The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC)
Vol. 22, No. 4, pp.103-109, Aug. 31, 2022. pISSN 2289-0238, eISSN 2289-0246

https://doi.org/10.7236/JIIBC.2022.22.4.103
JIIBC 2022-4-15

스마트폰을 이용한 Infant Care 시스템의 프로트 타입모델 설계 및 구현

Design and Implementation of Prototype Model for Infant Care system using Smart Phone

최성재*

Sung-Jai Choi*

요 약 수면 중 발생되는 영유아의 높은 사망률 때문에 영유아 케어에 대한 중요성이 대두되고 있다. 본 연구에서는 블루투스 기술을 이용하여 스마트폰 으로 제어되는 Infant Care 디바이스의 초기 모델을 개발하였다. 개발된 모델은 MCU, 가속도 센서, 온도 측정 센서, 소리 센서, 블루투스 모듈, 카메라 모듈로 구성된다. 개발된 어플리케이션과 블루투스 기술을 사용하여 측정된 유아의 낙상 감지 신호 정보, 울음 감지 신호 정보, 발열 감지 신호 정보를 부모의 스마트폰과 컴퓨터 모니터를 통해 표출 하였다. Bluetooth Low Energy를 이용하여 저 전력 구동을 구현함으로서 구현된 Infant Care 시스템의 초기 설계모델의 유용성에 대해 확인 하였다.

Abstract This significance of the infant care system has emerged due to sudden infant death during sleeping .This paper presented a design and implementation of a prototype model, which is a infant care device controlled by a smartphone using Bluetooth technology. Prototype Device Model consists of MCU(microcontroller unit), Accelerometer Sensor, Temperature Measuring Sensor, Sound Measuring Sensor, Bluetooth Module, and Camera Module. The proposed application transfers the information to the parent's smartphone and computers, such as infant's falling, crying, and fever detection. A test verified the availability of a prototype infant care system model using Bluetooth Low Energy with operating the low power driving.

Key Words : MCU, Accelerometer Sensor, Temperature Measure Sensor, Sound Measure Sensor, Bluetooth Module, Camera Module

Ⅰ. 서 론

영아 돌연사 증후군(SIDS; Sudden Infant Death Syndrom)은 12개월 미만의 영아 사망을 지칭하는 용어로 영아를 양육하고 있는 모든 부모들이 가장 두려워 하는 현상이다. 영아 돌연사의 중요한 원인중 하나는 영아의 엎드려 누운 수면 자세, 수면 중 무호흡 증상을 들 수 있다. 미국 소아과 학회에 보고된 6개월 미만 영아의 사망률이 전체 사망률의 95%이다. 소아과 학회의 "영아 바로 누워 재우기 캠페인" 이후 영아돌연사의 발생 빈도가

*종신회원, 가천대학교 전자공학과
접수일자 2022년 6월 7일, 수정완료 2022년 7월 8일
게재확정일자 2022년 8월 5일

Received: 7 June, 2022 / Revised: 8 July, 2022 / Accepted: 5 August, 2022
*Corresponding Author: csj0717@gachon.ac.kr
Dept..of Electronic Engineering, Gachon University, Korea

44% 감소 되었다는 보고도 있다. 이와 같이 영아 돌연사를 방지 하기 위해서는 영아의 건강 상태를 감시하는 infant care 시스템의 개발이 절실하게 되었다. 최근 전 세계적으로 확산된 코비드 19로 인해 수많은 감염자와 사망자를 발생 시키고 있다. 여기에는 성인 뿐만 아니라 영아의 사망률이 치명적이기 때문에 코비드19에 감염된 부모의 경우 영유아의 케어에 대한 관심이 더욱 증대된 것도 사실이다. 무호흡 뿐만 아니라 영아의 낙상 사고도 빈번히 발생 되고 있다. 고열 발생으로 인한 건강 위험을 본능적으로 표시하는 영아의 울음을 감지하고 바로 대처 할수 있다면 다양한 위험으로부터 영아를 안전하게 케어 할 수 있다.[1],[2],[3]

본 연구에서는 다양한 형태의 센서 모듈과 블루투스 기술을 접목한 애플리케이션을 개발하고 , 영아를 양육하는 부모들이 시간과 장소에 구애 받지 않으면서 영아의 건강 상태를 확인 하면서 영아 돌연사 증후군의 위험을 미연에 방지 할 수 있도록 휴대폰과 연계하여 간편하게 사용할 수 있는 infant care 시스템의 초기모델을 개발하였다. [4],[5],[6],[7],[8],[9],[10],[11],

II. 관련 연구

1. 유비쿼터스 센서 네트워크

유비쿼터스 센서 네트워크(USN; Ubiquitous Sensor Network)은 매우 작은 크기의 독립된 무선 노드를 의복 ,인체와 같은 물리적인 공간에 배치하고 온도,빛 ,가속도,자기장 등의 정보를 무선으로 감지하고 관리하는 기술을 의미한다. 무선 센서 노드에는 센서, 센서 제어회로, CPU, 무선 통신 모듈,안테나, 전원 장치등이 내장된다.

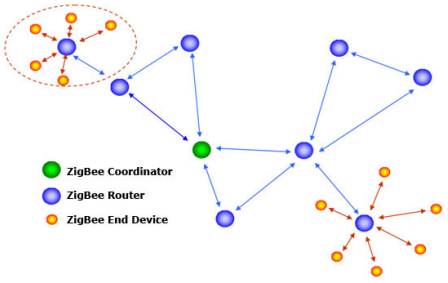

그림 1. 지그비 디바이스 시스템
Fig. 1. ZigBee device System

그림1에 표시된 것처럼 IEEE 802.15.4-2003을 기반으로 한 저전력 하이레벨 통신 프로토콜로 단거리 라디오 주파수를 사용하는 근거리 개인 무선통신망인 지그비 디바이스 시스템이나 그림 2에 표시된 피코넷(piconet)과 스캐터넷(scatternet)의 네트워크 형태를 이용한 블루투스 기술을 사용할 수 있다.

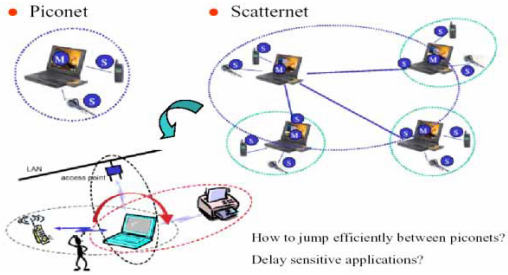

그림 2. 피코넷(piconet)과 스캐터넷(scatternet)
Fig. 2. piconet and scatternet

블루투스장치는 작은 전력을 사용하며 10m정도의 반경 범위에서 사용된다. 밴드 대역은 79개 채널로 나뉘어진 2.4GHz ISM 대역을 사용하며 1채널당 1MHz 가 할당된다. 블루투스는 다른 장치나 네트워크로 부터의 간섭을 피하기 위해 물리층의 주파수 도약 확산 스펙트럼(FHSS: frequency-hopping spread spectrum) 방식을 사용하고 가우시안 대역폭필터를 가진 FSK를 사용한다. 기저대역층은 LAN에서의 MAC sub Layer 와 유사한데 접근 방식은 secondary에서 반이중 양방향통신의 한 종류인 TDMA(time division duplex)를 사용한다. [12],[13].14]

III. Infant Care 시스템의 프로트 타입 모델 설계 및 제작

스마트폰과 디바이스를 연결하기 위해서는 BLE 및 여러 작업을 처리할 수 있는 MCU가 필요하였다. PCB를 최대한 작은 사이즈로 만들기 위해 nordic사의 nrf51822칩을 사용하였다. nrf51822칩의 경우 coretex- m3 기반의 bluetooth가 내장되어 있는 칩이며 주변회로를 구성하였고 안테나의 경우 패턴 안테나를 사용하였다. 와이파이모듈, 체온센서,카메라모듈,소리감지센서,심박수 측정 센서, 가속도 센서가 사용되었다.

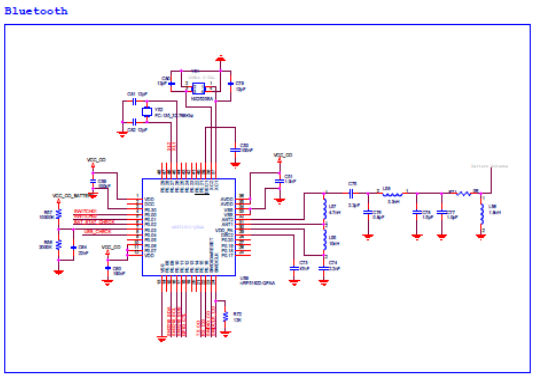

그림 3. BLE 회로도
Fig. 3. BLE Schematic diagram

아기가 자신이 위험에 처했을 때 우는 상황을 감지하기 위해서는 소리 센서의 민감도를 조절 하기 위해서 음파의 진동에 대한 감도를 조절해 주는 나사형 가변 저항을 3단계로 조절하는 방식을 선택 하였다. 나사의 각도가 30도인 경우는 큰 소리에 반응하고 나사 각도가 60도인 경우 는 적당한 민감도를 가지며 나사각도가 90도인 경우 아주 작은 소리에도 반응하도록 설정 하였다. 사람이 들어오면 안 될 상황에 문이 열리는 경우와 외부에서 침입이 발생 되는 경우를 감지하기 위해 가속도 센서의 민감도를 3단계로 조절하였다. 가속도 센서의 민감도는 움직임 정도에 따라 변화하는데 출력을 많이 나눌수록 센서가 둔감해 지고 적게 나눌수로 민감 해 지는 특성을 이용하여 나누는 크기는 10, 30, 50으로 선택 하였다. 카메라의 경우에는 부모가 상황 발행 시 직접 확인 할 수 있도록 구성 하였다. 체온 센서는 사람의 피부 온도와 반도체 회로 기판의 온도를 동화 시켜서 기판의 온도를 측정하는 방식으로 동작한다. 심박 센서는 빛이 사람의 혈액의 흐름에 따라 반사되는 정도가 다른 점을 이용하여 반사된 펄스를 6초 단위로 측정 하여 수집된 데이터로 1분간의 심박수를 표시 하였다. 체온 센서의 데이터를 먼저 수신 받도록 40ms 간격으로 데이터를 송신하게 설계하였다. 심박 센서는 90ms 간격으로 데이터를 송신하여 데이터가 원활하게 수신되도록 했다. 가속도 센서는 150ms 간격으로 데이터를 송신하게 하였다. 별도의 센서 부분은 위치상 기능의 문제가 엇는 경우 직저 페어링 되는 허브에 연결하였다. 이와 같은 동작은 아트메가 2560을 이용하여 다중 시리얼 포트를 이용한 다중 통신과 WeMos D1 R2 mini ESP8266 모듈을 이용한 와이파이 로컬 서버와의 영상 송신으로 해결 하였다. ESP8266 모듈을 통한 영상전송은 속도가 빠른 I2C유선통신으로 빠르게 영상을 수신하고 ,92600bit per second 속도로 서버에 MPJPEG 방식으로 전송하면 조금 작은 크기의 영상을 실시간으로 확인 할 수 있다. 가속도 센서의 소스코드와 메인보드-센서 소스 코드, 소리센서 소스코드, 체온센서 소스코드, 카메라모듈의 소스코드는 다음과 같다.

1) 가속도센서- 소스 -코드 프로그램

```
#include <Wire.h>

void setup() {
  Wire.begin();
  Serial.begin(9600);

  Wire.beginTransmission(0x68);//I2C 기본주소 값, 센서로 데이터 전송시작
  Wire.write(0x6B);//PWR_MGMT_1 register
  Wire.write(0x00);//가속도 센서 시작보드
  Wire.endTransmission();

}

void loop() {

 Wire.beginTransmission(0x68);//I2C 기본주소 값, 센서로 데이터 전송시작
  Wire.write(0x3B);//ACCEL_XOUT_H 데이터기록
  Wire.endTransmission();

  int ax=0, ay=0, az=0, temp=0, gx=0, gy=0, gz=0;

  Wire.requestFrom(0x68,14);//센서에서 데이터 요청

  ax = Wire.read() << 8;
  ax |= Wire.read();//(ACCEL_XOUT_H)&(ACCEL_XOUT_L)
  ay = Wire.read() << 8;
  ay |= Wire.read();//(ACCEL_YOUT_H)&(ACCEL_YOUT_L)
  az = Wire.read() << 8;
  az |= Wire.read();//(ACCEL_ZOUT_H)&(ACCEL_ZOUT_L)
  temp = Wire.read() << 8;
  temp |= Wire.read();//(TEMP_OUT_H)&(TEMP_XOUT_L)
  gx = Wire.read() << 8;
  gx |= Wire.read();//(GYRO_XOUT_H)&(GYRO_XOUT_L)
  gy = Wire.read() << 8;
  gy |= Wire.read();//(GYRO_YOUT_H)&(GYRO_YOUT_L)
  gz = Wire.read() << 8;
  gz |= Wire.read();//(GYRO_ZOUT_H)&(GYRO_ZOUT_L)

  int sensivity=30;

  Serial.print("     GX : ");
  Serial.print(gx/sensivity+11);
  Serial.print("     GY : ");
  Serial.println(gy/sensivity+1);
  Serial.print("     TEMP : ");
  Serial.println(36.53+(temp/340.00));
```

```
  /*Serial.print("AX : ");
  Serial.print(ax);
  Serial.print("     AY : ");
  Serial.print(ay);
  Serial.print("     AZ : ");
  Serial.print(az);
  Serial.print("     GX : ");
  Serial.print(gx);
  Serial.print("     GY : ");
  Serial.print(gy);
  Serial.print("     GZ : ");
  Serial.println(gz);*/
  delay(500);
}
```

2) 메인보드-센서-소스코드-프로그램

```
#include <SoftwareSerial.h>// 디지털핀을 통신 핀으로 사용하기 위한 헤더입니다..

#define SORRY 12 // 소리 센서를 사용하기 위해 12번 핀을 사용합니다.

SoftwareSerial mySerial(10, 11); // 블루투스 핀입니다. 디지털핀을 통신 핀으로 사용합니다.

int flag = 0; // 명령을 차례대로 받기 위한 변수입니다.
String pretemp = ""; // 명령 코드 전달용 변수입니다.
String presilnae = "";
int app=0;
int var=0;


void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200); // 어플리케이션이랑 통신용 블루투스입니다. RX, TX핀을 사용합니다.
  Serial1.begin(9600); //
  mySerial.begin(9600);

  pinMode(SORRY, INPUT);
}
..... 중략


    {
        flag = 0; // 단계를 초기화합니다.
        if(silnae.length() == 5) // 실내온도가 항상 표시되게하기 위해 이전 실내온도값을 저장합니다.
        {
          presilnae = silnae;
        }
        else
        {
          presilnae = presilnae;
        }
       if(var==1)
       {
            int sorry = digitalRead(SORRY); // 소리센서 값을 읽습니다.
            if(sorry == 1) // 아기의 체온, 실내온도값과 마지막에 소리센서값을 통합해서 명령코드로 앱으로 전달하는 소스입니다.
            {
                Serial.print(pretemp + presilnae);
                Serial.write('1');
            }
            else if (sorry == 0)
            {
                Serial.print(pretemp + presilnae);
                Serial.write('0');
            }
        }
        else if(var == 0)
        {
            Serial.print(pretemp + presilnae);
            Serial.write('0');
        }
    }
  }
  delay(50);
}
```

3) 소리센서-소스코드-프로그램

```
#define DATA 10

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(DATA, OUTPUT);
  attachInterrupt(0, message,RISING);
}

void message(){ // 소리가 오면 일정 시간동안 반응합니다.
 for(int i = 0;i<2;i++)
 {
    Serial.write('1');
    digitalWrite(DATA, HIGH);
    delay(1000);
 }
}
void loop()
{
        Serial.write('0');
        digitalWrite(DATA, LOW);
        delay(100);
}
```

4) 체온센서-소스코드-프로그램

```
#include <SPI.h>
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial TempSerial(5, 6);

int SS_arduino_uno = 9;
int SCK_arduino_uno = 13;
int MISO_arduino_uno = 12;
int MOSI_arduino_uno = 11;

unsigned char temp1 = 0;
unsigned char temp2 = 0;
short temp = 0;
```

```
float temperature = 0;

void setup(){
  pinMode(SS_arduino_uno, OUTPUT);
  pinMode(SCK_arduino_uno, OUTPUT);
  pinMode(MISO_arduino_uno, INPUT);
  pinMode(MOSI_arduino_uno, OUTPUT);
  digitalWrite(SS_arduino_uno, HIGH);

  SPI.begin();
  TempSerial.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
}

void Receive_Data(unsigned char *i,unsigned char *j) // 체온 데이터 처리 함수입니다.
{
  digitalWrite(SS_arduino_uno, LOW);
  SPDR = 0x00;
  while(SPSR & (1 << SPIF));
  while(!(SPSR & (1 << SPIF)));
  *i = SPDR;
  SPSR &= (0 << SPIF);

  SPDR = 0x00;
  while(SPSR & (1 << SPIF));
  while(!(SPSR & (1 << SPIF)));
  *j = SPDR;
  SPSR &= (0 << SPIF);
  digitalWrite(SS_arduino_uno, HIGH);
}
.
. 중략
```

5) 카메라센서-소스코드-프로그램

```
// ArduCAM Mini demo (C)2016 Lee
// web: http://www.ArduCAM.com
// This program is a demo of how to use most of the functions
// of the library with ArduCAM ESP8266 2MP camera.
// This demo was made for ArduCAM ESP8266 OV2640 2MP Camera.
// It can take photo and send to the Web.
// It can take photo continuously as video streaming and send to the Web.
// The demo sketch will do the following tasks:
// 1. Set the camera to JEPG output mode.
// 2. if server.on("/capture", HTTP_GET, serverCapture),it can take photo and send to the Web.
// 3.if server.on("/stream", HTTP_GET, serverStream),it can take photo continuously as video
//streaming and send to the Web.

// This program requires the ArduCAM V3.4.1 (or later) library and ArduCAM ESP8266 2MP camera
// and use Arduino IDE 1.5.8 compiler or above

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <Wire.h>
#include <ArduCAM.h>
#include <SPI.h>
#include "memorysaver.h"

// Enabe debug tracing to Serial port.
#define DEBUGGING

// Here we define a maximum framelength to 64 bytes. Default is 256.
#define MAX_FRAME_LENGTH 64

// Define how many callback functions you have. Default is 1.
#define CALLBACK_FUNCTIONS 1
.
.
. 중략
.
  Serial.begin(115200); // 시리얼통신 및 블루투스 통신 세팅(블루투스 모듈은 이미 AT명령어로 페어링 가능하게 설정되어있습니다.)
  BTSerial.begin(9600);

  // set the CS as an output:
  pinMode(CS, OUTPUT);
  pinMode (rxPin, INPUT);
  pinMode (txPin, OUTPUT);

  // initialize SPI:
  SPI.begin();
  SPI.setFrequency(4000000); //4MHz

  //Check if the ArduCAM SPI bus is OK
  myCAM.write_reg(ARDUCHIP_TEST1, 0x55);
  temp = myCAM.read_reg(ARDUCHIP_TEST1);
  if (temp != 0x55){
    while(1);
  }
.중략

  //Check if the camera module type is OV2640
  myCAM.wrSensorReg8_8(0xff, 0x01);

  // Start the server
  server.on("/capture", HTTP_GET, serverCapture);
  server.on("/stream", HTTP_GET, serverStream);
  server.onNotFound(handleNotFound);
  server.begin();
}
void loop() {
  server.handleClient();
}
```

그림 4. 영아 케어 시스템의 구동
Fig. 4. Infant Care system operation

영아를 케어 할 때 발생되는 다양한 상황에서 연출되는 스마트폰 어플리케이션과 연동되는 infant care 시스템의 동작은 그림 4와 같이 정확하게 동작됨을 확인하였다.

IV. 결 론

본 연구에서는 다양한 형태의 센서 모듈과 블루투스 기술을 접목한 애플리케이션을 개발하고 , 영아를 양육하는 부모들이 시간과 장소에 구애 받지 않으면서 영아의 건강 상태를 확인 하면서 영아 돌연사 증후군의 위험을 미연에 방지 할 수 있도록 휴대폰과 연계하여 간편하게 사용할 수 있는 infant care 시스템의 초기모델을 개발하였다. 영아를 양육하는 부모들의 최대 걱정 거리인 영아돌연사를 예방 하고 영아의 건강을 안심하고 케어 함으로써 육아에 대한 긴장완화 효과로 인한 삶의 질을 개선 시키는 긍정적인 효과가 발생될 것으로 기대된다.

References

[1] Dong -Jun Lee, “A Survey of Infant Sleep Positions associated with Sudden Infant Death Syndeome ", The Graduate School of Hallym University, 2005.

[2] Il-Kang Heo ,“Development of non-contact home monitoring system for infant's respiration to prevent Sudden Infant Death Syndrome”, The Graduate School of Yonsei University, 2015.

[3] Hyo -Seop Shin ,“Implementation for Baby Care System using ARM11”,The Graduate School of A Jou University, 2015.

[4] Dong-Byeong Kang,Sang-Hoon Ji, Young -Dae Lee, Sung-Han Bae, Gu-Min Jeong,," An Emotion Transfer System Based On LED Using Bluetooth and ZigBee ", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC),Vol.11, No.6, pp. 163-168 2011.
DOI: http://doi.org./10.7236./JIIBC.2020.11.6.163

[5] Hyun- Young Park,“Bluetooth based LAN Access", The Graduate School of Ewha Institute of Science and Technology, Ewha Womans University, 2003.

[6] Ki-Young Lee,Seok-Hyon Kim, Seung-Bin Cho, So -Jung Lee,Dong-Hee Lee,Jeong-Jin Kang ,Sung- Jai Choi, Toshiro Minami, " A Study on the Target Location Alerts System Using Arduio ", Advanced and Applied Convergence Letters AACL08, The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), 2017.

[7] Seong-Joo Lee,Seok-Hoon Kim,Won-Seok Jang,Jeong-Woo Jwa,Soon-Whan Kim" Smart Cane for the blind interworking with Sound Signal Generator",The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), Vol.17, No.6, pp. 137-143 , 2017.
DOI: http://doi.org./10.7236./JIIBC.2017.17.6.137

[8] Jae-Pil Chung,Tae-Bong Lee," Implementation of the Baby Care System using Smart Sensor," Journal of Advanced Navigation Technology, Vol,l8,NO. 6, pp. 648-652 , 2014.
DOI: http://dx.doi.org./1012673/jant.2014.18.6.648

[9] Jae-Pil Chung , " Development of Baby Care Mobile Application using Smart Sensor "Journal of Advanced Navigation Technology, Vol,l9,NO. 6, pp. 643-647 , 2015.
DOI: http://dx.doi.org./1012673/jant.2015.19.6.643

[10] Seung -Woo Lee, Jung -Gi Lee, Sun-Yeob Kim " LED driver IC design for BLU with current compensation and protection function ", The Journal of TheKorea Academic -Industrial cooperation Society,Vol.21, No.10, pp. 1-7 , 2020.
DOI: http://doi.org./10.5762./KAIS.2020.21.10.1

[11] Joung -Won Kim,Soung-Young Om,Min-Sup Kang" Design and Implementation of an Efficient FCC for Improving the Safety of Drone", The Journal of KIIT,Vol.19, No.2, pp. 39-46 , 2021.
DOI: http://doi.org./10.14801./JKIIT.2021.19.2.39

[12] HanBACK Electronics LTD,"Ubiquitous Sensor Network System",ITC, pp. 1-90 , 2007..

[13] Behrouz A. Forouzan , " Data Communications and Networking", McGraw-Hill, 2008.

[14] Sung-Jai Choi, "Design and Implementation of Protype model of inpant location tracker", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (JIIBC),Vol.17, No.6, pp. 203-209 , 2017.
DOI: http://doi.org./10.7236./JIIBC.2017.17.6.203

저 자 소 개

최 성 재(종신회원)

- 1981년 : 충남대학교 전자공학과(공학사)
- 1985년 : 한양대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2004년 : 명지대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2007년 ~ 현재 : 가천대학교 IT대학 전자공학과 교수
- 주관심분야 : 반도체 소자 제조공정기술, RF 회로해석, 인터넷방송통신 융합부분, RF Mobile 통신, RFID/USN 응용분야