

논문 2017-54-7-7

컴퓨터의 보안향상을 위한 상호정전용량 터치스크린패널의 차동펄스를 이용한 지문인식을 위한 송신법

(The Transmit Method for Fingerprint sensing using
Differential Pulse in Mutual Capacitance Touch Screen Panel
for improving security of computer information)

김성문*, 최은호*, 고낙영* 변영재**

(Seong Mun Kim, Eun Ho Choi, Nak Young Ko, and Franklin Bien[©])

요약

본 논문은 컴퓨터의 보안향상을 위한 차동펄스를 이용하여 상호정전용량 터치스크린 패널의 지문인식 송신법을 제안한다. 차동펄스생성기와 Ring-Counter로 구성되어 있으며, 공급전압은 5V이다. 제안된 시스템의 출력파형은 In-Phase 와 Out of Phase의 구성되었으며, 2ms의 동안에 1MHz가 포함된 펄스를 출력한다. 4개의 채널을 구동할 수 있는 구조로 설계되었으며 전체 전력소모량은 약 78.08nW 이다. 본 시스템은 TSMC 0.25um CMOS 공정으로 설계 되었고, Chip Area는 870um × 880um 이다.

Abstract

This paper is proposed on the transmit Method Finger-Printer Scanning of Mutual Capacitance Touch Screen Panel Using Differential Pulse for improving the security of computer information. This system is composed of differential pulse generator and Ring-Counter, also Supply voltage is 5V. this system generates the Pulse wave which is composed of In-Phase and Out of Phase at 1MHz while period of 2m/s. it is designed and be able to operate four channels. overall power consumption is approximately 78.08nW. This prototype is implemented in 0.25um CMOS Process and Chip area is 870um × 880um.

Keywords : Time-Division Multi Access(TDMA), Touch Screen Panel(TSP), Ring-Counter

I. 서론

Information Technology(IT) 시대에 살고 있는 우리들은 비약적인 기술의 발전 덕분에 삶을 살아가는 데

* 학생회원, ** 정회원, 울산과학기술원 전기전자공학부 (School of Electrical and Computer Engineering, Ulsan National Institute of Science and Technology)

[©] Corresponding Author (E-mail : bien@unist.ac.kr)

※ 본 논문은 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT연구센터 육성지원사업(IITP-2017-2012-0-00641) 및 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구(선도연구센터)사업 (NRF-2017R1A5A1015596)의 연구결과로 수행되었음.

Received : May 29, 2017

Revised : June 26, 2017

Accepted : July 3, 2017

있어서 많은 필요로움과 편리함을 받고 있다. 특히 사물과 인터넷을 융합시킨 Internet of thing(IoT)가 IT산업에서 새로운 패러다임을 만들고 있고 광범을 받고 있다. 사물에 센서를 부착하여 센서로부터 얻어진 데이터를 실시간으로 처리하여 인터넷 또는 스마트폰 즉, 단말기를 통하여 데이터를 주고받는다. 이런 방식을 통하여 스마트 홈 같은 서비스를 제공해 줘서 사람이 일일이 가스나 전등, 온도 등을 직접 체크 하지 않고도 부착된 센서를 통해서 정보를 확인하여 위급한 상황이 닥쳤을 때도 쉽게 대처가 가능하다.

이렇듯이 IoT 뿐만 아니라 데이터를 수집하기 위해 센서가 절대적으로 필요하다. 보안측면에서도 센서의

힘은 엄청나게 발휘를 한다. 예를 들어서 홍채인식은 눈동자의 정보를 수집하여 보안에 많이 쓰이고, 지문인식 같은 경우에도 지문의 융과 골의 모양, 크기 등을 센싱하여 사람의 지문인식정보를 수집한다. 우리는 모바일뿐만 아니라 컴퓨터를 비롯한 인터넷이 가능한 다양한 전자기기에 이용자의 중요한 정보가 많이 포함되어 있기 때문에 보안에 대한 문제들이 많이 일어난다. 그렇기에 일반 비밀번호방식을 사용할 때 사람의 일정한 패턴이나 프로그램을 해킹한다면 암호화되어 있는 정보는 쉽게 노출될 수 있다. 하지만 생체의 정보를 암호화시킬 경우엔 다른 사람이 임의적으로 바꿀 수도 없고 그 정보들을 해킹할 수도 없다. 결국에는 보안상으로 가장 안전한 것은 생체의 정보를 사용하는 것이다. 현재로서 지문인식은 보통 특정 영역에서만 지문인식이 가능하다. 예를 들어서 I-Phone처럼 홈 버튼을 통하여서 사람의 지문 정보를 얻어내지만 미래에는 특정 영역이 아니라 스크린이 장착되어 있는 모든 곳에서는 지문인식이 가능할 것이다.

지문인식을 위한 많은 방식 중에서 Touch Screen Panel(TSP)에 내장되어 있는 정전용량의 변화량을 감지하는 방식이 많이 이용되고 있다. 특히 상호정전용량 지문인식 센싱은 송신부에서 커패시터가 내장되어 있는 TSP에 구동신호를 보내주고 수신부에선 지문의 골과 융의 거리 차이를 통해 커패시터 유전율의 변화량을 감지하고, 손가락을 터치할 경우와 안했을 경우를 알기 위해선 정확하게 구별하기 위해선 외부에서 유입되는 힘 노이즈와 램프노이즈, 내부에서 발생하는 노이즈를 구별해야 된다^[1~2].

현재 터치스크린의 두께와 투명성에 따라 내장되어 있는 커패시터의 용량이 달라진다. 두께가 얇으면 얇을수록 커패시터의 용량이 작아지기 때문에 수집한 신호 크기가 노이즈 크기보다 작으면 구별하기가 힘들어진다. 그렇기에 Signal to Noise Ratio(SNR)를 높여야 정확한 지문정보를 얻을 수 있다. 결국 TSP의 두께가 두꺼워지면 내구성은 높아지겠지만, 인식측면에서는 확실하게 인식하기가 힘들다. 반대로 인식률을 높이기 위해서 두께를 줄이면 내구성이 약해진다. 두께의 한계도 있기 때문에 수신부측 뿐만 아니라 송신부에서 높은 질의 구동신호를 보내는 게 중요하다. 본 논문에서는 기존 상호정전용량 TSP를 구동하기 위해서 송신부에서 쓰이는 송신회로의 방식들과 이슈들을 극복하기 위해서 차동펄스방식을 이용한 송신회로를 제안한다.

II. 본 론

1. 기존 송신방법

대체적으로 기존 송신부에서는 TSP에 내장되어 있는 커패시터를 구동하기 위해서 사용되는 첫 번째 방법으로는 구동신호를 그림 1과 같이 Code-Division Multi-Access (CDMA) 방식을 사용한다.

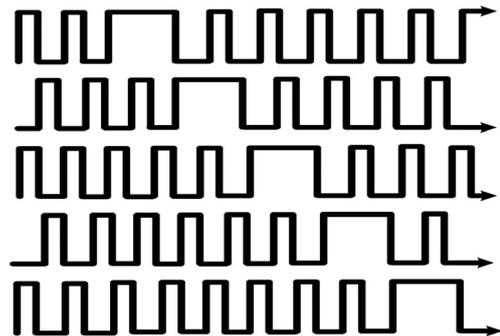


그림 1. CDMA 펄스방식을 기반으로 한 구동신호
Fig. 1. Operating Signal based on pulse way of CDMA.

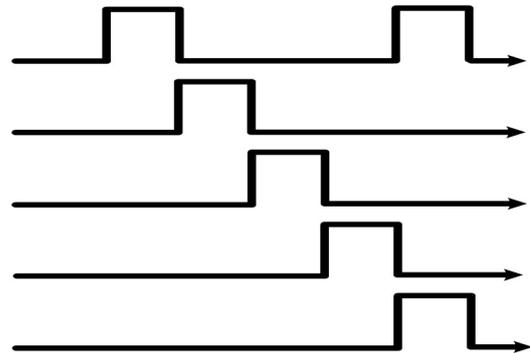


그림 2. 펄스신호의 TDMA 방식
Fig. 2. TDMA way of Pulse signal.

다른 방법은 그림 2와 같이 Time-Division-Multi-Access(TDMA)방식으로 구동신호를 보내서 사용한다^[3].

기존에 적용된 CDMA나 TDMA 방식을 기반으로 한 Tx 신호를 생성하려면 외부에서 Micro-Controller Unit(MCU)에서 생성되기 때문에 출력과형크기가 보통 $5V_{pp}$ 로 제한이 되어 있다. 그렇기 때문에 만약 TSP의 내구성을 강화하기 위해서 두꺼운 두께의 TSP를 사용할 경우, 내장되어 있는 커패시터의 값이 작아서 융과 골의 차이를 정확히 감지하기 어렵다. 또한 외부에서 유입되는 Lamp Noise 나 Hum Noise, Display Noise 내부의 트랜지스터에서 발생하는 Thermal Noise에 의해서 분별하기가 힘들며 SNR 또한 급격히 낮아진다^[4].

2. 제안한 TDMA 기반 차동펄스를 이용한 지문인식 송신법

기존 송신방법과는 다르게 제안한 TDMA 기법을 기반으로 한 차동펄스 송신법은 아래의 그림 3 에서 볼 수 있다^[5]. 그림 3 과 같이 TDMA방식을 생성해 주는 D-Flip flop (D/FF) 으로 구성된 Ring-Counter와 송신부는 In-Phase와 Out of phase를 합성시켜 출력으로 내보내줄 Switch와 Inverter로 구성된 차동펄스와 생성기로 구성되어 있다.

D/FF는 여러개의 3-input NAND 들로만 이루어져 있다. D/FF을 기반으로 구성된 Ring-Counter는 Clock 에 의해서 각 D/FF이 한 주기 만큼만 출력을 만들고 그 출력이 다음 D/FF의 입력으로 들어가고 그 이후에는 동작을 하지 않는다. 따라서 그림 2 의 출력파형처럼 계단처럼 출력을 나타낸다. 지문인식으로 적합한 1kHz (1ms)로 Ring-Counter가 구동된다.

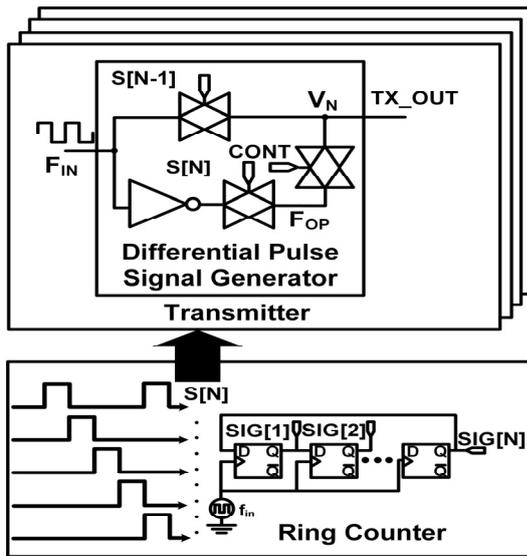


그림 3. 제안된 TDMA을 기반으로 한 차동펄스신호의 송신부 블록도
Fig. 3. Proposed transmit's block diagram of differential pulse based on TDMA.

그림 3에서 F_{IN} 은 1MHz의 펄스파로 인가된다. 두 경로를 통해서 한쪽은 F_{IN} 의 신호는 In-Phase 상태로 있고, 동시에 다른 경로를 지나가는 F_{IN} 는 Inverter를 통해 F_{OP} , out of Phase 상태로 변한다. CONT 스위치가 High '1' 일 때, S[N-1] 스위치와 S[N] 스위치는 각각 한 주기 동안, 즉 1ms 동안 1MHz의 펄스와 신호를 보내주고 동작을 멈춘다. 결국 V_N 지점에서 S[N-1] 스위치가 켜져 있는 1ms 동안의 F_{IN} 신호와 S[N] 스위

치가 켜져 있는 1ms 동안의 F_{OP} 신호가 V_N 지점에서 합쳐져서 그림 4의 출력 파형처럼 나타난다. F_{IN} 의 주기와 F_{OP} 의 주기가 합쳐진 2ms 동안에 신호를 출력한다. 인접한 채널의 출력이 서로 다른 Phase를 갖는다. Ring-Counter의 구조상, 첫 번째 D/FF의 입력과 마지막의 D/FF 출력이 연결 되 있어서 그림 4의 첫 번째와 마지막 파형과 같이 같은 파형이 출력이 된다. 결국에는 D/FF의 개수에 따라 구동할 수 있는 채널이 결정되고 한 사이클이 돌면 다시 순차적으로 동작을 한다.

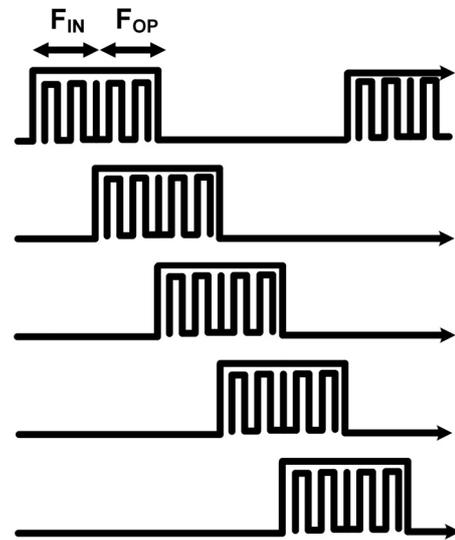


그림 4. TDMA기법을 기반으로 한 제안된 차동펄스신호
Fig. 4. Proposed differential pulse based on the way of TDMA.

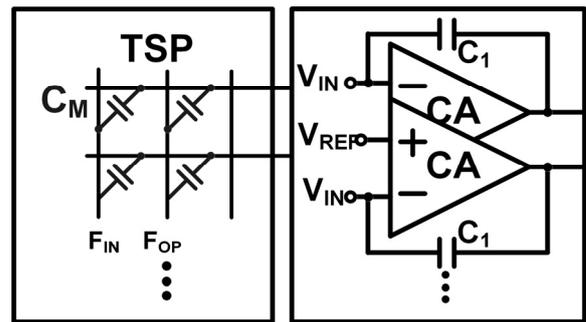


그림 5. TSP와 Rx 블록도
Fig. 5. TSP connected with Block of Rx.

그림 5와 같이 TSP와 연결된 수신단은 보통 Fully Amplifier 로 구성되어 있어서 각각의 서로 다른 Phase 를 갖고 있는 Tx 신호와 같은 신호 크기를 갖는 Noise 가 함께 TSP의 커패시터를 통과하여 Rx의 Amplifier에 입력된다. 결국에는 서로 다른 F_{IN} 과 F_{OP} 는 C_M 과 C_1 의 비율에 의해 증폭되어 출력에 나타나게 되고, 같은

phase를 갖는 노이즈는 Common-Mode Rejection Ratio(CMRR)의 크기에 의해서 제거 된다.

III. 시뮬레이션 환경 및 결과

제안하는 차동펄스 지문인식을 위한 송신법은 TSMC 0.25um CMOS process로 설계 되었으며, Cadence Tool 을 이용하여 설계 하였다. 그림 6은 Chip layout을 나타 내며, 4 채널로 이루어져 있다. 본 시스템의 chip area 는 870um×880um 이다.

본 시스템의 Ring-Counter 와 차동펄스 생성단은 5V의 공급전압으로 동작이 되고, 각각의 채널은 In-phase 와 out of phase를 포함한 2ms의 출력신호를 내보내서 TSP를 구동시킨다. D/FF으로 구성된 Ring-Counter는 외부에서 인가되는 Clear, Reset 그리고 Set의 컨트롤 신호들에 의해서 TDMA 방식대로 신호가 출력된다.

제안하는 TDMA 방식을 기반으로 차동펄스의 출력 파형은 그림 7의 (a) 와 (b) 와 같이 시뮬레이션 결과로 나타내었다. Ring-Counter 구조와 in-phase와 out of phase를 생성하기 위한 차동펄스 생성기를 통해서 구현 하였다. SNR 측면에서 봤을 때 Noise 성분을 효과적으로 제거할 수 있다. 결국 SNR을 높이는 결과를 만들었다. 수신부 측면에서 봤을 때, 인접하는 채널에 차동펄스 구동신호를 통해서 외부 및 내부에서 생기는 같은 크기를 갖는 노이즈는 제거 시키고, 서로 다른 Phase의 크기를 통해서 TSP안에 C_M 을 지나온 신호는 C_1 과 C_M 의 비율에 의해서 증폭될 것이다. 또한 지문인식에 적합한 센싱 속도에 맞게 Ring-Counter를 설계하였고, 2ms 동안 분해능을 높이기 위해서 Clock에 약 1000배 인 1us의 주기를 가진 펄스를 통하여 센싱 할 때의 정확성을 높였다.

실제 설계 후 측정시에는 펄스파를 이용하여서 TSP 를 구동시킬 경우에 펄스파를 생성할 때 생기는 Harmonic 성분들도 무시하지 못할 것이며, 이 펄스파를 LC 필터 를 통해서 사인파형을 만들려고 하면 L과 C의 외부 소 자들의 크기 또한 무시할 수 없으며, 제한한 시스템은 4 개의 채널 결과 파형이지만 보통 다중의 채널을 구동하기 때문에 인접한 채널간의 L의 영향 또한 간과 할 수 없을 것이다. 그렇기에 우리는 사인파가 선형성이 높음 에도 불구하고 펄스 출력으로 시스템을 구성하였다.

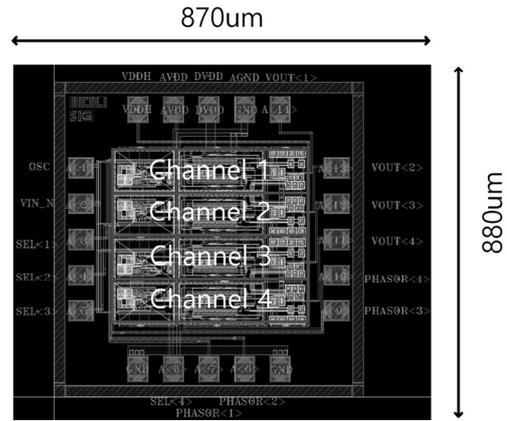


그림 6. 제안된 시스템 Chip Layout
Fig. 6. Chip Layout of Proposed system.

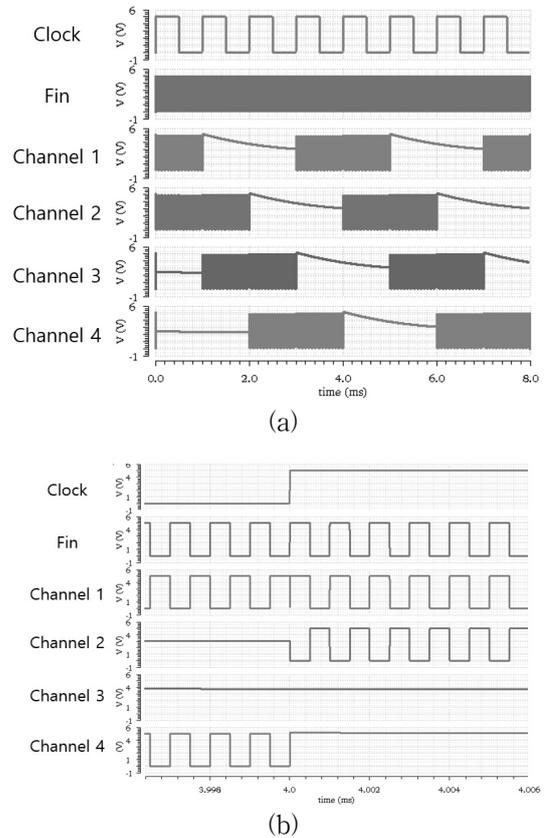


그림 7. Ring-Counter를 이용한 4채널의 TDMA 방식의 차동펄스 출력:
(a) 2ms 간 각 채널의 in-phase와 out of phase 출력파형.
(b) 인접한 in-phase와 out of phase가 overlap 되는 지점.
Fig 7. Differential pulse output based on 4 channels' TDMA way using Ring-Counter.
(a) During the 2ms, each channel of output waves on in-phase and out of phase.
(b) Point overlapped with adjacent in-phase and out of phase.

표 1. 차동펄스파를 이용한 송신부 시스템의 특성
Table1. Feature of Transmit system using Differential pulse.

	Parameters
Process	0.25um CMOS
Supply Voltage	5V
Power Consumption (4 Channels)	78.08nW
Input Frequency	1MHz
Operating Frequency	1kHz

IV. 결 론

기존의 터치스크린에서 지문인식을 위해 사용되고 있는 송신부의 경우 싱글타입의 TDMA 방식을 이용하여 TSP를 동작을 가능하게 하여 지문을 인식한다. 하지만 외부 및 내부 노이즈의 유입으로 인하여 용과 골의 매우 작은 크기의 커패시터 유전율변화량을 감지하기가 힘들다. 결국 이 문제점을 보완하기 위해서 본 논문에서 제안한 컴퓨터의 보안향상을 위한 상호정전용량 터치스크린 패널의 차동펄스를 이용한 지문인식 송신법으로 노이즈 제거를 통하여 SNR을 높인다. 송신부는 4개의 채널로 구성되어 TSMC 0.25um CMOS공정으로 설계되었다. 시스템은 5V 공급전압에서 동작하고, Input Frequency는 1MHz이다. 지문인식에 적합한 TSP를 구동하기 위한 Tx 신호를 외부가 아닌 내부로 On-Chip하여 Ring-counter의 시작 신호와 공급전압 외에는 외부 부품이나 신호가 없어도 Tx 신호를 출력한다. 이 시스템의 총 소모되는 전력은 78.08nW를 소모한다.

REFERENCES

[1] Jun-Eun Park, Dong-Hyuk Lim, and Deog-Kyoon Jeong, "A Reconfigurable 40-to-67 dB SNR, 50-to-6400 HzFrame-Rate, Column-Parallel Readout IC for Capacitive Touch-Screen Panels", IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 49, NO. 10, OCTOBER 2014.

[2] Jun-Eun Park, Dong-Hyuk Lim, and Deog-Kyoon Jeong, "A 6.3 mW High-SNR Frame-Rate Scalable Touch Screen Panel Readout IC with Column-Parallel Delta-Sigma ADC Structure for Mobile Devices", 2013 IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC)

[3] Hyungcheol Shin¹, Seunghoon Ko¹, Hongjae Jang¹, Ilhyun Yun², and Kwyro Lee, "55dB SNR with 240Hz Frame Scan Rate Mutual Capacitor 30x24 Touch-Screen Panel Read-Out IC Using

Code-Division Multiple Sensing Technique", 2013 IEEE International Solid-State Circuits Conference, February 20, 2013.

[5] Y. S. Yoo, B. D. Choi, "Touch Controller Circuit for Information Transmission through Mutual-capacitive Touch Screen", 2015 The Institute of Electronics and Information Engineers(IEIE) Fall Conference, November 27-28, 2015.

[5] S. H. Heo, H. G. Ma, J. H. Song, K. M. Park, E. H. Choi, J. J. Kim and Franklin Bien, "72 dB SNR, 240Hz Frame Rate Readout IC with Differential Continuous-Mode Parallel Architecture for Larger Touch-Screen Panel Application", IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-I: REGULAR PAPERS, VOL. 63, NO. 7, JULY 2016.

저 자 소 개



김 성 문(학생회원)
 2016년 청주대학교 전자공학과 학사 졸업.
 2016년~현재 울산과학기술원 전기 및 전자공학과 석박사통합 과정.

<주관심분야: Mixed Signal IC Design, 체내이식형 무선센서 및 통신기기>



최 은 호(학생회원)
 2016년 전북대학교 전자공학부 학사 졸업
 2016년~현재 울산과학기술원 전기 및 전자공학과 석박사통합 과정.

<주관심분야: Finger-print Touch Screen Controller IC, Power Management IC(PMIC) and Analog to Digital Converter(ADC)>



고 낙 영(학생회원)
 2014년 홍익대학교 전기전자공학부 학사 졸업.
 2016년~현재 울산과학기술원 전기 및 전자공학과 석박사통합 과정.

<주관심분야: Mixed Signal IC Design, 체내이식형 무선센서 및 통신기기>



변 영 재(정회원)
 1997년 연세대학교 학사 졸업.
 2000년 조지아공과대학교 석사학위 취득.
 2006년 조지아공과대학교 박사학위 취득.

2000년 5월~2002년 12월 Agilent Technologies, IC Design Engineer
 2003년 1월~2004년 12월 Quellan, Inc. Senior IC Design Engineer
 2007년 1월~2009년 2월 Staccato Communications, Senior Analog/Mixed-signal IC Design Engineer
 2009년 3월~현재 울산과학기술원 부교수/대외협력처장

<주관심분야: Mixed Signal IC Design, 체내이식형 무선센서 및 통신기기, Touch Screen Readout IC, Electrical Vehicle IC>