

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2019.19.1.127>

IIBC 2019-1-17

## 유비쿼터스 컴퓨팅에 의한 모니터링 시스템 구축

### Establishment of monitoring system by ubiquitous computing

이윤민\*, 신진섭\*

Yun-Min Lee\*, Jin-Seob Shin\*

**요약** 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅에 의한 농수산물의 성장관리에 필요한 정보시스템을 설계하고 구축하였다. 그러기 위하여 여러 센서 시스템을 설치하고 IP Cam을 개발하여 모니터링을 구축하였다. 이러한 모니터링에 의한 농수산물의 생육 조건을 직접 제어하고 관리하는 데이터베이스에 의해 IT 기술에 의한 환경관리시스템을 구축할 수 있었다. 이를 위하여 생육 조건을 취합하고 실시간으로 데이터를 획득할 수 있는 여러 센서를 설치하였으며 IP Cam을 세부적으로 나누어 설계하고 제작하였으며 농수산용으로 적용함으로써 토양수분, 온도조절, 환경정보 등 각종정보를 모니터링하여 최적의 생육환경조건을 마련할 수 있었다.

**Abstract** In this paper, we design and build an information system for the growth management of agricultural products and aquatic products by ubiquitous computing. So that, we installed various sensor systems and developed IP Cam to establish monitoring. It was possible to construct an environmental management system based on IT technology by a database that directly controls and manages the growth conditions of agricultural products and aquatic products by monitoring. We have installed various sensors that can acquire data in real time and IP Cam is designed and manufactured in three parts. It was applied to agricultural and marine products and monitored soil moisture, temperature, and environmental information to establish conditions for growth environment.

**Key Words** : IP Cam., ubiquitous computing, monitoring system, environment information, Database

## 1. 서 론

우리의 식생활과 밀접한 관계를 가지고 있는 농수산물의 경우 그 자원의 활용가치가 매우 커서 관광 및 관련 사업이 활발하게 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 IT 강국인 대한민국에서 4차산업 혁명기술을 이용한 농수산물의 관리 및 활용이 대단히 중요하다 하겠다. 예를 들어 임산물은 목재, 버섯류, 엽채류, 산채류 등이 있으며 이러한 임산물을 효율적으로 관리하기 위해 필요한 것은 일

사랑, 수분, 기온 등을 들 수 있다. 이러한 요인 중 인위적으로 공급할 수 있는 것 중 가장 큰 영향을 주는 것은 물 즉 수분이다.

수분의 인위적인 공급을 통해 환경 정보를 조절하여 임산물의 양과 질의 변화 추이에 관심을 두고 사방댐, 보조댐을 시설하고 관수 시스템(60ton/hr)을 시설하였으나 수분의 공급을 비과학적으로 무작정 공급할 수는 없기에 수분이 토양에 흡수되는 정도와 임산물의 발달도의 상관 관계를 알아내는 연구가 필요하게 되었다. 일부 농장에

\*정희원, 경민대학교 정보통신과  
접수일자 2018년 10월 2일, 수정완료 2019년 1월 23일  
게재확정일자 2019년 2월 8일

Received: 2 October, 2018 / Revised: 23 January, 2019 /

Accepted: 8 February, 2019

\*Corresponding Author: e-mail : jsshin@kyungmin.ac.kr

Dept. of Information & Communication, Kyungmin University,  
Korea

서 토양의 수분 함유량과 토양 수질을 조절하여 농작물의 품질 및 수확량을 조사하는 실험이 부분적으로 이뤄지고는 있으나 본격적으로 연구가 된 사례는 거의 없다.<sup>[1][2]</sup>

따라서 효율적인 관리와 생산량의 증대를 위해 유비쿼터스 컴퓨팅을 활용하여 넓은 지역의 생육정보에 관한 장기적인 데이터와 이를 활용하여 인위적인 환경제어 시스템을 통하여 수분공급, 온도조절, 대류현상, 고온장해, Ph를 조절하는 시스템을 구축하고자 한다.

또한 농·수산물 생산환경 관리시스템은 생장 환경에 영향을 미치는 기후, 토양·해양 환경과 이러한 환경에 의한 생육 정보 등을 수집하여 모니터링하고, 수집된 정보를 바탕으로 생장 환경을 제어 할 수 있는 시스템이 필요하다.

모니터링을 위한 CCTV는 전력 공급 및 데이터 전송의 경우 유선을 사용해야 하는 번거로움이 있어 농산지나 입산지와 같은 원격지의 경우 관리하기가 힘들다. 따라서 본 연구에서 제작한 IP Cam.은 통신 방식으로 Wi-Fi 모듈을 탑재하여 무선 LAN으로 데이터를 송신할 수 있게 하였으며 선택적으로 Wi-Fi 신호가 감지되지 않을 때에는 Zig Bee로 통신할 수 있도록 하였으며 독자 모듈로 동작할 수 있도록 설계하였다. 또한 농·수산물 관리에 처음으로 적용할 수 있도록 하였으며, 방법 및 감시에도 활용할 수 있도록 다각적인 고려를 통하여 제작하였다.

언어진 결과는 RAW 파일 포맷으로 처리되는데 TI사의 TMS320DM368가 영상 엔진으로 사용된다. 영상 엔진은 비디오 영상 코프로세서를 두 개를 장착하고 있으며 두 개의 보조 프로세서는 각각 HDVICP(High Definition Video Image Coprocessor)와 MJCP(MPEG/JPEG Coprocessor)로 동영상 뿐 아니라 정지영상을 고속으로 처리한다. 코덱은 H.264와 MPEG4까지 광범위하게 지원할 수 있도록 하였으며 음성처리도 같이 하도록 하였다.

## II. 농장정보시스템 설계

산림을 비롯한 농산물은 국가의 중요 자원으로 국민 건강을 비롯하여 생활환경에 지대한 영향을 주기 때문에 단순히 경제적으로 측정해내기 어렵다. 하지만 이렇게

중요한 농산물을 자연의 조절 능력에만 맡길 수는 없으므로 토양 수분을 모니터링하여 얻은 데이터를 저장하고 분석하는 일은 과학적으로 중요하다 할 수 있다.<sup>[3][4]</sup> 1차 산업에 응용할 유비쿼터스 시스템을 구축하기 위해서는 우선 우수한 센싱 시스템이 필요하다. 이에 적합한 초광대역 레이더는 매우 짧은 폭을 가지는 신호를 전송하는 시스템이기에 초고속으로 많은 데이터를 확보 획득할 수 있으며, 낮은 전송 전력을 소모하므로 경제적이다 할 수 있다. 미국 등 선진국에서는 이런 시스템을 응용하여 토양정보 등을 위성을 통해 취득하고 있다.<sup>[6][7]</sup> 이러한 기술을 1차 산업에 적용하여 초광대역 레이더 센서를 포함한 통합형 센싱 시스템을 구축하고 전송할 수 있는 통신망을 구축하여 실시간 접속할 수 있도록 플랫폼을 만들어 U-farm을 건설할 수 있다.

## III. IP Cam.의 설계 및 제작

IP Cam. 용 전자 회로는 크게 3가지로 구분할 수 있다. CMOS 블록, 이더넷 블록, 카메라 블록이다.

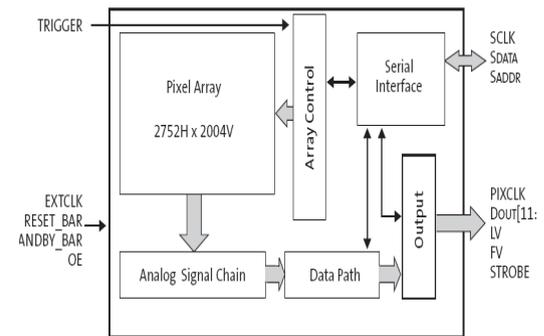


그림 1. 블록 다이어그램  
Fig. 1. Block Diagram

CMOS 블록에서는 5Mp CMOS Digital Image Sensor를 사용하였다. 센서의 블록 다이어그램은 그림 1과 같다. 이 센서는 일정한 프레임 속도로 화소 데이터 열을 발생할 수 있는 뛰어난 주사 센서로서 반도체 칩으로 사용하며 6~27MHz 단일 주 클럭을 입력받아서 내부 클럭을 발생시키는 phase-locked loop (PLL)을 사용하였다. 화소율은 초당 최대 96Mp로 96MHz의 클럭 속도에 상응하는 우수한 센서이다. 영상 처리 시에 주요하게 활용되는 부

분은 중앙의 Active 픽셀들이 있는 부분이며 총 2592×1944의 픽셀로 구성되어 있다. 센서의 특성상 주변부는 화질의 감소를 가져온다. 화소들은 4개의 색으로 구성된 Bayer 패턴 형식으로 출력된다. 네 가지의 색은 GreenR, GreenB, Red 와 Blue로 Gr, Gb, R, B로 표시한다. 3색 필터인데 녹색이 2배인 이유는 사람의 눈에 민감한 색이어서 보통 다른 색에 비해 2배로 설계한다. Gr과 Gb 화소들은 같은 색을 통과시키는 필터이나 데이터 경로와 아날로그 신호 열에서는 분리되어 취급한다.

센서에서 출력되거나 또는 입력되는 신호들은 2-선을 이용하는 직렬 버스를 사용하여 전달된다. 센서는 S\_SCL(4번 핀) 신호로 제어한다. 데이터는 S\_DATA를 통해 전달된다. 전송되는 신호는 start bit, slave device 8-bit address, acknowledge bit, 8-bit message와 stop bit로 이뤄진다.

센서에서 데이터를 받아들이는 경우 해상도를 조절하도록 하였다. 필요에 따라 최대 해상도를 얻을 수 있으며 데이터의 양을 조절하기 위해 주사되는 화소를 조절할 수 있도록 하였다. 그림 2(d)는 전체 화소를 주사하는 모드이며 그림 2(a)와 그림 2(b)는 화소를 절반으로 줄이는 모드이다. 그림 2(c)는 화소를 전체 화소의 25%로 줄이는 모드를 보이고 있다.

각각의 모드는 영상처리 기법을 통하여 전체 화소를 채워 전달된다. 이 때 전달되는 데이터는 Row\_Start, Row\_Size, Column\_Size, Horizontal\_Blank, Vertical\_Blank, Shutter\_Delay, Mirror\_Row, Row\_Bin, Row\_Skip, Column\_Skip으로 각각 프로그램 작성 시 변수로 활용되어 영상처리 및 전송에서 활용된다. 이더넷 블록의 경우는 10BASE-T /100BASE-TX/FX를 지원하며 낮은 구동 전압으로 동작하고 저전력 소비를 할 수 있도록 설계하였다.

IEEE 802.3u 표준을 따르도록 하였으며 자동으로 또는 지정하여 10/100Mbps의 속도를 낼 수 있도록 하였다. 그리고 전/반 이중화 모드를 선택할 수 있도록 설계하였다. 설계도는 부록의 CPU 회로도에 보였고, 기능별 블록도는 그림 3에 나타났다.

프로그램으로 LED를 사용하여 상태를 표시할 수 있도록 하였다. 연결여부, 동작여부, 전/반 이중화, 충돌 여부와 데이터 전송 속도(26, 27, 28, 29번 핀)를 LED를 사용하여 출력할 수 있도록 하였다.

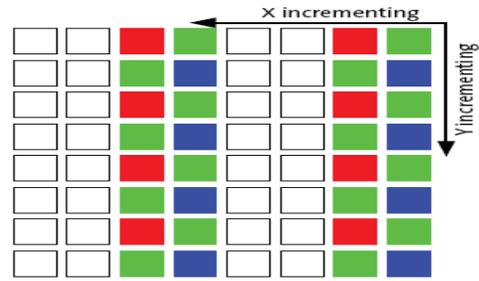


그림 2(a). X축 skip 주사모드  
 Fig. 2(a). X axis skip injection mode

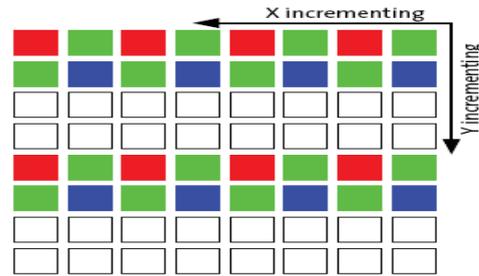


그림 2(b). Y축 skip 주사모드  
 Fig. 2(b). Y axis skip injection mode

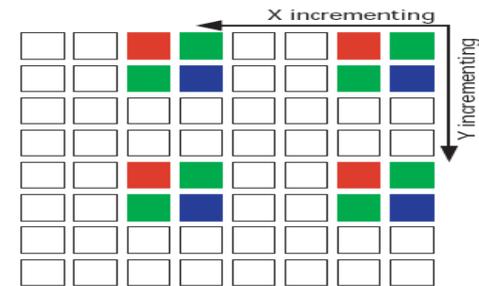


그림 2(c). X-Y skip 주사모드  
 Fig. 2(c). X-Y axis skip injection mode

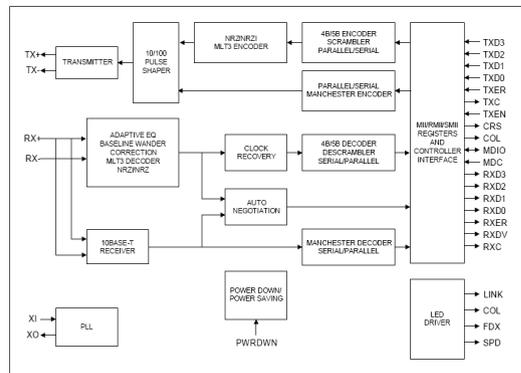


그림 3. 이더넷 블록의 기능별 블록도  
 Fig. 3. Blocks by feature of Ethernet blocks

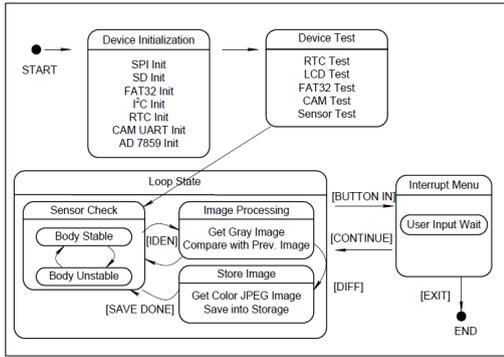


그림 4. 단일 스레드 상태  
Fig. 4. Single-Threaded State

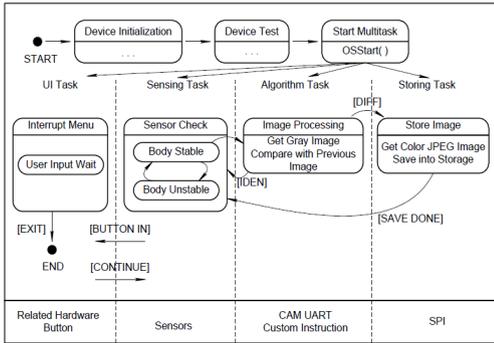


그림 5. 다중 스레드 상태  
Fig. 5. Multi-Threaded State

전원은 배터리의 전압을 필요한 전압으로 다양하게 낮추어 안정적으로 공급할 수 있으며 섭씨 165도 까지 견딜 수 있고 정확도가 높은 레귤레이터를 선택하여 설계하였다. 주로 무선기나 휴대용 전화나 컴퓨터에서 사용하는 우수한 소자이다. 소프트웨어는 Drive용과 User Interface용으로 나눌 수 있다. Drive용은 주 컨트롤러와 기타 하드웨어의 선정으로 일부 정해져 있다. 그렇기 때문에 프로그램의 순서도와 기능적 설명만으로 구성하였고 User Interface용 프로그램은 최종 단말에 따라 달라지므로 공통적인 순서도만으로 구성하였다. 하드웨어가 동작하면 시스템은 초기화되며, 센서에서 영상과 기타 정보들이 전달되면 데이터를 통합하여 데이터의 저장 공간이나 통신 상태를 점검하고 통신 상태에 따라 로거에 저장을 하거나 전송을 시작하게 된다. 영상을 처리할 때 하나의 프레임을 작업하는 경우와 프레임 별로 연속 작업을 하는 경우가 있다. single/multi-threaded(단일 및 다중 작업처리)라 명명하였으며 각각의 순서도는 그림 4

와 5에 나타내었다.

그림 4는 각각의 소자들을 초기화하고 점검한 뒤 센서에서 전달되는 영상을 처리하고 저장하며 외부에서 전달되는 인터럽트 신호에 반응하도록 설계하였다. 그림 5는 다중처리 작업을 나타냈다. 단일 처리들이 모여져 하드웨어별로 처리가 연속되도록 프로그램이 구성되어있음을 알 수 있다.

프로세서가 작동하면 IP Class를 점검하고 같은 Class 인지를 점검한 뒤 네트워크로 전달되도록 하였으며 이 경우 일반적인 TCP/IP 프로토콜을 사용하도록 하였다. 주변의 센서에서 전달되는 영상 외의 정보는 Zig-Bee 또는 Wi-Fi로 전달되는데 이 정보를 얻기 위해 순서도에서 본 것과 같이 IP Cam.은 스스로 인터럽트를 발생시켜 정보를 얻어내고 바이트 단위로 영상과 함께 목적지로 전달할 수 있도록 설계하였다. 역시 통신 상태가 비정상인 경우에는 통신을 시도하면서 데이터 로거에 정보를 저장하도록 설계하였다.

그리고 전원의 상태를 점검하고 어둡거나 야간의 경우에는 LED를 동작시켜 주 또는 보조 조명으로 화상을 얻어낼 수 있도록 설계하였다. 물론 이 경우 전원상태나 통신상태에 따라 조명의 여부도 각각 사용자가 조절할 수 있도록 프로그램 하였다.

#### IV. 농장정보화시스템 구축 및 결과

본 연구에서 활용하고자 하는 점도 바로 이 두 가지이다. 우선 K-Band 레이더 센서를 수평 방향을 통하여 외부 침입에 대한 정보(위치나 속도 등)를 얻어내는 것이다. 또한 다양한 실험 조건의 변화를 통해 영상으로 구현하는 연구도 가능하다. 그 외에도 획득한 정보를 데이터베이스로 구축하여 다양한 분석을 통해 여러 가지 항목을 측정하고자 한다. 이를 응용하여 휴대용 장비를 사용하는 데이터 획득 시스템을 추가로 구성할 예정이다. 두 번째로 수직 하방 방향을 통해 토양의 성분을 UWB 레이더 센서를 통해 획득하게 된다. 토양의 성분 중 가장 중요하게 고려할 요인이 바로 수분의 양이다. 풍향 센서는 다른 센서와는 달리 조금 더 복잡한 구조로 되어있다. 모두 8개의 스위치로 구성되어 있으며 각각 모두 다른 값을 가진 저항으로 연결되어 있다. 풍향계의 자석이 동시에 두 개의 저항에 연결되는 구조로 되어 있으며 그렇게 연

결되었을 때 최대 16개의 방향을 지시할 수 있다. 이 지향 값의 변화는 아날로그-디지털 변환기를 거쳐 프로세서로 전달된다. 표 1은 방향에 대한 저항 값과 그에 대한 전압을 나타낸 것이다. 이렇게 구성된 환경 정보 모니터링 시스템은 전송장치를 통하여 일반 유저나 관리자에게 동영상 및 데이터 정보, 메시지의 형태로 전달된다. 그리고 로그 기록들과 데이터는 중앙에 있는 대용량 스토리지 서버에 저장된다.

표 1. 풍향계의 방향 탐지  
 Table 1. Direction detection of wind gauge

Direction (Degrees)	Resistance (Ohms)	Voltage (V=5v, R=10k)
0	33k	3.84v
22.5	6.57k	1.98v
45	8.2k	2.25v
67.5	891	0.41v
90	1k	0.45v
112.5	688	0.32v
135	2.2k	0.90v
157.5	1.41k	0.62v
180	3.9k	1.40v
202.5	3.14k	1.19v
225	16k	3.08v
247.5	14.12k	2.93v
270	120k	4.62v
292.5	42.12k	4.04v
315	64.9k	4.78v
337.5	21.88k	3.43v

스토리지 서버는 DB 시스템의 일부로 데이터를 압축하여 저장하게 되며 다양한 분석 자료나 측정된 물리량, 영상의 특이한 변화를 관리자 및 분석자에게 전달할 수 있도록 설계하였다. IP Cam은 농수산업으로 처음 적용되었으며 또한 야간용 및 적외선 촬영 등의 특수 목적을 위해 개조가 가능하며 환경 정보 취득용 센서의 결합이 가능한 모델로 설계 제작되었다.

그림 6은 실제로 제작된 IP Cam을 이용하여 농장의 환경을 광각모드로 나타낸 것이다. 이러한 IP Cam을 이용하여 각종 정보를 모니터링할 수 있었다. 화소는 5M급으로 2592×1994의 해상도를 가지고 있으며 CCTV의 640×480보다 고해상도이므로 과학 탐사나 감시 등에서 탁월한 성능을 기대할 수 있는 저가의 다기능 IP Cam이다. 또한 광각모드뿐만 아니라 망원모드의 기능도 갖추고 있다. 일반 보안용으로 사용이 가능한 모델로 개발 및 제작을 하였으나 추가되는 부분을 통하여 환경 모니터링 및 환경 정보 모니터링이 가능하도록 하였으며 보안 및 감시뿐만 아니라 농수산물 생산, 유통 저장 환경 등에서 다양한 용도로 활용이 가능한 제품을 제작하였다.

Zig-Bee로 통신을 실시하고 Zig-Bee의 신호를 받지 못하는 경우 Wi-Fi로, 다시 여의치 않을 때에는 3G 또는 4G로 하여 일반 전화망을 사용할 수 있도록 하는 등의 다양한 통신 모듈을 활용 가능하도록 하여 사용자가 추가적인 통신환경을 구축하지 않더라도 곧바로 활용할 수 있는 제품이 되도록 하였다.



그림 6. IP Cam의 광각모드  
 Fig. 6. Optical mode of IP Cam.

## V. 결론

본 논문에서는 농수산업에서 유비쿼터스 컴퓨팅에 의한 생산관리에 필요한 정보시스템을 설계하고 구축하였다. 그러기 위하여 여러 센서 시스템을 설치하고 IP Cam을 개발하여 모니터링을 구축하였다. 여기에서 농·수산업의 모니터링에 최초로 적용되어 사용할 수 있는 IP Cam을 설계 제작하였다.

하드웨어와 소프트웨어로 나누어서 설계하였으며 하드웨어에서는 CMOS 블록, 인터넷 블록, 카메라 블록으로 소프트웨어에서는 Drive용과 User Interface용으로 나누어 제작하였다. 통신 방식으로 Wi-Fi 모듈을 탑재하여 무선 LAN으로 데이터를 송신할 수 있게 하였으며 선택적으로 Wi-Fi 신호가 감지되지 않을 때에는 Zig Bee로 통신할 수 있도록 하였으며 독자 모듈로 동작할 수 있도록 설계하였다. 또한 농·수산물 관리에도 응용할 수 있으며 방법 및 감시에도 활용할 수 있도록 다각적인 고려를 통하여 제작하였다. 5메가 픽셀의 영상을 원격지에서 무선으로 받아볼 수 있도록 통신기능을 탑재하였다. IP Cam은 그림 6과같이 농수산 환경에서 모니터링할 수 있었으며 추후 감시 및 모니터링의 시장에 활용할 수 있으며 부가적인 센서 등을 추가로 연결할 수 있는 점이 있다.

따라서 본 연구를 통해 고가의 환경 정보 모니터링 시스템을 국내 기술로 생산할 수 있으며 특히 농어민들에게 널리 보급되어진다면 저렴한 비용으로 토양수분, 온도조절, 환경정보 등 각종정보를 모니터링하여 최적의 생육환경조건을 마련할 수 있다. 환경 정보 획득 센서 뿐 아니라 동작 감시 등을 위한 센서의 조합도 고려할 수 있으며 안전 등의 특수 목적에도 활용할 수 있다.

## References

- [1] Hoon Park etc., "Relationship between Soil Moisture, Organic Matter and Plant Growth in Ginseng Plantations", Korean Journal of Soil Science Fertilizer, Vol.15, No.3, 1982
- [2] Mi-Seon Lee etc., "Extraction of Agricultural Land Use and Crop Growth Information using KOMPSAT-3 Resolution Satellite Image", Korean Journal of Remote Sensing, Vol. 25, No.5, pp411-421, 2009
- [3] "Landsat 7 Science Data Users Handbook", National Aeronautics and Space Administration, 2011
- [4] "Calibration of Landsat Thermal Data and Application to Water Resource Studies", Schott, J.R., Barsi, J.A., Nordgren, B.L., Raqueno, N.G., and D. de Alwis, Remote Sensing of Environment 78, pp.108-117, 2001
- [5] Tarendra Lakhankar, Nir Krakauer, Reza Khanbilvardi, "Applications of microwave remote sensing of soil moisture for agricultural applications", International Journal of Terraspace Science and Engineering 2(1), pp81-91, 2009,
- [6] Han-cheol Rye, "Construction of Ubiquitous Computing Based Environment Management System", Wounkwang univ. dissertation(master), 2010
- [7] Jong-chan Kim etc., "u-IT Based Plant Green Growth Environment Management System", Korean Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 2011
- [8] Jin-Seob Shin, Jeong-Ihl Lee, Design and Construction of Farm Management System by U-IT, (JIIBC). vol.12, No.6, 2012

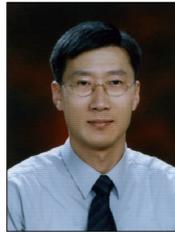
## 저자 소개

### 이 윤 민(정회원)



- 2008년 : 건국대학교 정보통신대학원 전자 및 정보통신 공학과 (공학석사)
- 2014년 : 건국대학교 전자 및 정보통신 공학과 (공학박사)
- 2016년 3월 ~현재 : 경민대학교 정보통신과 조교수
- 관심분야 : RF, 안테나 설계, 마이크로파 회로 등

### 신 진 섭(정회원)



- 1991년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학석사)
- 1997년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학박사)
- 2017년 : 현재 경민대학교 정보통신과 부교수
- 관심분야 : 정보통신시스템, 초음파 & 초고주파