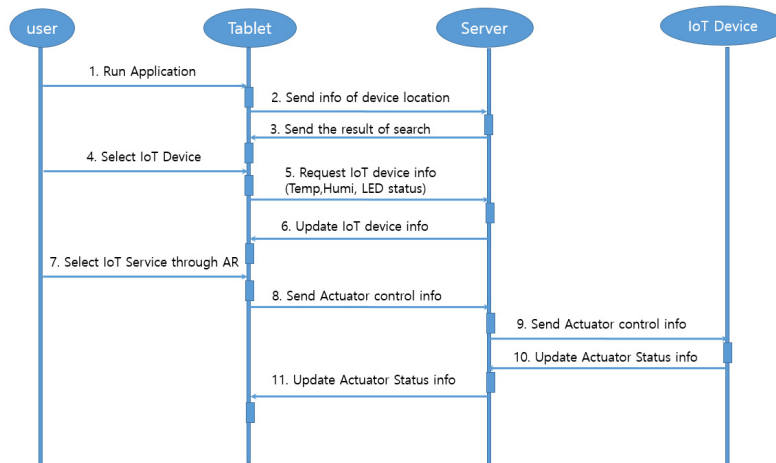
3D 깊이 카메라를 탑재한 태블릿에서는 현재 태블릿의 위치정보, 목표한 장비와의 거리, 방향 벡터정보를 가지고 위치를 계산한 다음에 해당 위치에 사물인터넷 장비가 있는지 없는지 서버로부터 확인을 받는다. 또한 장비가 발견이 되면 서버에게 사물인터넷 장비가 가지고 있는 서비스 정보를 태블릿에 증강현실

로 보여준다. 또한 사용자가 사물인터넷 장비를 제어할 경우에는 제어 정보를 서버에 보내어 준다. 전체적인 시스템 구성 요소간의 상호작용은 아래의 <Figure 5>과 같다.

시스템을 구성하는 각 객체 간에 정보흐름 프로세스는 <Figure 6>과 같다. 객체는 사용자(User), 태블릿, 서버, 사물인터넷 장비로 나누고 유저의 경우는 애플리케이션을 실행시키고 태블릿의 3D 카메라 방향을 조절하고 선택된



<Figure 5> Interaction between System Components



<Figure 6> UML Sequence Diagram: Information flow Process between Each Object

사물인터넷 장비로부터 증강현실을 실행시켜 장비로부터 필요한 센서 정보를 획득하거나 구동기를 실행시키는 역할을 한다. 서버의 경우 태블릿과 사물인터넷 장비들 간의 일종의 데이터 및 제어신호의 전달을 해주는 허브 역할을 수행한다. 사물인터넷 장비로부터 오는 위치 및 ID정보를 전달 받아 DB에 등록시키고 사물인터넷 장비들로부터 각종 센서 정보를 DB에 갱신하도록 한다. 또한 태블릿에서 오는 위치정보를 가지고 DB를 검색해 결과를 알려준다. 사물인터넷 장비의 경우 주기적으로 서버랑 연동해서 자기의 위치를 전달하고 사물인터넷 장비의 센서 값들을 업데이트하고 유저로부터 온 제어신호를 서버로부터 받아서 사물인터넷 장비의 구동기를 활성화 및 비활성화 시킨다.

3.4 사물인터넷 공간좌표 계산 알고리즘

태블릿에서 GPS 센서를 켜게 되면 해당 장비는 GPS 수신기로부터 자기 자신의 경도, 위도, 고도 값을 획득하게 된다. 이러한 정보는 3차원 좌표계에서 보면 경도 값은 X축, 위도 값은 Y축, 고도는 Z값으로 표시하게 된다. 3D 카메라가 탑재된 태블릿의 좌표 값을 (x_1 , y_1 , z_1)이라고 하자. 태블릿에서 목표로 하는 사물인터넷 장비의 위치를 (x_2 , y_2 , z_2)로 가정을 하자. 서버에 질의를 할 수 있으려면 (x_2 , y_2 , z_2) 좌표 값을 구해야 하는데, 본 논문에서는 구면좌표계에서 활용하여 좌표 값을 계산하였다. 구면좌표계를 현재 시스템에 다음과 같이 접목시킬 수 있다. 태블릿의 방향 센서는 자기장 센서와 가속도계 센서의 조합으로 되어 있다. 이 자기장 센서로 부터 방위각(Azimuth) 정보

를 얻을 수 있고 가속도 센서에서 롤(Roll)값을 얻을 수 있다. 이러한 정보를 가지고 새로운 좌표의 값을 삼각함수를 통해 알 수 있다.

$r = \text{distance}(3D \text{ 깊이 카메라를 통해 획득한 거리})$

$\Theta = \text{롤값(태블릿의 가속도 센서 정보)}$

$\Phi = \text{방위각(태블릿의 자기장 센서 정보)}$

이와 같은 방법으로 구면좌표계에서의 위치를 직교좌표계로의 위치로 변환시키기 위하여 아래의 수식을 적용하면 된다.

$$x_2 = \text{distance} \times \cos\Theta \times \sin\Phi + x_1$$

$$y_2 = \text{distance} \times \cos\Theta \times \cos\Phi + y_1$$

$$z_2 = \text{distance} \times \sin\Theta + z_1$$

위의 공식으로 계산된 좌표 값(x_2 , y_2 , z_2)을 가지고 서버의 Database Query를 통해서 대상 장비가 사물인터넷 장비인지 판단할 수 있다.

4. 증강현실 기반 정보 연동 시스템 프로토타입

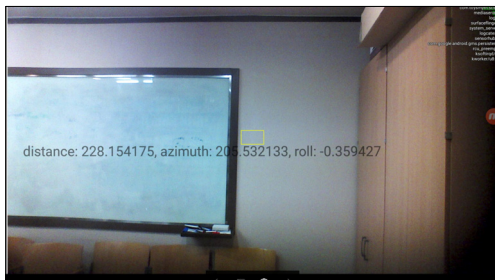
4.1 프로토타입 개발 플랫폼

본 절에서는 설계한 시스템 프레임워크를 지원하는 태블릿 모바일 장비, 서버, 사물인터넷 장비의 세부 상세요소를 제공한다.

4.1.1 3D 모바일 태블릿

직관적인 인터페이스를 구현하기 위해 인텔 코리아로부터 지원받은 리얼센스 카메라(R200)

이 탑재된 안드로이드 레퍼런스 태블릿을 사용하였다. 최근 출시되는 스마트폰 또는 태블릿의 경우 GPS와 가속도센서, 자이로센서 등 다양한 센서를 장착하고 있으며 고픽셀 카메라, 고성능 프로세서, 고해상도 디스플레이를 갖추면서 증강현실을 구현하는 플랫폼으로서 최적의 조건을 갖추고 있다[4]. 인텔 리얼센스 카메라(R200)를 탑재한 태블릿에서 거리를 인식을 하기 위해서는 Android Studio SDK의 API에서 'Intel RealSense SDK Add-on for R200 Camera'와 Extra쪽에 'Intel RealSense SDK'를 설치하면 'Depth Image' 클래스를 사용할 수 있다. 'Depth Image' 클래스로 define을 하고 객체를 할당하면 depthImage.getZ(X좌표, Y좌표) method를 사용할 수 있다. 그 Method를 사용하면 그 좌표 값의 Depth 정보가 mm 단위로 넘어온다. <Figure 8>화면에 표시되는 거리는 일반 사람들의 거리 인식 편의를 고려하여 프로그램을 통하여 cm로 변환하여 표시하도록 작성하였다. 하지만 한 점까지의 거리를 아는 것 보다는 바라보는 물체까지의 거리 정보가 필요하기 때문에 화면 <Figure 7>에서 보는 것처럼 화면중앙에 24×18 Focus Area 내의 거리 정보를 획득한 다음, 평균값으로 깊이 정보를 확인하는 것으로 하였다. 아래의 예시 화면을 보면, 노란색 박스 내의 거리 평균은



<Figure 7> Distance(Cm), Azimuth and Roll Value

228.15cm(약 2.2m)이고 방위각은 205.53° 롤값은 -0.36°임을 알 수 있다. 실내에서 테스트 해보니 0.6m~3.5m 사이의 거리는 상당히 정확하게 인식을 하지만, 너무 어둡거나 태양광이 비추는 밝은 곳은 거리 측정에 어려움이 있음을 확인하였다.

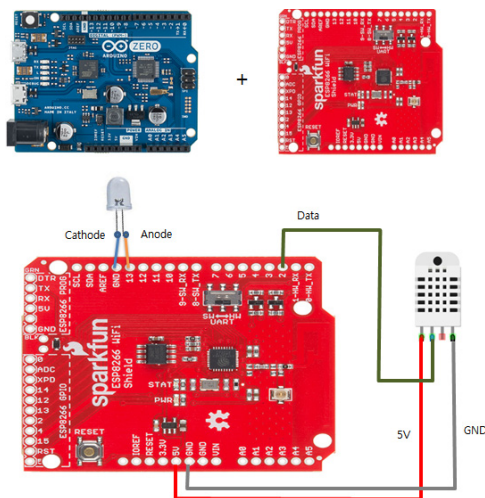
4.1.2 서버

웹 서버 소프트웨어로 아파치(Apache)를 설치한 클라우드 서버를 활용을 했다. 웹 프로그램 래밍으로는 JSP, ASP와 함께 가장 많이 사용하는 언어중 하나인 PHP를 사용하였다. 현재 시스템에 설치한 아파치 소프트웨어는 *.php 확장자를 갖는 파일의 소스코드를 실행할 수 있도록 해 주는 확장 버전이다. 데이터베이스 관리시스템으로 MySQL을 사용하여 사물인터넷 장비가 입력한 센서 정보 내용, 구동기의 상태 등을 저장하고 그 내용을 PHP를 통해 사용자에게 제공하는 역할을 한다.

4.1.3 사물인터넷 장비

사물인터넷 디바이스의 경우에는 본 논문에서는 대표적 오픈소스 하드웨어(OSHW)인 아두이노 UNO보드와 네트워크 연결을 위해 Wi-Fi 모듈로는 스파크펀(Sparkfun)사의 ESP8255 쉘드 보드를 사용하였다. 센서는 DHT-22 온습도 센서를 이용하여 데이터 수집 용도로 사용했으며 주변의 온도 및 습도 정보를 생성하여 서비스의 역할을 수행하도록 하였다. 또한 Super light LED를 연결하여 제어를 위한 구동기 역할을 수행토록 연결하였다. 태블릿에서 거리와 방위각, 롤값으로 발견된 사물인터넷 장비에 대한 제어기능으로 On/Off 상태를 토글 시키는 동작을 위해 설계하였다.

사물인터넷 장비를 구성한 회로도에는 아래 <Figure 8>와 같다. 아두이노 보드를 아래쪽에 Sparkfun Wi-Fi 쉴드 보드를 위쪽으로 해서 스택처럼 쌓아 올렸다. 여기에는 Wi-Fi 쉴드 보드가 아두이노 보드의 핀 배열을 그대로 상속 받는다. 온도와 습도정보를 획득하기 위해 산업용으로도 활용 가능한 DHT22 온도/습도 센서를 범용입출력포트(GPIO) 데이터 핀 2번에, 전력공급을 위해 5V핀 과 GND핀에 연결했다. 또한 구동기 역할을 수행하는 ‘Super Bright White 5mm LED’를 13번 digital Pin에 연결시켰다. 아래 회로도의 특징은 시제품을 만드는데 사용하고 재사용할 수 있는 무납땜 장치인 브레드보드(Breadboard)의 연결을 없애기 위해 저항을 별도 달지 않게 설계를 한 것이 장점으로 볼 수 있다.



<Figure 8> IoT Device Circuit Schematic

소프트웨어적으로 좌표 값의 세팅의 편의 위해 좌표 값은 C프로그램에서와 같이 #define 형태로 설정을 해주면 위치 값이 자동으로 서버에 전달되어 사용성의 편의성을 높였다.

4.2 사물인터넷 정보 획득

3D 카메라 태블릿을 위의 <Figure 7>과 같이 평상시에는 노란색의 Focus Area에 대한 좌표를 계산하여 서버에 질의를 한다. 이후 근처에 사물인터넷 장비를 있을 경우에는 빨간색으로 Focus Area가 변하게 되고, 이후 3초 정도 같은 위치에 머무르면 해당 사물인터넷의 장비를 표시하도록 하였다. 이렇게 한 이유는 비슷한 위치에서 여러 개의 장비들이 발견되더라도 사용자가 능동적으로 사물인터넷 장비를 선택할 수 있도록 사용자 인터페이스를 구현하였다. <Figure 9>은 device01 장비를 발견하고 3초간 초점을 맞추면 기존화면에 증강현실 화면이 오버래핑 되어 온도 및 습도를 표시해주는 메뉴가 팝업 된다. 화면 왼쪽 상단에 장비명과 현재는 온도와 습도 정보만 표시된다. 센서연동 수에 따라서 먼지센서, 이산화탄소 센서까지 고려를 하여 가상현실 화면을 디자인 했다. 그 아래로는 LED를 제어할 수 있는 TOGGLE 스위치 버튼이 보인다.

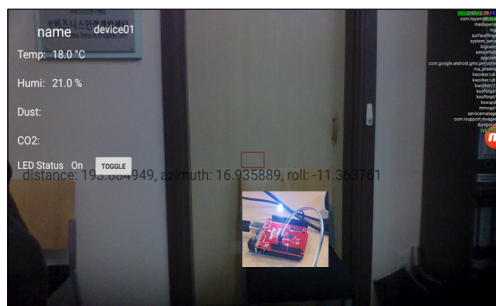


<Figure 9> Discovering the Object Internet Device and Displaying Sensor Information and Control Service using the Augmented Reality

사물인터넷 장비의 경우에는 다양한 센서로부터 각각의 정보를 측정하여 네트워크를 통해 서버 DB로 정보를 전송한다. 서버와의 연동은 HTTP의 정보 연동 방식은 GET 방식을 이용해서 MySQL 서버로 정보를 전송하도록 구현하였다.

4.3 사물인터넷 제어

구동기 제어 형태의 시현을 위해서 사물인터넷 장비에 LED를 연결하였고 위의 <Figure 9>에서 같이 사물인터넷 장비에 대한 정보를 표시하는 경우에 제어할 수 있는 증강현실 메뉴 화면이 오버래핑 되어 표시된다. LED 상태 화면 메뉴는 현재 LED 상태를 보여주고 그 메뉴에서 On/Off Toggle 버튼을 클릭하면 아래의 <Figure 10>과 같이 구동기를 작동 시키는 역할을 수행하도록 구현 하였다. 사물인터넷 장비의 LED가 켜진 모습과 LED Status는 On이 되어 있는 증강현실 화면을 볼 수 있다. TOGGLE 버튼을 다시 누르면 LED꺼지게 되고 Status는 Off가 된다. 태블릿의 이전 버튼을 누르게 되면 증강현실 화면을 없어지게 되고 다시 <Figure 7>과 같은 사물인터넷 장비 검



<Figure 10> LED on/off Toggle in Augmented Reality Menu

색 모드로 변환이 된다.

5. 결 론

사물인터넷 장비의 정보의 획득 및 제어를 위한 접속 방식과 애플리케이션 소프트웨어의 개발은 필수이다. 하지만 사물인터넷 장비의 빠른 증가는 계속해서 애플리케이션 소프트웨어 또는 모바일 장비일 경우 앱을 새롭게 개발하는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기존의 복잡한 방법이 아니라 사용자가 눈으로 확인하고 간단한 조작만으로 장비와의 연동이 가능한 직관적인 방법이 반드시 필요하다. 논문에서는 최근 새롭게 대두되고 있는 3D 깊이 인식 카메라 활용한 레퍼런스 태블릿, OSHW를 이용한 사물인터넷 장비, 서버를 이용한 증강현실 인터페이스 시스템 방법론을 제시하였다. 본 논문에서 살펴본 바와 같이 3D 깊이 인식카메라를 활용하여 사물인터넷 장비의 공간 좌표 값을 자동 계산하여 사물인터넷 장비를 찾아내고 별도의 작업 없이 정보를 획득하고 제어할 수 있음을 확인하였다. 아울러 사물인터넷 장비의 IP주소 및 ID, Tagging(NFC, RFID), Pairing(Wi-Fi, Blue tooth), QR 코드 등의 별도의 연동 없이도 기존의 방법과는 다르게 직관적인 인터페이스가 가능함을 확인하였다. 별도의 소프트웨어 추가적 설치 없이 단지 3D 깊이 카메라의 앱(App) 설치만으로 가능함의 타당성을 입증하였다. 이러한 타당성의 성과로는 향후 공공 사물인터넷의 대국민 서비스의 향상으로 이어지는 기술로 활용되기를 기대한다. 또한 민간의 제품 홍보 및 광고에 활용할 수 있고 사용자의 편의도 증가할 것으로 예상된다.

References

- [1] Bhowmik, A. K., "Real-Time 3D-Sensing Technologies and Applications in Interactive and Immersive Devices," SID 2016 DIGEST, pp. 440-443.
- [2] Boo, J. H., "Motion Tracking System using Inertial Sensors," Ulsan University, 2010.
- [3] Brading, M., Salsman, K., Somayaji, M., Dipert, B., Droz, T., Van Nieuwenhove, D., and Gelabert, P., "3-D Sensors Bring Depth Discernment to Embedded Vision Designs," Embedded Vision Academy, 2016.
- [4] Chang, W. S. and Ji, Y. G., "Usability Evaluation for Smart Phone Augmented Reality Application User Interface," The Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 16, No. 1, pp. 35-47, 2011.
- [5] Evans, D., "The Internet of Things How the Next Evolution of the Inernet," White Paper, Cisco Internet Business Solutions Group, 2011.
- [6] Kaoru, N., Satoshi, M., Yusuke, S., Naoji, T., Akira, H., "Intel RealSense SDK Sensor Programming," 2016.
- [7] Lee, S. H. and Han, K. H., "Detection of Moving Objects using Depth Frame Data of 3D Sensor," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 14, pp. 243-248, 2014.
- [8] McKinsey & Company "Global Semiconductor Alliance/McKinsey Report on IoT," 2015.
- [9] Oh, S. J., "Interoperability method of semantic information based on augmented reality for ad-hoc interface with internet of things," Yonsei University, 2016.
- [10] Park, K. W. and Chae, J. G., "A Landmark Based Localization System using a Kinect Sensor," The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers Vol. 63, No. 1, pp 99-107, 2014.
- [11] Son, H. S., "A Study on Improvement of GPS Position Error Range and Accuracy Using NTRIP," Industrial Technology & Management Korea Polytechnic University, 2017.
- [12] Son, J. G. and Joo, B. G., "Development of Location Information Service App Using an Open Source for Augmented Reality," The Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 13, No. 1, pp. 267-272, 2013.
- [13] WCP(Woodside Capital Partners), "Embedded Camera status At The Edge of Depth," Research Report, 2014.
- [14] Yang, H. J., No, S. J., Kim, I. H., and Eom, Y. I., "Implementation of Internet of Things Control System Using Augmented Reality Interface," Korea Information Science Society, pp. 1445-1447, 2015.
- [15] Yun, C. H., "Research for Indoor positioning system using wireless LAN and Bluetooth beacons," Hallym University, 2015.

저 자 소 개



박종섭
1992년
2007년
2017년
관심분야

(E-mail: james.park@makernomics.net)
동국대학교 컴퓨터공학과 (학사)
연세대학교 산업정보경영전공 대학원 (공학석사)
연세대학교 기술정책전공 박사과정
사물인터넷, OSHW, 3D 카메라, 메이커



홍준석
1989년
1991년
1997년
1999년~2002년
2003년~현재
관심분야

(E-mail: junehong@kyonggi.ac.kr)
서울대학교 경영학과 (학사)
KAIST 경영과학과 (석사)
KAIST 테크노경영대학원 (경영공학박사)
인제대학교 경영학과 조교수
경기대학교 경영정보학과 교수
시맨틱 웹, 온톨로지 추론, 지능형 에이전트, 자동협상시스템,
전자상거래



김우주
1987년
1989년
1994년
1996년~2002년
2002년~2004년
2004년~현재
관심분야

(E-mail: wkim@yonsei.ac.kr)
연세대학교 경영학과 (학사)
KAIST 경영과학과 (석사)
KAIST 경영과학과 (박사)
전북대학교 산업공학과 조교수
전북대학교 산업정보시스템 부교수
연세대학교 정보산업공학과 교수
시맨틱 웹, 지식관리 및 인공지능 웹 서비스, 경영정보
시스템