JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 20, No. 3 : 583~589 Mar. 2016

안드로이드 기반의 유증기 액화장치 모니터링 시스템 구현

박만규[1] · 탁한호[1*] · 김관형[2]

The implementation of liquefaction equipment monitoring system based on Android

Man-Kyu Park[1] · Han-Ho Tack[1*] · Gwan-Hyung Kim[2]

[1*]Department of Electronic Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, Gyeongnam 52725, Korea
[2]Department of Computer Engineering, Tongmyong University, Busan 48520, Korea

요 약

VOCs(Volatile Organic Compounds)의 대부분은 유해물질로 대기 오염뿐만 아니라 지구 온난화의 원인물질로 작용하고 있다. 이로 인해 VOCs는 국가마다 배출을 줄이기 위해 정책적으로 관리되고 있다. 특히, 주유소에서 발생하는 유증기는 발암물질인 벤젠 등 인체에 유해하며 환경부에서 연료 주유 시 발생하는 휘발성 유기화합물을 회수할 수 있도록 유증기 회수장치 설치를 의무화하고 있다. 최근에는 기존의 유증기 처리 방식을 발전시켜 폭발이나 화재 등을 방지하기 위하여 유증기를 냉각시켜 현장에서 바로 회수하도록 하고 있다. 본 논문에서는 이러한 위험성이 존재하는 액화기의 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 유증기 액화장치에 센서를 부착하여 액화기 측정 정보를 모니터링 할 수 있는 모니터링 서버 및 안드로이드 기반의 모니터링 앱 어플리케이션을 개발하여 원격관리 서비스 모델을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

Volatile organic compounds(VOCs) are regarded as a harmful cause substance not only causing air pollutions but also causing global warming phenomenon. For this reason, VOCs are managed politically to reduce emissions by each country. In particular, the vapor from the gas station contains VOCs which is harmful to the human body such as carcinogens benzene and pollute the atmosphere, the Ministry of Environment defined every gas station must install vapor recovery equipment to recover volatile organic compounds. Recently, there are many accidents caused by existing vapor treatment methods, the liquefaction recovery technology is getting the spotlight to cool the vapor at the field. However, because the liquefaction recovery technology have risks of fire or explosion in accordance with temperature, the real time monitoring is critical factor. In this paper, we implement an Android-based monitoring application for liquified vapor recovery device which attached sensor module for temperature and power to monitoring real time information.

키워드 : 휘발성 유기화합물, 유증기, 액화장치, 모니터링 시스템

Key word : Volatile Organic Compounds(VoCs), Liquefaction Equipment, Oil mist, Monitoring System

Received 18 January 2016, **Revised** 28 January 2016, **Accepted** 11 February 2016

*** Corresponding Author** Han-Ho Tack(E-mail:fmtack@gntech.ac.kr, Tel:+82-055-751-3332)
Department of Electronic Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, Gyeongnam 52725, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.3.583 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

휘발성 유기화합물질(VOCs)은 0.02psi 이상의 증기압을 갖거나 끓는점이 100[℃] 미만인 유기화합물을 말한다. 이러한 휘발성 유기화합물질은 유해물질로 취급되고 있으며 호흡 시 현기증, 마취작용 등이 수반될 수 있으며 암과 빈혈 등을 유발하고 중추신경을 마비시키는 등 인체에 많은 해를 끼칠 수 있다. 또한 대기 중에서 광화학반응을 일으켜 오존 등 광화학 산화성 물질을 생성시켜 광화학 스모그를 유발하고 대기 오염뿐만 아니라 지구 온난화의 원인 물질로 작용한다.

휘발성 유기화합물질은 국가마다 배출을 줄이기 위해 정책적으로 관리되고 있으며, 국내에서는 석유정제 및 석유화학제품 제조업, 주유소, 세탁 시설, 선박 및 자동차 제조업, 자동차 정비시설 등 다양한 휘발성 유기화합물 배출 사업장에 대해 VOCs의 배출을 억제하고 방지하기 위해 규제를 강화하고 있다[1, 2].

일상생활과 밀접한 관련이 있는 주유소에서 발생하는 유증기는 입자 크기가 1~10[㎛]인 기름방울이 안개 형태로 공기중에 분포된 상태로 발암물질인 벤젠 등 인체에 유해하고 대기를 오염시키는 휘발성 유기화합물질을 포함하고 있다. 때문에 환경부에서 운전자, 주유소 종사자 및 주유소 인근 주민건강을 보호하고 대기오염을 저감하기 위해 유류 적하나 연료주유 시 발생하는 휘발성 유기화합물을 회수할 수 있도록 유증기 회수장치 설치를 의무화하고 있는 추세에 있다[3-5].

본 논문에서는 유증기 액화 회수 장치 별로 설치된 다양한 계측 시스템을 통합하여 관리할 수 있는 안드로이드(Android) 기반의 원격지 실시간 모니터링 시스템을 제안한다. 또한, 액화기 원격지 관리를 위하여 안드로이드 TCP/IP 통신을 통한 데이터 관리용 서버를 개발하고자 한다. 특히, 액화기 운전 중 상태정보 관리를 통한 액화기의 오동작 및 위험 상황 발생을 대비하여 관리자 또는 담당자에게 장치 상태를 알려주기 위한 안드로이드 기반의 서비스 모델을 제안하여 유증기 회수장치의 안전사고를 예방하기 위한 모니터링 시스템을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 시스템 설계

2.1. 전체 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 모니터링 시스템은 유증기 액화 회수장치의 온도센서, 전원센서 등 다양한 계측 센서를 통해 계측된 값을 통합하고 모니터링 서버로 전송하기 위한 통합 센서 모듈과 전송받은 센서값을 구분하여 관리할 수 있는 모니터링 서버, 특정 유증기 액화 회수 장치의 정보를 조회하고 관리하며 장치의 상태를 확인하는 안드로이드 기반의 클라이언트 어플리케이션으로 구성된다.

본 논문의 유증기 액화 회수 장치 모니터링 시스템의 전체 구성도는 그림 1과 같다.

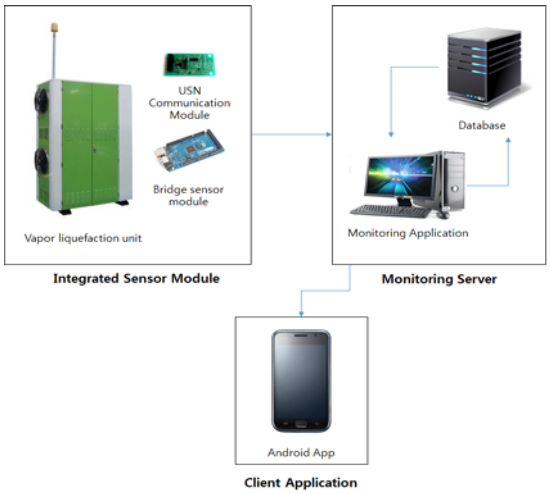

Fig. 1 The monitoring system of liquefied vapor recovery equipment

2.2. 통합 센서 모듈 설계

통합 센서 모듈은 그림 2와 같이 유증기 액화회수 장치의 외부 온도, 내부 온도, 냉각기 온도, 기체 유량, 냉각기 유량, 전류 등 핵심적인 7가지 센서로 부터 측정된 값을 ATmega2560 기반의 브릿지(bridge) 모듈로 전송된다.

유증기 상태 계측 모듈은 각각의 센서를 통해 측정된 값을 통합하여 자체 정의한 통신 프로토콜을 기준으로 메시지를 생성한다. 이렇게 생성된 메시지를 Zigbee 모듈을 통해 브릿지 모듈로 전송된다. 브릿지 모듈은 모니터링 서버로 전송되도록 시스템을 구성한다.

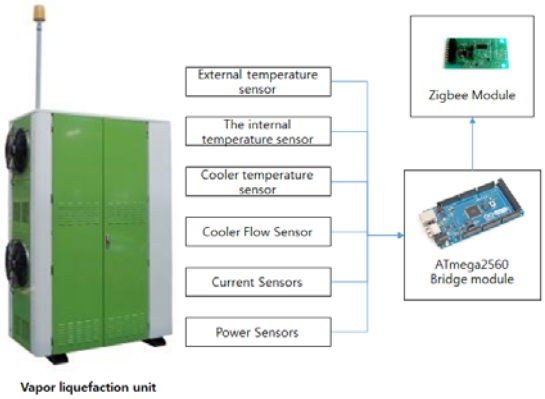

Fig. 2 Integrated Sensor Module

표 1은 본 논문에서 정의한 통신 프로토콜로 주유소 액화 장치의 타입, 설치된 위치, 외부/내부 온도, 냉각기 온도, 냉각기 유량, 시간, 전류 등 유증기 액화 회수 장치의 모니터링을 위한 필수 정보를 포함하도록 프로토콜을 개발하였다.

Table. 1 Server communication protocol

STX	CMD	LOCATION
Start String	Device Number	Device Location
OT	IT	DT
External temperature	internal temperature	Cooler temperature
GD	DD	DP
Gas flow	Cooler Flow	Cooler Value
Date	Time	AD
Now Data	Now Time	Address
V	P	ETX
Current	Power	End String

2.3. 모니터링 서버 구조 및 설계

모니터링 서버는 브릿지 모듈로부터 전송된 메시지 정보를 처리하고 관리하기 위한 데이터베이스 기반의 데이터 관리 서버 프로그램 모듈의 구성도는 그림 3과 같다. 모니터링 서버의 TCP/IP Module은 그림 3에서 제시한 바와 같이 Sensor TCP/IP Manager를 통해 통합 센서 모듈로부터 측정 데이터를 수신하고, Android TCP/IP를 통해 클라이언트 App로 모니터링 정보나 특정 데이터를 전송한다. 그림 3의 Converter는 Massage Separator를 통해 TCP/IP Module을 통해 송수신된 메시지의 종류를 구분하고, 통합 센서 모듈로부터 수신된 정보일 경우 Message Parser를 통해 데이터를 파싱하여 각 센서로 부터 측정된 데이터를 추출하며, 클라이언트 App으로부터 요청 메시지를 수신하면 Message Creator를 통해 전송할 메시지를 생성한다.

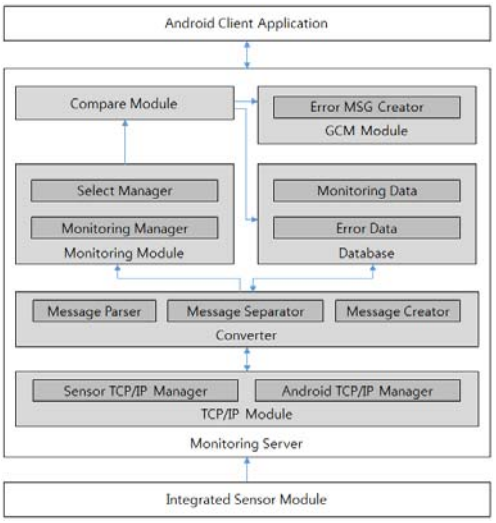

Fig. 3 The configuration of monitoring server

그림 3의 Monitoring Module은 관리자 또는 담당자에게 Monitoring Manager를 통해 유증기 액화 회수 장치의 정보를 실시간으로 제공하며 Select Manager를 통해 특정 액화회수 장치의 정보를 제공한다.

그림 3의 Compare Module은 실시간으로 측정된 액화 회수 장치의 상태값을 정상 수치와 비교한다.

그림 3의 GCM Module는 Compare Module에서 측정된 센서값이 정상 수치에서 벗어났을 경우 Error MSG Creator를 통해 에러 메시지를 생성하고, Google Cloud Messaging Server에 클라이언트 App에 푸시 메시지 전송을 요청하도록 설계한다. 그림 3의 Database는 MySql을 기반으로 모니터링 서버로 수신되는 메시지와 에러 메시지를 저장하고 관리한다.

2.4. 클라이언트 App 설계

클라이언트 App은 모니터링 서버에 유증기 액화 회수 장치로부터 측정된 정보를 요청/수신하여 모니터링하고, Google Cloud Messaging Server로부터 에러 정보에 대한 푸시 메시지를 수신하는 안드로이드 기반의 어플리케이션이다.

본 논문에서 구현한 클라이언트 App의 모듈 구성도는 그림 4와 같다.

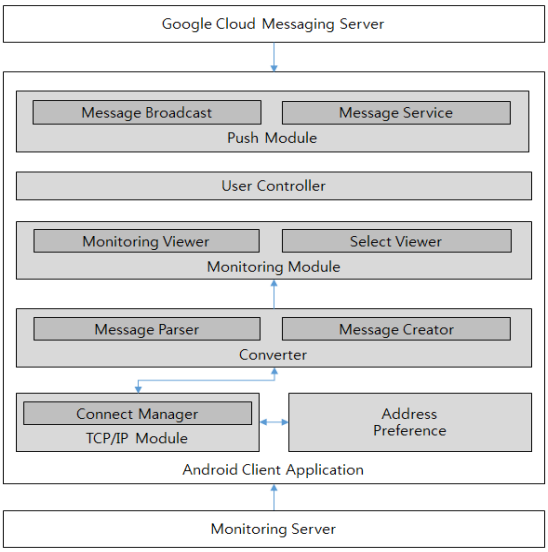

Fig. 4 The configuration of client App. module

클라이언트 App 모듈의 TCP/IP Module은 모니터링 서버와의 통신 연결을 담당하며 Address preference를 통해 서버의 주소값을 관리한다.

Converter는 모니터링 서버의 Converter모듈과 동일한 역할로 Message Creator를 통해 서버로의 요청 메시지를 생성하고, Message Parser를 통해 서버로부터 전송받은 메시지를 파싱하여 모니터링 값들을 추출한다.

그림 4의 Monitoring Module은 Converter를 통해 추출한 모니터링 정보를 액티비티로 구성된 Select View와 Monitoring View를 통해 출력한다.

그림 4의 Push Module은 유증기 액화기에서 오류가 발생했을 경우 Google Cloud Messaging Server로부터 오류메시지를 받기 위한 모듈로 Message Broadcast를 통해 오류 메시지를 수신하고 Message Service를 통해 오류 정보를 알린다.

Ⅲ. 시스템 구현 및 테스트

3.1. 유증기 액화 회수 장치 모니터링 시나리오

본 논문에서 제안하는 유증기 액화기 모니터링의 시나리오는 그림 5와 같이 통합 센서 모듈에서 여러 센서들의 센싱이 이루어지고, 센싱된 정보를 통합하여 메시지를 생성한다. 이후 모니터링 서버에서는 TCP/IP 통신으로 메시지를 수신하고 수신된 메시지를 파싱하여 모니터링 한다. 클라이언트 App에서는 모니터링 서버로 정보를 요청하고 수신된 정보를 파싱하여 모니터링이 이루어진다.

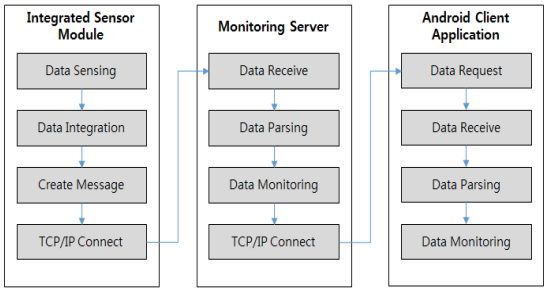

Fig. 5 The monitoring flow chart of liquefied vapor recovery device

3.2. 유증기 액화 회수 장치 모니터링 구현

액화기 동작 시 온도 및 기체 유량을 측정하기 위해 ATMEL사의 8비트 ATmega2560(16MHz)을 기반으로 온보드의 포토커플러(P620)를 활용하여 액화장치의 기타 벨브를 제어하였으며, 기체 유량은 유량센서(SWF-15A)를 활용하여 계측하였으며, 온도센스(PT-100)를 통하여 액화기의 온도를 측정하였으며, 모니터링 서버와의 통신을 위해 별도의 ATMEL사의 ATmega128 (16MHz)을 사용하여 Zigbee 기반의 브릿지 통신모듈을 구현하였다.

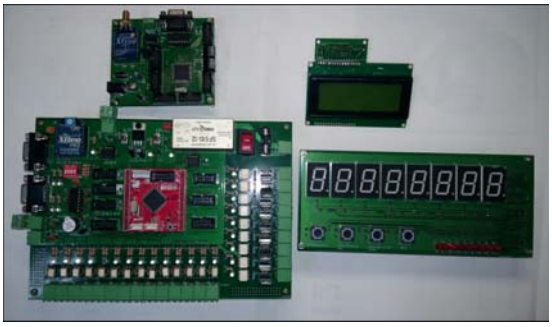

Fig. 6 The integrated MCU module based on ATmega 2560

그림 6은 본 논문에서 구현한 ATmega2560 기반의 통합 센서모듈과 7-seg 기반의 디스플레이 및 LCD 디스플레이 및 zigbee 브릿지 모듈을 제시하였다. 각 센서로 부터 측정된 값을 표 1의 통신 프로토콜에 따라 메시지를 생성하여 모니터링 서버로 전송한다.

모니터링 서버는 통합 센서 모듈로부터 전송받은 정보를 실시간으로 확인하고 관리하기 위해 C# 기반의 응용프로그램과 MySQL 5.5를 사용하여 구현하였다.

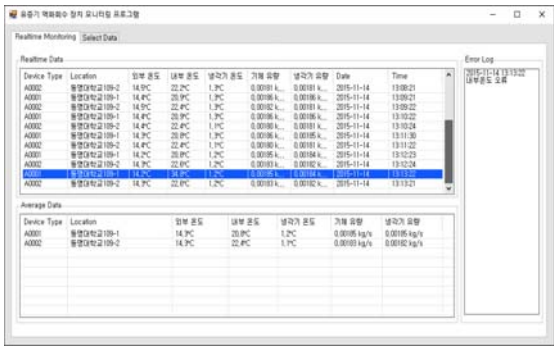

Fig. 7 The monitoring of liquefied vapor recovery device

그림 7은 유증기 액화기의 상태를 모니터링 하는 화면으로 통신 프로토콜에 따라 수신된 정보를 파싱하고 구분하여 현재 액화기의 동작 상태값과 축적된 측정값에 대한 평균값을 출력하고 데이터베이스에 저장한다. 또한, 센서의 측정값이 기준 범위에서 벗어나면 날짜, 시간, 오류 내역을 로그로 출력하고 생성된 로그를 Google Cloud Messaging Server를 통해 클라이언트 App으로 전송하도록 구현하였다.

Fig. 8 The status lookup of liquefied vapor recovery device

그림 8은 특정 유증기 액화기 상태를 조회하는 화면으로 액화회수 장치의 번호, 조회 주기, 날짜를 선택하여 조회하면 해당 정보를 통해 데이터베이스에 축적된 데이터를 조회하여 텍스트와 그래프로 출력하도록 구현하였다.

3.3. App 기반의 유증기 액화기 모니터링

본 논문에서는 원격지에서 주유소에 설치된 유증기 액화기를 모니터링하기 위해 모니터링 서버와 TCP/IP 통신을 통해 모니터링 기능을 제공하는 안드로이드 기반의 클라이언트 App을 구현하였다.

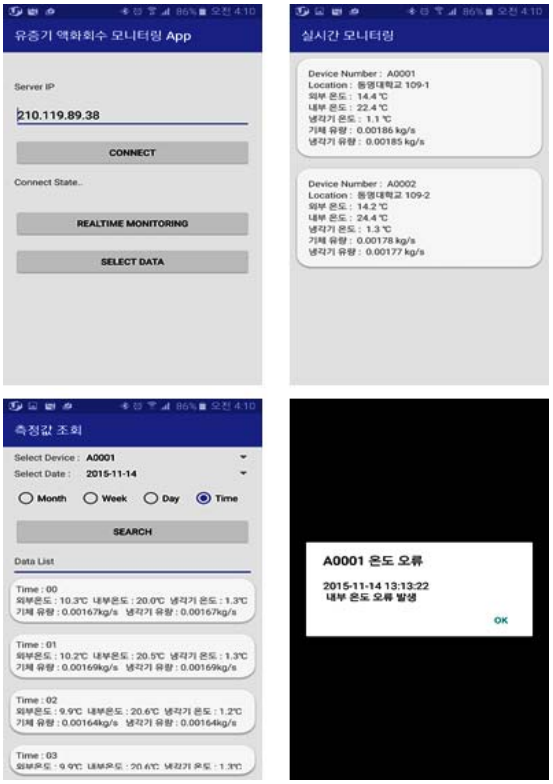

Fig. 9 The monitoring of liquefied vapor recovery device based on App

그림 9는 클라이언트 App을 통한 유증기 액화기 모니터링 화면을 제시하였다.

클라이언트 App이 실시간 모니터링이나 특정 정보에 대한 정보를 요청하면 모니터링 서버는 DB와 통합 센서 모듈로부터 전송받은 정보를 통신 프로토콜에 맞

추어 메시지를 생성하여 전송하도록 한다. 클라이언트 App에서는 수신된 메시지를 파싱하여 화면에 출력한다. 또한 Google Cloud Messaging Server로부터 오류 정보를 획득하면 알림음과 함께 다이얼로그를 출력하도록 구현하였다.

Ⅳ. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 Zigbee 통신을 활용하여 유증기 액화기 모니터링 및 관리시스템을 구현하였다. 액화기 관리를 위해 부착된 센서 모듈을 통해 측정된 온도 및 기체 유량을 ATmega2560 기반의 제어 및 계측기를 통하여 데이터를 확보하고, 확보된 데이터를 Zigbee 통신을 통하여 액화장치의 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 구현하였다. 또한 측정된 값들을 조회하는 모니터링 서버를 구현하였다. 뿐만 아니라 안드로이드 기반의 애플리케이션을 통해 원격지에서 액화회수 장치를 모니터링 하는 클라이언트 App을 구현하여 원격으로 액화기 상태를 관리하도록 구하여 다양한 테스트를 구현하였다.

본 논문에서 구현한 액화기 모니터링 시스템은 유증기 액화기의 상태를 주유소 종사자 또는 관리자가 직접 확인할 필요 없이 중앙 관리시스템의 데이터 서버를 통하여 실시간으로 액화기의 동장상태를 확인하고, 결함 발생 시 푸시 메시지를 통해 액화기 상태에 대한 정보를 제공함으로써 장치의 오염 상태를 파악할 수 있도록 설계하였다. 센서의 오류로 인한 온도의 이상 상태 및 오작동 등에 따른 폭발이나 화재의 위험성을 사전에 방지할 수 있으므로 지속적인 연구개발을 통하여 사업화를 진행하고 자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

"This work was supported by Gyeongnam National University of Science and Technology Grant 2014"

REFERENCES

[1] S. C. Jung and S. H. Lee, "Practical Usage of Low-Temperature Metal Catalyst for the Destruction of Volatile Organic Compounds (VOCs)", *Conference on Korean Society of Environment Engineers*, vol. 34, no. 6, pp. 397-405, 2012.

[2] G. H. Kim and D. W. Choi, "Remote VoCs System based on Wireless Communication", *Conference on Information and Communication Engineering*, vol. 18, no. 1, pp. 921-922, May 2014.

[3] G. H. Kim, D. W. Choi, S. T. Goon and C. J. Ho "The Monitoring system of Smart Device", *Conference on Information and Communication Engineering*, vol. 18, no. 1, pp. 915-916, May 2014.

[4] L. K. Hwang and J. W. Baek, "A Study on Implementation of ZigBee Module for the Home Networking", *Journal of the Korea society of computer and information*, vol. 13, no. 2, pp. 203-210, Mar. 2008.

[5] J. S. Park and G. H. Kim, "Remote Refrigeration Air-Conditioning Control System using Bluetooth", *Conference on Information and Communication Engineering*, vol. 17, no. 2, pp. 113-114, Oct. 2013.

박만규(Man-Kyu Park)

경남과학기술대학교 전자공학과 공학사
경남과학기술대학교 대학원 전자공학과 공학석사
경남과학기술대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료
STX엔파코(주) 팀장
STX건설(주) 상무
※관심분야 : 로봇틱스, 공장자동화,

탁한호(Han-Ho Tack)

부경대학교 전자공학과 공학사
동아대학교 전자공학과 공학석사
한국해양대학교 전자통신공학과 공학박사
신일전기〈주〉 전기기기설계담당
〈주〉흥창 부설연구소(연구원)
University of British Columbia(UBC), Vancouver, CANADA, 연구교수
경남과학기술대학교 융합기술공과대학 전자공학과 교수
※관심분야 : 멀티미디어시스템, 신경회로망, 퍼지시스템, 로봇틱스, 공장자동화, 트랜스포테이션, 기계진동 및 동역학

김관형(Gwan-Hyung Kim)

2000년 동명대학교 컴퓨터공학과 전임강사
2011년~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 조교수
※ 관심분야 : 인공지능, 임베디드시스템 설계, 제어공학