

# 아두이노를 이용한 온도시험 장비 오동작 감시 시스템 설계 및 구현

윤명섭\*, 박구락\*, 고창배\*\*  
공주대학교 컴퓨터공학과\*, 경동대학교 경영학과\*\*

## A Design and Implementation of the Temperature Testing Equipment Malfunction Monitoring System Using Arduino

Myung-Seob Yoon\*, Koo-Rack Park\*, Chang-Bae Ko\*\*  
Dept. of Computer Science & Engineering, Kong-Ju National University\*  
Dept. of Business Administration, Kyung-Dong University\*

요 약 본 논문에서는 아두이노를 이용하여 온도시험 장비의 오동작이 발생이 되면, 이를 검출하여 주변에 이 정보를 알려 고가의 정밀 전자제품의 훼손을 방지할 수 있는 시스템을 제안한다. 정밀 전자제품은 출고전에 온도시험 장비를 이용하여 극저온, 극고온 온도 상황에서 정상동작 여부를 확인하게 된다. 만약 이 상황에서 장비의 오동작이 발생되면 고가의 제품이 손상을 입어 폐기하는 경우가 생긴다. 이 시스템은 특히 야간에 담당자가 없이 자동으로 시험이 진행될 때에 온도시험 장비 내에 온도 센서를 부착하여 시험 대상인 제품이 실제로 받고 있는 온도 정보를 아두이노를 이용하여 실시간으로 감시한다. 만약 시험자가 설정한 온도구간을 벗어날 경우 아두이노의 출력단에서 High 신호를 출력하여 경보 구동회로가 온도시험 장비의 전원을 차단하고 야간 근무부서의 근무자에게 이 정보를 알려, 온도 시험 중 발생할 수 있는 극고온 혹은 극저온 상황에서 고가의 시험대상 제품의 훼손을 방지할 수 있도록 설계 및 구현을 하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 장비의 제조사에 관계없이 모든 온도시험 장비에 적용가능하고, 저비용으로 제작 가능하다.

주제어 : 아두이노, 솔더링, 온도시험, 정밀 전자제품, ESS

**Abstract** This paper suggests a system that can detect malfunctions of the temperature testing equipment, and then notify this information to surroundings using arduino. Precision electronics need a test under extremely high/low temperature using temperature called a chamber. If this chamber have a malfunction situation, the precision electronics under test is damaged and scrapped. Especially when the temperature test is automatically conducted at night with no representative, this system monitors the actual temperature of the tested product in real-time by attaching a temperature sensor to the inside of the test equipment. In case when it is out of the temperature range set up by the tester, the damage to high-priced products can be prevented in the condition of extremely high/low temperature, by turning off the power of the temperature testing equipment, and also notifying this information to the worker at night-time. Regardless of the equipment manufacturers, proposed system in this paper can be applied to all kind of temperature testing equipments, and it can be also produced for low cost.

**Key Words** : Arduino, Soldering, Temperature test equipment, Precision Electronics, ESS

Received 1 April 2016, Revised 28 April 2016  
Accepted 20 May 2016, Published 28 May 2016  
Corresponding Author: Koo-Rack Park  
(Kong-Ju national university)  
Email: ecgrpark@kongju.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### 1. 서론

TR, IC 등 전자부품의 발달에 따라 많은 전자장비들은 소형화, 집적화 되어왔다. 소형화, 집적화에 따라 전자장비에 접합을 위한 솔더링 및 검사기술 또한 급속한 발전을 거듭해 왔다. 하지만 솔더링 및 검사기술의 발전에도 불구하고, 냉납, 미납의 솔더링 오류가 발생하는 것이 현실이다. 때에 따라 솔더링 오류의 발생은 정밀 동작을 요구하는 지상/해상/항공 정밀 전자장비에서 치명적 결함 혹은 훼손을 유발시키는 결과를 초래하기도 한다. 이러한 솔더링 오류 및 잠재적 결함요인을 생산단계에서 발견하기 위해 ESS 공정을 수행한다[1,2]. 그러나 ESS 시험 공정중의 하나인 온도시험은 시험자가 없는 심야시간대에 이루어지는 경우가 많은데, 만약 이러한 온도시험 중에 온도시험장비가 극고온 혹은 극저온에서 오동작을 일으킬 경우 적게는 수백만원에서 많게는 수억원에 이르는 시험대상의 정밀 전자부품에 심각한 손상을 주는 경우가 발생하는 경우가 발생한다.

본 논문에서는 아두이노를 이용하여 ESS공정 중 온도 주기시험을 위해 사용하는 온도시험 장비의 오류로 인해 발생할 수 있는 고가의 무기체계 제품이 훼손되는 것을 방지할 수 있는 시스템을 제안한다. 2장에서는 관련 연구로써 ESS공정, 아두이노, 온도시험장비인 온도시험장비에 대해 기술하고, 3장에서는 시스템 설계 및 구현, 4장에서는 검증을 위한 모의실험, 마지막 5장에서는 결론을 기술한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 ESS

ESS(Environmental Stress Screening, 환경 부하 선별)는 생산 공정에서 제품에 내재된 결함을 촉진하여 제거함으로써 제품의 신뢰성을 향상시키는 공정이다. 특히, ESS 공정은 설계품질이 아닌 제조공정에서 발생 가능한 낮은 부품 품질 및 부적절한 일습씨 등에 기인하는 고장 유형의 제거를 목표로 한다[3]. ESS 공정은 전자부품의 품질 또는 와이어링 및 납땜 등과 같이 일습씨에 관련되어 제조 중 유입될 수 있는 결함들에 대해서 온도 및 진동 등의 환경부하를 인가하여 운용 중 발생할 수 있는 고장유형을 초기 고장으로 촉진하는 일련의 과정이다[4].

여기서 ESS 공정은 흔히 3축 진동시험과 고온/저온을 주기적으로 진행하는 온도 주기시험을 수행한다. 본 논문에서는 ESS 공정 중 온도 주기시험에서 발생할 수 있는 제품의 훼손을 방지할 수 있는 시스템 제안으로써 진동시험에 대한 내용은 언급하지 않는다. 여기서 특히 고온/저온 온도 주기시험은 야간 혹은 심야시간대에 걸쳐 이루어지는 경우가 대부분이기에 근무자가 시험시간 중에 주변에 없는 경우 혹은 그 시험이 자동화 되어 있다면 퇴근한 상태일 것이다. 이것은 만약 온도시험 장비가 설정한 온도 이하 혹은 이상 등의 오동작이 발생 되었을 경우 온도시험 장비 안에서 시험 진행 중인 제품에 치명적 영향을 미칠 수 있는 것이다.

온도주기시험은 탑재되는 플랫폼 환경에 따라 온도범위를 선택하나 장비규격서의 온도 범위내에서 전원을 인가하여 [Fig. 1]과 같이 실시한다. 온도변화율은 5°C/min 이상을 권장한다[5,6].

Division	Temperature Range		Cycle Qty	1 <sup>st</sup> Cycle	Total Time
Ground Equipment	Inside protection equipment	operation -32 ~ +63	6 Cycle	2 - 4 hours	12 - 24 hours
	Equipment installed outdoors	operation -35 ~ +63	6 Cycle	2 - 4 hours	12 - 24 hours
For Vehicle	Personal mobile devices	operation -32 ~ +63	6 Cycle	2 - 4 hours	12 - 24 hours
	moving	operation -35 ~ +63	6 Cycle	2 - 4 hours	12 - 24 hours
outside of shipboard	On deck	operation -35 ~ +63	8 Cycle	2 - 4 hours	16 - 32 hours
inside of shipboard	inside equipment	operation -20 ~ +63	8 Cycle	2 - 4 hours	16 - 32 hours
Aviation equipments	transport/falling equipment	operation -40 ~ +63	10 Cycle	2 - 4 hours	20 - 40 hours
Guided underwater weapons	guided missile	operation -32 ~ +63	6 Cycle	2 - 4 hours	12 - 24 hours
Temperature Range	MIL-STD-883C Extremely Temp' (-33 ~ +63)				
Temperature cycle	6cycle~12cycle				
Temperature change ratio	(Recommendation) 5deg/min' or (avaliation)1deg/min ~ 5deg/min'				
Test procedures	TYPE 1	Ground / Vehicle / Ship/Com.Fire Cont.EW,Radar)			
	TYPE 2	Guided/ underwater/ Aviation Equipment			
Temperature stabilization	3 hour (Each low temperature, high temperature extremes)				
Functional test	Functional test (R/L, Low, High), Vibration stress applied separately or Both				
Power (on/off)	Power ON(If necessary)				

[Fig. 1] Temperature cycle test graph[5]

#### 2.2 아두이노

아두이노(Arduino, 이하 아두이노)는 8비트 AVR CPU를 탑재한 저사양의 마이크로컨트롤러 보드이다.

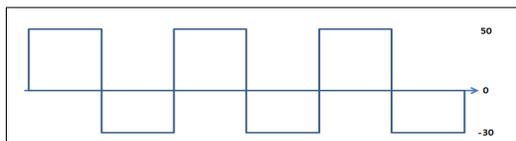
오픈소스 소프트웨어에 리눅스가 있다면, 오픈소스 하드웨어에는 아두이노가 있다. 아두이노를 통해 기존하드

웨어들이 특허와 기술 보호로 폐쇄적이었던 것에반해 오픈소스로 공유한다는 것도 신선한 자극을 주었다[7,8]. 아두이노는 소프트웨어 공학을 전공한 사람에게는 좀 특이하게 생각되었지만 “Sketch”라는 용어를 사용하고 아두이노 통합개발환경 Integrated Development Environment(IDE)에서 코드를 작성할 수 있다. 아두이노 IDE 환경에서 작성되어진 소스코드(Sketch)는 바로 IDE 환경에서 컴파일하고 아두이노 하드웨어(Arduino UNO R3, Leonardo 등)에 바로 업로드 할 수 있다. 원래 아두이노 하드웨어에서 사용하는 AVR 기반의 마이크로 컨트롤러들은 ISP라는 프로그램 장비가 별도로 있어야 하지만 아두이노에서는 IDE 환경에서 별도의 추가 장비 없이 프로그램을 아두이노 하드웨어에 업로드 할 수 있다. 이러한 기능이 가능한 이유는 아두이노 하드웨어 CPU에 이미 ISP 기능을 하는 Bootloader 라는 프로그램이 존재하고 있기 때문이다. 아두이노 IDE에서 작성한 코드를 업로드해서 실행할 수 있는 AVR CPU 기반의 실제 타겟 보드이다. 아두이노 하드웨어에는 단순하지만 수십여 가지의 센서들, LCD, 모터, 네트워크 등 쉴드라고 일컬어지는 모듈들을 연결하여 확장이 가능하다[9,10].

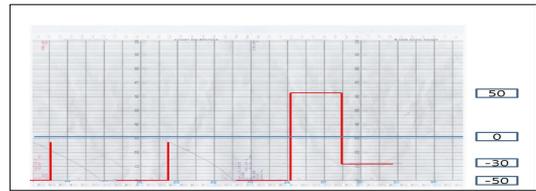
본 논문에서 제안한 시스템은 아두이노 시리즈 중 Arduino UNO R3와 온도센서, Tower Lamp 등을 이용하여 구현하였다.

### 2.3 온도시험 장비

온도시험 장비는 사용자가 원하는 온도, 유지시간, 주기 등의 정보를 설정하면 냉각기와 난방기의 적절한 동작을 통해 원하는 환경을 만들어 준다. 장비별, 제조사별 각각의 제원과 성능이 다르기 때문에 사용자는 시험요구 조건에 따라 선택하여 사용하게 된다. 아래 [Fig. 2]은 일반적인 온도주기 시험 그래프이다. 시험 대상품에 따라 온도 설정범위가 다르지만 아래의 그림은 영상 50도와 영하30도를 오고가며 기능시험을 수행하게 된다.



[Fig. 2] Temperature cycle test graph



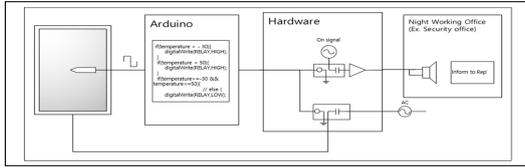
[Fig. 3] Example of temperature test equipment malfunction

위의 [Fig. 3]는 온도시험 장비 오동작의 한 예로써 1주기 영하 30도에서 영상 50도까지는 정상적으로는 동작이 되었으나, 다음 영하 30도 구간에서 적당한 시기에 난방기가 제대로 동작하지 않아 영하 50도까지 내려가, 더 이상 설정한 온도주기를 회복하지 못하여 시험대상품의 불량을 야기할 수 있는 경우이다. 주변에 시험자가 있으면 이러한 경우를 예방할 수 있겠지만, 원가절감을 위해 언제 발생할지 모르는 오동작 상태를 감시하기 위해 시험자의 교대근무를 수행할 수 없는 실정이다[11,12]. 만약 시험자가 퇴근후 이러한 오동작 상태가 발생 되었을 때, 시험대상 정밀 전자장비의 구성품 중 영하 50도 까지만 버틸 수 없는 구성품이 존재한다면, 고가의 시험 대상품은 극저온 상태에서 냉해를 입어 폐기되는 경우가 발생한다.

### 3. 시스템 설계

본 논문에서 구현한 시스템은 온도 주기시험을 시작할 때, 온도시험 장비에 온도 검출용 센서를 내부에 장착을 하고, 아두이노를 작동을 시킨다. 온도 주기시험이 수행되는 동안 이 아두이노는 10밀리세컨드 주기로 온도시험 장비내의 온도를 감시하게 되는데, 이 때 온도가 만일 시험자가 설정한 온도 구간을 벗어나게 되면 아두이노 디지털 출력단자에서 3.3Vdc “H”신호를 출력하게 된다. 여기서 출력된 HIGH신호는 전화선등과 같은 유선 선로를 통해 경비실 등의 24시간 근무부서의 경보 구동회로 입력단에 전해지게 되고, 경보 구동회로의 릴레이가 동작되어 온도시험 장비의 전원을 차단하고 근무자에게 시험장비에 오류가 있음을 알리게 된다[13,14,15,16,17]. 때로는 거리가 멀어 HIGH 신호가 손실에 의해 약해질 수 있으나, 이는 아두이노 출력단에서 기준전압에서 손실되

는 전압만큼 보상에 줌으로써 해결 가능하다. 아래 [Fig. 4]은 본 논문에서 구현한 시스템의 설계도이다.



[Fig. 4] System Design

### 3.1 S/W 설계

```

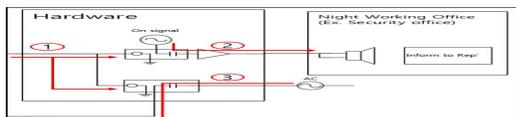
if(temperature > -30){
    digitalWrite(RELAY,HIGH);
}
if(temperature < 50){
    digitalWrite(RELAY,HIGH);
}
if(temperature >=-30 &&
temperature <=50){ // else {
    digitalWrite(RELAY,LOW);
}
    
```

[Fig. 5] S/W Design

[Fig. 5]는 본 논문에서 구현한 시스템의 주요 S/W이다. 여기서 온도 감시는 DS18S20 센서를 이용하여 검출되는 신호를 바탕으로 아두이노에서 수행하게 된다. 만약 아두이노의 입력단에 설정온도 구간에서 벗어난 신호가 입력된다면, 아두이노 출력단에서는 경보회로를 구동하게 하기 위한 신호가 출력된다. 이 동작을 위해 기준이 되는 코드는 `if(temperature>=-30 && temperature<=50)`를 이용하여 판단하게 된다. 이것은 temperature가 영하 30도 이하일 경우와 영상 50도 이하일 경우 정상적인 온도시험 장비 동작으로 보고 적합한 프로세스대로 진행이 된다. 혹시 부적합이 발생될 경우 `digitalWrite(RELAY,HIGH);`을 통해 RELAY 변수에 연결된 출력핀에 HIGH 신호가 출력된다.

### 3.2 H/W 설계

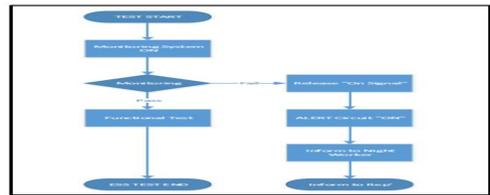
본 논문에서 구현한 시스템의 주요 구성품은 아두이노 우노 R3, 온도 센서 DS18S20, 타워램프, 타워램프 구동용 및 온도시험장비의 온도 차단용릴레이 그 외 보호회로를 사용하였다.



[Fig. 6] H/W Design

[Fig. 6]는 본 논문에서 구현한 시스템의 하드웨어 설계도로서 아두이노에서 HIGH 신호가 출력되어 RELAY 1(RLY 1)과 RELAY 2(RLY 2)의 코일에 입력되어 RLY 1은 증폭회로를 거쳐 24시간 근무부서에 경보와 경보음으로써 장비의 오동작을 알려주고, RLY 2는 온도시험장비의 전원을 차단하여 설정해 놓은 온도이하로 더 이상 내려가지 않도록 설계하였다.

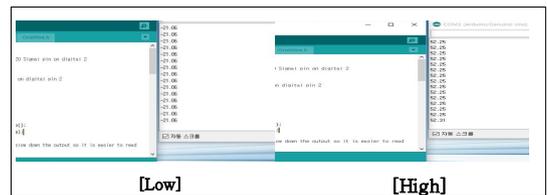
## 4. 구현 및 검증



[Fig. 7] Implementing system behavior flowchart

[Fig. 7]은 구현한 시스템의 동작 흐름도를 나타낸다. 구현한 시스템은 온도시험이 시작되면, 독립된 시스템인 온도시험장비 오동작 감시 시스템의 센서를 온도시험장비의 내부에 투입하고 제한한 시스템에 전원을 인가하여 장비 내부의 온도를 측정 및 감시 동작을 시작하게 된다. 이때 시험시간 중에 문제가 없었다면 별다른 경보 및 동작없이 시스템은 종료하게 될 것이나, 만약 설정한 온도 구간을 벗어나게 된다면, 장비의 전원을 끊고, 경비실 등 24시간 근무부서에 이 사실을 타워램프 및 경보음으로써 알리게 되고, 24시간 근무부서의 근무자는 시험담당자에게 이 사실을 유선으로 통보하여 후속 조치를 취할 수 있게 해 준다.

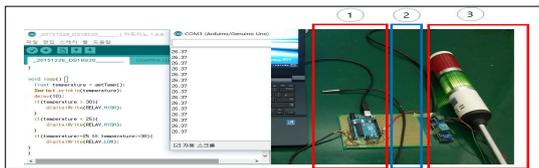
### 4.1 온도센서 측정정보 정확도 검증



[Fig. 8] Temperature sensor accuracy verification

[Fig. 8]은 이 시스템의 온도 센서로 사용될 DS18S20의 온도 검출 검증의 단계로 이 센서를 온도시험 장비의 내부에 넣고 실제로 운용해 보았다. [Fig. 8]의 좌측 그림은 온도시험 장비를 영하 21도로 맞추고 최종적으로 도달했을 때의 측정 온도는 영하 21.06도로써 오차율은 약 0.003%이고, [Fig. 8]의 우측 그림은 이 센서의 고온 획득 부분을 검증한 그림으로, 온도시험 장비의 설정온도는 영상 52도이고 측정온도는 52.25도로써, 약 0.005%의 오차율로 신뢰할 수 있는 수준임을 확인할 수 있다.

#### 4.2 정상온도 구간의 동작 검증



[Fig. 9] Operating state of the normal temperature range

이 검증 단계에서는 시험의 용이성을 고려하여 영상 25도에서 영상 30도 이내의 정상온도 구간을 임의 설정하여 동작 상태를 검증한다. [Fig. 9]는 정상온도 구간의 동작 상태를 검증하는 그림으로써, 현재 온도 센서(1)에서 검출되는 온도는 26.37도이다. 이 온도는 정상구간의 온도으로써 유선 전송로(2)을 통해 24시간 근무부서(3)로 현재 온도 온도시험 장비는 정상 상태에서 운용중임을 나타내게 된다.

#### 4.3 오작동 상태 구간에서의 검증



[Fig. 10] The operating status of the malfunction state

이 검증단계는 [Fig. 10]과 같이 영상 약 10도의 물에 온도 센서를 담근 후 현재 센서의 온도를 검출하였더니 10.5도가 확인 되었다. 영상 10.5도는 본 논문 검증단계에서 설정한 정상 온도구간 영상 25도에서 영상 50도 구간

에서 벗어났기 때문에 타워랩프에 빨간 경보등과 함께 경보음이 출력되어 온도시험 장비가 오동작 상태임을 확인할 수 있다.

#### 4.4 시스템의 범용성



[Fig. 11] System generality verification

이 검증단계는 [Fig. 11]과 같이 동일 제품의 여러제조사에 적용 가능한 지에 대한 검증으로써, 모든 종류의 온도시험장비에는 내부의 시험대상 품목과 외부의 전원 및 통신을 위한 제어선의 통과를 위한 홀이 존재한다. 본 시스템에서는 이 홀을 이용하여 통과할 수 있도록 하게 하기위해 온도센서 DS18B20을 사용하여 제조사와 관계없이 사용할 수 있도록 설계 및 구현하였다.

### 5. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 정밀전자 제품의 신뢰성 검증 및 제품의 출하 전 양산단계에서 불량률 검출하기 위해 수행하는 온도시험 중 발생할 수 있는 시험장비의 오류를 아두이노를 이용하여 원거리에서도 감시할 수 있는 시스템을 구현하고 검증을 하였다. 이 시스템은 저가로 구현할 수 있는 시스템으로써 언제 발생할 지 모르는 장비의 오류로부터 고가의 정밀전자 제품의 훼손을 방지하고, 이 온도 시험장비의 오류를 감시하기 위한 시험자의 교대근무로 인한 과도한 원가투입을 방지할 수 있다.

또한 이 시스템은 온도 시험장비의 제조사 및 모델과 상관없이 적용 가능한 범용 감시 시스템이다.

향후 연구로는 이 오류정보를 24시간 근무부서가 아닌 시험 담당자에게 바로 통보 할 수 있는 방법의 연구 및 현재는 유선으로 연결하는 부분을 zigbee 등의 무선통신 방식을 이용하여 연결하는 연구를 계속하여 진행할 예정이다.

REFERENCES

[1] MIL-HDBK-344A, "Environmental Stress Screening of Electronic Equipment", Military Hand book, United States Department of Defense 1993.

[2] DOI: <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=303672&cid=50305&categoryId=50305>

[3] Bruce Peterson, "Environmental Stress Screening Tutorial", Accolade Engineering Solutions.

[4] J. S. Choi, C. W. Lee. "Study on Designing ESS Process and Baseline Regimen on Electronic Equipment". Journal of Control, Automation and Systems 2012, pp. 933-941, 2012.

[5] M. S. Yoo, J. S. Choi, W. K. Jeong, W. H. Shin, "ESS Model Research to optimize for Weapon System Reliability Evaluation and Quality Verification". Korean Institute of industrial Engineer, pp. 419-423, 2013, 11.

[6] MIL-HDBK-2164A, "Environmental Stress Screening Process for Electronic Equipment", Department of Defense Handbook, 1996.

[7] L. Silva, R. Dantas, A. Pantoja, and A. Pereira, "development of a low cost data glove based on arduino for virtual reality applications," IEEE Int. Conf. on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications, New York, USA, pp. 55-59. 2013. 5.

[8] Se-Eon Park, Chan-Gyu Hwang, Dong-Cheul Park, "Internet of Things(IoT) ON system implementation with minimal Arduino based appliances standby power using a smartphone alarm in the environment", The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences 10(10), pp.1175-1181, 2015.10.

[9] K. Y. Kim, J. H. Jang, M. S. Park, "Mastering of Arduino", D.B.Info, pp. 11-11, 2014.

[10] Jun-Sang Seo, In-Kyu Jung, Jong-Myon Kim, "Implementation of the Wireless Sanjo Gayageum Based on Physical Modeling Using Arduino and DSP", Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference 22(1), 2014. 1.

[11] Lark Sang Kim, "Convergence of Information

Technology and Corporate Strategy", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 6, pp. 17-26, 2015.

[12] Seong-Hoon Lee, "Actual Cases and Analysis of IT Convergence for Green IT", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 6, pp. 147-152, 2015.

[13] Young-Bae Seo, "Arduino communication protocol", Digital books, 2015.06.

[14] Han-Sik Min, Won-Joo Lee, "Arduino software tutor", Bok-Du press, 2014.11.

[15] Simon Monks, "Programming arduino: Getting started with sketches", jpub, 2013.05.

[16] Sang-Woo Park, Dong-Hwa Jung, Ji-Min Kim, "Arduino Project Book", Mecha-Solution, 2016.02.

[17] DOI: <http://playground.arduino.cc/Learning/OneWire>

윤 명 섭(Yoon Myung Seob)



- 2005년 2월 : 한국방송통신대학교 법학과(법학사)
- 2016년 2월 : 공주대학교 IT융합(공학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터 공학과(박사과정)
- 관심분야 : Avionics, 항공정비, 아두이노, ATE 등

· E-Mail : [yms1279@kongju.ac.kr](mailto:yms1279@kongju.ac.kr)

박 구 락(Park Koo Rack)



- 1986년 2월 : 중앙대학교 전기공학과(부전공 전자계산 학사)
- 1988년 8월 : 숭실대학교 전자계산학과(석사)
- 2000년 2월 : 경기대학교 대학원 전자계산학과(박사)
- 1991년 4월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터 공학부 교수

· 관심분야 : IT Convergence, 소프트웨어 개발 방법론, 전자상거래, MIS, IOT, 정보 보안 등

· E-Mail : [ecgipark@kongju.ac.kr](mailto:ecgipark@kongju.ac.kr)

고 창 배(Ko Chang Bae)



- 1994년 2월 : 한국외국어대학교 경영정보대학원 경영정보학과 (석사)
- 2004년 2월 : 경기대학교 대학원 전자계산학과(박사)
- 1994년 ~ 2000년 : 한국능률협회 정보화사업본부 책임연구원
- 2001년 ~ 현재 : 경동대학교 경영학과 교수

- 관심분야 : 전자상거래, ERP, MIS, CRM, 모바일앱 등
- E-Mail : kcb2013@kl.ac.kr