

자가격리장치에서의 본인 인증 방법에 관한 연구

A Study on the Self-Authentication Method in Home Quarantine Equipment

김준배* · 강문성
청주대학교 전자공학과

Joon-bae Kim* · Moon-sung Kang

Department of Electronics Engineering, Cheongju University, Cheongju-si Chungcheongbuk-do, 28497, Korea

[요 약]

2015년 5월 첫 중동호흡기증후군 사례가 발생하여 환자 186명, 사망자 38명이 발생하고 16,693명을 격리하였다. 정부에서는 MERS 감염의 확산을 차단하기 위하여 확진 또는 의심환자와 접촉한 사람에 대한 모니터링을 시행하였다. 관리 담당자는 자가 격리자에 대해 최대 잠복기인 14일 동안 1일 2회 감시를 실시하여 격리 준수 여부 등을 확인하였다. 그러나 격리대상자가 폭발적으로 증가하면서 관리 인력의 한계로 거주지 이탈자 발생 등의 문제가 발생하였다. 또한 관리자들은 하루에 두세번 전화로만 상태를 체크하다 보니 자가 격리 생활 수칙은 유명무실해졌으며 격리자들이 무단으로 외출할 경우 이를 통제하기란 사실상 불가능하다고 인정했다. 이에 본 논문에서는 자가격리장치 및 본인 인증 방법을 제안하고 검증하였다. 검증결과 본 논문에서 제안한 방법은 추후 자가격리장치 및 본인인증방법으로 사용되는데 전혀 문제가 없을 것으로 판단된다.

[Abstract]

In May 2015, the first case of Middle East Respiratory Syndrome occurred, leaving 186 patients, 38 deaths, and 16,693 quarantine patients. The government has carried out a monitoring of people in contact with the confirmed or suspected patients to prevent the spread of MERS infection. The management staff conducted monitoring of the quarantine subject twice a day during the 14-day period, to check compliance with isolation. However, as the number of people subject to isolation was increased explosively, such issues as the occurrence of residents occurred due to limitations of management personnel. Managers have also admitted that their home quarantine rules have become nominal when they checked the status of quarantine subject by using a call only two or three times a day, and that it is virtually impossible to control when the departees leave without permission. In this paper, home quarantine equipments and their means of authentication are proposed and verified. As a result of the verification, the proposed methods in this paper are expected to be used later as their own authentication method for home quarantine equipments.

Key word : Home quarantine equipment, Self authentication, MERS, Electronic monitoring, Fingerprints and heartbeat.

<https://doi.org/10.12673/jant.2018.22.2.173>



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.

Received 15 March 2018; Revised 26 March 2018

Accepted (Publication) 16 April 2018 (30 April 2018)

*Corresponding Author; Joon-bae Kim

Tel: +82-10-5447-1177

E-mail: proakiss@hanmail.net

I. 서론

2015년 5월 20일 첫 중동호흡기증후군 (MERS; middle east respiratory syndrome) 사례가 발생하여 같은 해 12월 23일 유행 종료를 선언한 날까지 환자 186명, 사망자 38명이 발생하고 16,693명을 격리하였다. 발생 초기에 정부는 MERS에 대한 정보와 전문 인력 부족, 정보공개 지연 등으로 초동대처를 제대로 하지 못하였다. 첫 번째 확진환자의 가족과 의료진 등 3명이 처음 자가 격리 대상자가 되었고 5월 27일 100명을 넘어섰다. 신규 확진환자가 증가함에 따라 관리대상 접촉자 수도 급격하게 증가하여 6월 17일에 최고점인 6,729명을 기록하였다. 이후 신규 환자 발생이 줄어들면서 관리대상 접촉자 수도 감소하였고 마지막으로 환자가 추가된 7월 4일 이후 1,000명 아래로 떨어졌으며 7월 27일 0명이 되었다[1].

MERS 첫 번째 확진환자 발생 이후 MERS 감염의 확산을 차단하기 위해 잠재적 감염원인 확진 또는 의심환자와 접촉한 자에 대한 모니터링을 시행하였다. 접촉자 모니터링 체계는 기본적으로 시·군·구와 관할 내 보건소를 관리 주체로 하고 접촉자 별로 담당자를 지정하여 일대일 모니터링함을 원칙으로 하였다[1].

접촉자 유형이 정해지면 보건소 일대일 밀착관리 담당자는 자가 격리자에 대해 최대 잠복기인 14일 동안 1일 2회 능동감시를 실시하여 발열·호흡기 질환 및 격리 준수 여부 등을 확인하고 특이사항이 발생할 경우 즉시 방문하여 상황을 관리하였다. MERS 유행이 확산되면서 격리대상자가 폭발적으로 증가하였다. 시도에서는 보건소 직원만으로 격리자 관리를 감당하기 어려워, 시·군청 행정 인력을 24시간 격리자 전담 인력으로 투입하였으며 국민안전처는 행정직원 이외에 경찰도 지원하도록 하였다. 지역에서 제한된 자원을 가지고 1만 6천여 명 규모의 격리대상자를 관리한다는 것은 불가능한 도전과 같은 업무였다[1]. 그러다 보니 자가격리에 따른 여러 가지 문제점이 발생하기 시작하였다. 격리대상자들이 임의로 장소를 이탈, 골프를 치거나 낚시를 하거나 대학에서 강의를 하고 버스·지하철 등 대중교통을 이용하는 등의 사례가 계속해서 발생했다. 또한 보건소 직원 한 사람이 여러 명을 관리하다 보니 정확한 관리가 어려운 것이 현실이었다. 하루에 2, 3번 전화로만 상태를 체크하는데 온전히 대상자 스스로의 판단에만 의존할 수 밖에 없었다. 그러다 보니 ‘자가격리 생활수칙 안내문’ 내용은 유명무실해졌다. 보건소 관리자 또한 자가 격리자 관리뿐만 아니라 민원 상담, 검체 채취 등 MERS 관련 업무의 폭증으로 어려움을 호소하였다. 또한 격리자들이 몰래 외출할 경우 이를 통제하기란 사실상 불가능하다고 인정했다. 이렇게 격리자의 양심과 자발적 신고에 기댄 관리시스템으로는 한계가 존재했다[2],[3].

이에 본 논문에서는 대상자는 본인의 상태를 상시 알 수 있으며, 관리자는 원격으로 대상자의 격리 상태뿐만 아니라 실시간으로 대상자의 체온이나 심박, 산소포화도 등을 확인할 수 있는 자가격리장치 및 인증방법을 제시하고 검증하고자 한다. 자

가격리장치는 재택장치와 손목부착장치로 이루어지며 재택장치는 서버에 연결되고, 손목부착장치는 재택장치와 무선으로 통신하며 체온, 심박, 산소포화도 등의 정보를 주기적으로 재택장치에 전송한다. 또한 37.5°C 이상의 고열 발생 등 이상 상태 발생시 진동알림 및 재택 장치를 통해 서버에 정보를 전송하는 역할을 한다. 인증은 손목장치 부착자가 격리 대상자가 맞는지 확인하는 것이다.

II. 자가격리장치 및 인증방법 제안

2-1 본인 인증 방법

자가격리장치에서 중요한 것은 손목부착장치를 착용한 사람이 대상자인지 판별하는 것이 매우 중요하다. 이에 본 논문에서 제안하고자 하는 본인 인증 방법은 지문인식센서 및 심박측정장치를 이용하여 격리 대상자임을 인식하는 방법이다.

지문인식센서를 이용하는 방법은 먼저 지문을 저장 등록한 후 인식하고자 하는 지문과 등록되어 있는 지문을 비교하여 동일 여부를 판별한 후 결과를 알려주는 것이다.

심박측정장치는 사람마다 심장박동 시각과 주기가 다른 점을 이용하는 것이다. 그림 1과 그림 2의 심박파형에서 보는 바와 같이 같은 사람의 경우와 다른 사람의 경우 재택장치와 손목부착장치에서 심장박동 시각과 주기가 다른 점을 알 수 있다.

손목부착장치에서 심박정보를 읽어서 통신 모듈을 통해 재택장치로 전송한다. 재택장치에서도 심박 정보를 읽은 후 손목부착장치로부터 수신된 심박정보와 비교한다. 이 때 동일한 여부의 판별은 심박정보가 수신된 시각과 심박주기를 같이 비교

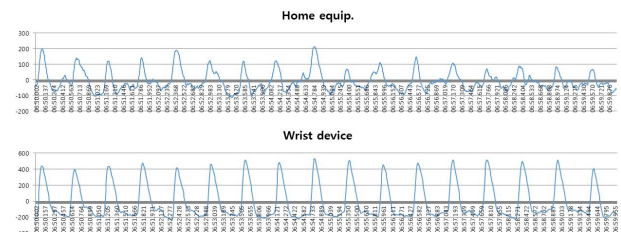


그림 1. 같은 사람의 재택장치와 손목부착장치에서의 심박 파형
Fig. 1. Heart rate waveforms of the same person's home equipment and wrist attachments device.

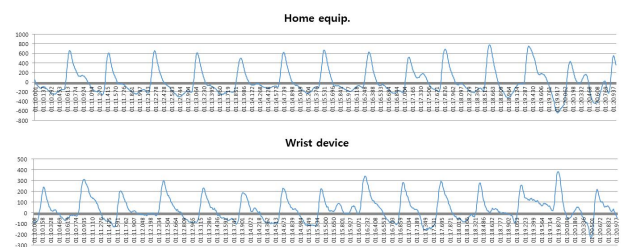


그림 2. 다른 사람의 재택장치와 손목부착장치에서의 심박 파형
Fig. 2. Heart rate waveforms of the different person's home equipment and wrist attachments device.

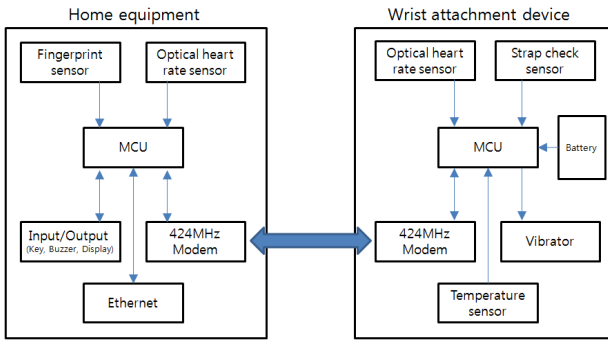


그림 3. 자기격리장치의 블럭도
Fig. 3. Block diagram of the home quarantine equipment.

하여 판별한다. 손목부착장치에서 보낸 정보가 재택장치에 도착할 때까지 모든 처리는 시간지연을 최소화하기 위하여 인터럽트 처리를 하며 전송지연시간은 100 ms 이내이다. 또한 이 전송지연 시간 및 측정지연 시간은 알려진 정보이므로 동일한 판별시 충분히 보정하여 계산할 수 있다.

지문인식센서에서의 판단과 심박측정장치를 이용한 판단이 둘 다 동일인이라고 판단 되었을 때 비로소 본인인증이 완료되는 방식이다.

2-2 하드웨어 구성

자기격리장치 하드웨어의 주요 구성은 그림 3과 같다. 재택장치는 지문등록 및 인식, 판별을 할 수 있는 지문인식 센서 모듈과 심박을 측정할 수 있는 심박측정장치, 상태를 알려주는 디스플레이 및 부저, 인증시작버튼, 손목부착장치와 통신하는 통신모듈, 서버와 통신할 수 있는 ethernet 모듈, 이 모든 기능을 제어하고 판별하는 MCU (micro control unit)로 구성된



그림 4. 재택장치 및 손목부착장치
Fig. 4. The home equipment and wrist attachments device.

다. 지문인식센서와 심박측정장치는 근접 배치시켜 한 손가락으로 지문인식과 심박측정을 동시에 할 수 있도록 하였다.

손목부착장치는 심박을 측정할 수 있는 심박측정장치, 체온을 측정하는 온도측정센서, 정상체결 여부를 알 수 있는 strap 인식 장치, 특정 이벤트시 알림을 알려주는 진동장치, 전원공급을 위한 배터리, 재택장치와 통신을 하는 통신 모듈, 이 모든 기능을 제어하는 MCU로 구성된다. 장치간 통신은 건물의 층간 통신이나 바로 앞의 장애물을 뛰어 넘어 건너편까지 통신이 되는 장점이 있는 ISM(industry-science-medical) 대역의 424MHz 모듈을 사용하였다. 심박측정장치는 AMS社의 AS7000을 사용하였고, 지문인식모듈은 Waveshare Electronics社의 UART fingerprint reader를 사용하였다[4],[5]. 그림 4는 실제 설계한 재택장치와 손목부착장치이다.

III. Firmware 설계

3-1 동작 순서

동작 순서는 그림 5와 같다. 손목부착장치를 손목에 착용하고 클립을 채운 후 재택장치의 인증 시작을 누른다. 이 때 지문 인식 손가락과 손목부착장치 착용은 같은 팔이어야 한다. 지문 인식 및 맥박 인식을 통하여 정상 인증 여부를 판단한다. 지문은 사전 등록을 통하여 지문인식모듈에 저장되어 있다.

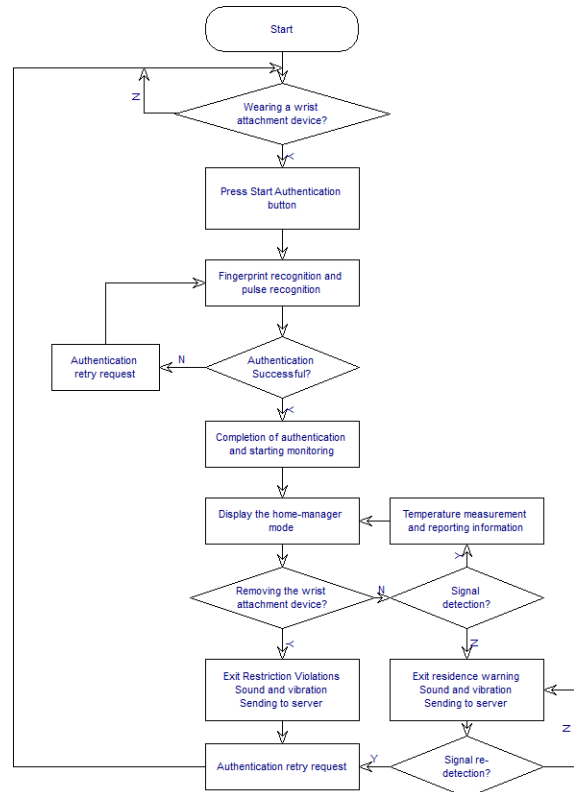


그림 5. 동작 순서
Fig. 5. Operation flow.

인증이 실패하였을 경우 경고음과 함께 인증 재요청을 하고 정상 인증인 경우 인증 완료 및 재택 감독 시작을 알린다. 재택 감독이 시작되면 재택감독 중 표시를 하고 재택감독 모드로 동작한다. 재택감독 중 손목부착장치가 탈착이 될 경우 재택장치에서는 외출제한위반 표시 및 경고음을 울리고 손목부착장치에서는 진동으로 제한사항위반임을 알린다.

손목부착장치 착용 상태에서 무단으로 외출할 경우 424 MHz 모듈의 RSSI (received signal strength indication)를 통하여 거리를 유추할 수 있는데 신호가 안 잡히거나 RSSI값이 일정 수준 이하로 떨어질 경우 재택장치에서는 거주지 이탈위반 경고 표시를 하고 경고음을 울린다. 손목부착장치에서는 제한위반 사항임을 진동으로 알린다.

온도측정 센서에서는 주기적으로 체온을 측정하여 고열이 발생하는지 확인한다.

손목부착장치가 탈착되었다가 부착될 경우나 외출제한 위반, 거주지 이탈 위반 등 이벤트가 발생했을 경우 처음부터 인증과정을 다시 거쳐야 한다. 체온이 37.5 °C 이상 고열이 발생하거나 위반 사항이 발생했을 경우 또는 스트랩 절단, 케이스 오픈, 재택장치 이동 등 비정상적인 이벤트 발생시 즉시 서버로 통보하여 필요한 조치를 취할 수 있도록 한다.

3-2 Firmware 구성

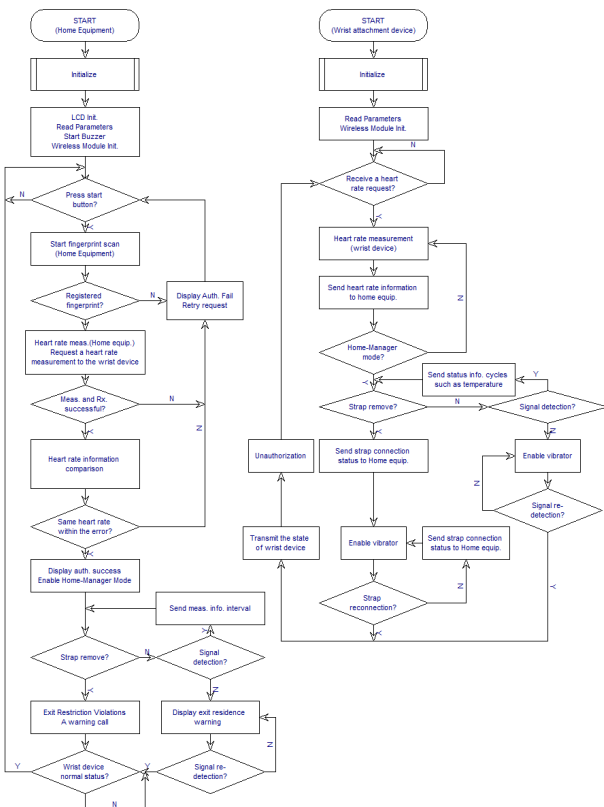


그림 6. 순서도
Fig. 6. Flow chart.

재택장치 및 손목부착장치의 firmware 순서도는 그림 6과 같다. 인증이 시작되면 지문인식센서에 등록되어 있는 지문인지 확인하고 등록된 지문이면 손목부착장치에 심박측정을 요청한다. 동시에 재택장치에서도 심박을 측정하는데 심박이 측정된 순간의 시각을 기억하고 있다가 손목부착장치로부터 심박 정보가 수신되면 두 정보를 비교 분석한다. 이 때 정보는 1회만 측정하는 것이 아니라 10회 이상 측정하여 비교 판단한다. 심박 시각 및 수신 시각은 전송지연오차를 고려하여 비교 판단하고 심박 주기는 측정오차를 고려하여 비교 판단한다. 실제 측정 결과 오차는 수십 ms 이내이다.

인증이 성공하면 자가격리모드로 동작하게 되는데 재택장치에서 주기적으로 손목부착장치에 상태정보를 요청하고 손목부착장치에서는 상태 정보를 전송하여 응답한다.

상태 정보에는 체온, strap 체결 상태, RSSI, 배터리 잔량, 케이스 상태 등의 정보가 포함되어 있다. 고열발생, strap 탈착 정보 등 이상 상태 정보는 주기적 상태 정보 보고와 상관없이 발생 즉시 재택장치에 통보하도록 하였다.

IV. 동작 확인

그림 5와 같은 방법으로 동작 확인을 진행하였다. 지문 인식이 성공하였을 경우 심박측정을 하였는데 재택장치에서 심박 정보가 정상적으로 측정되고 손목부착장치로부터 심박측정정보를 정상적으로 수신하였을 경우 심박 정보 시간차는 100 ms 이내였으며, 재택장치에 인식된 대상자와 손목부착장치를 착용한 대상자의 일치 여부를 정확히 판별할 수 있었다.

또한 고열발생 및 strap 탈착 여부, 신호 미수신에 대한 동작도 정상적으로 잘 동작하였으며 주기적 정보 요청 및 응답도 정상적으로 잘 동작하였다. 그림 7에 동작 결과 화면의 예를 나타내었다.

실제 약 10초간 측정 보정한 데이터를 표 1과 표 2에 나타내었다. 표 1은 같은 사람일 경우를 나타내는데 재택장치와 손목부착장치에서의 심박 측정 시간차는 100 ms 이내였으며 주기도 동일하였다.



그림 7. 동작 결과 화면 표시 예
Fig. 7. An example of result display.

표 1. 같은 사람의 경우 재택장치와 손목장치에서의 측정 시각 및 주기

Table. 1. Time and heart rate of measurement on home equipment and wrist devices of the same person.

Peak No.	Home equip.(a)	Wrist device(b)	(b)-(a)
1	0.096	0.102	0.006
2	0.676	0.664	-0.012
3	1.225	1.235	0.010
4	1.816	1.812	-0.004
5	2.393	2.407	0.014
6	2.989	2.994	0.005
7	3.575	3.580	0.005
8	4.172	4.171	-0.001
9	4.794	4.783	-0.011
10	5.380	5.380	0.000
11	5.942	5.961	0.019
12	6.553	6.567	0.014
13	7.174	7.169	-0.005
14	7.745	7.755	0.010
15	8.367	8.371	0.004
16	8.953	8.973	0.020
17	9.585	9.594	0.009

표 2. 다른 사람의 경우 재택장치와 손목장치에서의 측정 시각 및 주기

Table. 2. Time and heart rate of measurement on home equipment and wrist devices of the different person.

Peak No.	Home equip.(c)	Wrist device(d)	(d)-(c)
1	0.669	0.198	-0.471
2	1.455	0.940	-0.515
3	2.268	1.662	-0.606
4	3.099	2.433	-0.666
5	3.939	3.185	-0.754
6	4.739	3.916	-0.823
7	5.536	4.673	-0.863
8	6.339	5.425	-0.914
9	7.107	6.202	-0.905
10	7.841	6.934	-0.907
11	8.603	7.690	-0.913
12	9.364	8.422	-0.942
13	10.157	9.153	-1.004
14	10.949	9.870	-1.079
15		10.627	

표 2는 다른 사람일 경우를 나타내는 데 재택장치와 손목장치에서의 심박 측정 시간은 100ms이상 차이가 났으며 주기도 동일하지 않았다.

위 표 1과 표 2에서 보듯이 같은 사람의 경우와 다른 사람의 경우 재택장치와 손목장치에서 다른 형태의 데이터가 나타난 것을 확인할 수 있다. 이로써 재택장치에 인식된 대상자와 손목부착장치를 착용한 대상자의 일치 여부를 정확

히 판별할 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 자가격리장치 및 본인 인증 방법을 제안하고 이를 검증할 수 있는 재택장치 및 손목부착장치를 제작하여 제안한 방법을 검증하였다.

검증 결과 지문인식을 통하여 1차적으로 대상자를 판별하고 2차적으로 심박 정보, 즉 사람마다 심장박동 시간과 심장 박동 주기가 다른 점을 이용하여 대상자 일치 여부를 판별하는 방법을 제안하였다. 지문, 심장박동 시간, 심장박동 주기가 모두 일치하였을 때 동일인으로 판별하므로 동일인이 아닌데 동일인으로 판별할 경우는 희박하다고 할 수 있다. 실제 검증 과정 중 동일인이 아닌데 동일인으로 잘못 판별한 경우는 전혀 없었다.

또한 자동으로 대상자의 상태를 체크하고 보고함으로 인하여 대상자는 별도로 신경 쓸 것 없이 자택 생활을 할 수 있고 관리자도 원격으로 대상자의 격리상태 및 건강 상태를 알 수 있으므로 모두에게 편리한 시스템이라고 할 수 있다.

이에 본 논문에서 제안한 방법은 추후 자가격리장치 및 자가격리장치에서 본인 인증 방법으로 사용되는데 전혀 무리가 없을 것으로 판단된다.

References

- [1] Ministry of Health and Welfare, A white paper on the 2015 MERS; Outbreak in the Republic of Korea : Learning from MERS, Ministry of Health and Welfare, July 2016.
- [2] J. S. Chae, H. S. Son, "Self-incorporation management is off.", Korea Times, Jun. 18th 2015, [Internet]. Available : <http://www.hankookilbo.com/v/2d3623fe06a747a1b0c80f270c5ff831>
- [3] H. I. Kim, "Is the one-to-one dedicated system on MERS well implemented in Seoul? 144 people who have left the house without permission", chosun.com, Jun. 17th 2015[Internet]. Available: http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2015/06/17/2015061703323.html
- [4] AMS AG, AS7000 Biosensor data sheet : Optical module with LEDs, integrated IC, analog frontend and Cortex-M0 processor, AMS AG, v1-04, Jun. 2015.
- [5] Waveshare Electronics, UART fingerprint reader [Internet]. Available: https://www.waveshare.com/wiki/UART_Fingerprint_Reader



김 준 배 (Joon-Bae Kim)

2008년 8월 : 청주대학교 일반대학원 전자공학과 박사수료
2014년 7월 ~ 현재 : (주)다이아몬드 책임연구원
※관심분야 : 통신기술, 응용 및 융합기술



강 문 성 (Moon-Sung Kang)

1991년 3월 : 일본 교토대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
1979년 ~ 1991년 : 한국전력공사 선임연구원
1991년 9월 ~ 현재 : 청주대학교 전자공학과 교수
※관심분야 : 계측제어, 자동제어, 응용 및 융합기술