

논문 2011-48CI-1-9

운전 숙련도 분석을 위한 BRT 시스템에 대한 연구

(A Study of BRT System to Analyze Driving Skill)

전 중 오*, 박 성 모*, 원 용 관*

(Jong-Oh Jeon, Seong-Mo Park, and Yong-Gwan Won)

요 약

현대 사회에서 자동차는 가장 중요한 이동수단으로써 사용되고 있다. 그로 인해 교통사고 또한 증가되고 있는 추세이다. 교통사고의 가장 큰 요소는 운전자이다. 그렇기 때문에 운전자에 대한 연구는 반응속도, 심리상태, 생체 신호, 연령, 주행패턴 등으로 다양하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 운전자의 숙련도에 따른 장애물 인식 반응속도를 측정하기 위한 임베디드 시스템을 설계하였다. 본 논문에서 제안된 시스템은 브레이크 측정 모듈과 OBD-2 스캐너, 블루투스 전송 모듈로 구성되어있다. 또한, 측정된 데이터를 저장하고 분석하기 위해 GUI 프로그램과 데이터베이스를 구축하였다. 제안된 시스템을 통해 운전자의 반응 속도를 측정할 결과, 운전 숙련도를 판단할 수 있었다.

Abstract

In modern society, car are the most important transportation. Thereby, car accidents has been increasing steadily. The driver is the biggest factor of car accident. Therefor, various studies about driver (reaction time, mentality, physiological signal, age, pattern of drive) are underway. In this paper, we design a embedded system for measuring the reaction time by driving skill. The proposed system is composed of measuring brake module, OBD-2 scanner and bluetooth transmission module. Also, we implement GUI program to analyze experiment result and database to store results. Though our proposed system, we can analyze driving skill.

Keywords : BRT, Brake-Response-Time Reaction Rate, Embedded System

I. 서 론

현대 사회에서 자동차는 가장 중요한 이동수단이다. 그로 인하여, 자동차의 수요는 폭발적으로 증가되고 있으며, 이로 인한 교통사고 또한 그에 비례하여 증가되어가고 있다.

교통사고 발생의 가장 큰 이유는 크게 3가지로 볼 수 있다. 운전자의 부주의나 운전 미숙, 또는 차량의 결함, 도로의 상황이나 상태 등으로 이 중에 가장 관련성이 높은 운전자에 대한 연구가 여러 방향으로 진행되고 있다.

운전자에 대한 연구는 운전자의 반응속도, 심리 상태, 생체 신호, 연령, 주행패턴 등으로 다양한 연구가 진행되고 있는 추세이다.^[1~3]

운전자에 대한 연구는 크게 2방향으로 진행되고 있는데 그 중 생체 신호를 통한 운전자의 심리 상태에 대한 연구는 주행 중에 운전자의 뇌파를 추출하여 운전자의 심리 상태를 분석하는 연구이다. 이를 통하여 심리 상태 뿐만 아니라 생체 상태까지 파악을 할 수 있었다.^[3]

또 다른 연구 방향은 운전자의 반응속도에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 운전자의 반응 속도를 측정할 수 있는 시스템 또한 많이 개발되고 있는 추세이다. 운전자의 반응속도를 판단하는 가장 일반적인 방법은 장애물이나 돌발 상황에 대한 Brake 반응 속도를 측정하는 방법이다.^[1~2]

* 정희원, 전남대학교 전자컴퓨터공학과
(Dept. of Electronics and Computer Engineering,
Chonnam National University)

접수일자: 2010년8월23일, 수정완료일: 2010년12월30일

본 논문에서는 운전자의 장애물 인식 반응 속도를 이용하여 운전자의 숙련도를 판단하기 위해 BRT 측정 시스템을 설계하였고, 실험 결과를 통해 설계된 시스템이 운전자의 숙련도를 판단하는데 적합한 지에 대한 연구를 진행하였다.

본 논문에서 II장에서는 운전 숙련도 분석방법에 대해 다루었고, III장에서는 운전자의 반응속도를 측정하는 임베디드 시스템의 설계와 구현에 대한 내용을 다루었고, IV장에서는 실험에 측정된 결과에 대한 분석을 하였으며, V장에서는 결론에 대해 기술하였다.

II. 운전 숙련도 분석 방법

본 논문에서는 운전자의 숙련도를 분석하기 위해서 장애물 인식 반응속도를 판단하기 위하여 BRT(Brake Reaction Time)을 이용하였다.

1. Brake Reaction Time[4]

BRT란 운전자가 장애물을 인식한 후 브레이크를 밟는 순간까지 걸리는 시간을 의미한다. 대부분의 운전자가 장애물을 인식하는 경우에는 브레이크 페달을 먼저 밟게 된다. 따라서, BRT는 운전자의 반응속도를 측정하는데 가장 중요한 요소라고 할 수 있다.

2. BRT 측정 방법

BRT를 측정하기 위해서는 자동 혹은 수동으로 돌발 상황을 주고 나서 운전자의 반응 속도를 측정하였다. 반응 속도 분석을 위해 아래의 그림 1과 같은 Time Point를 정의 하였다.

가. 상황 별 시점 (Time Point) 정의

- a, h : 경광등이 ON된 시점 (돌발 상황 발생)
- g : 속도가 주행 요구 속도(예: 40Km/h)를 유지하기 시작한 시점
- T1 (a-b 구간) : 돌발 상황이 시작된 시점(a)부터 피험자가 Brake를 밟기 시작(b)하기까지 걸리는 시간
- T2 (b-c 구간) : 피험자가 Brake를 밟기 시작한 시점(b)부터 brake가 완전히 밟힌 때까지(c) 걸린 시간
- T3 (b-d 구간) : 피험자가 Brake를 밟기 시작한 시점(b)부터 차량이 멈추는데(일정 속도 이하를 멈춤으로 간주)까지(d) 걸리는 시간
- T4 (e-f 구간) : Brake에서 발을 떼 시점(e)부터

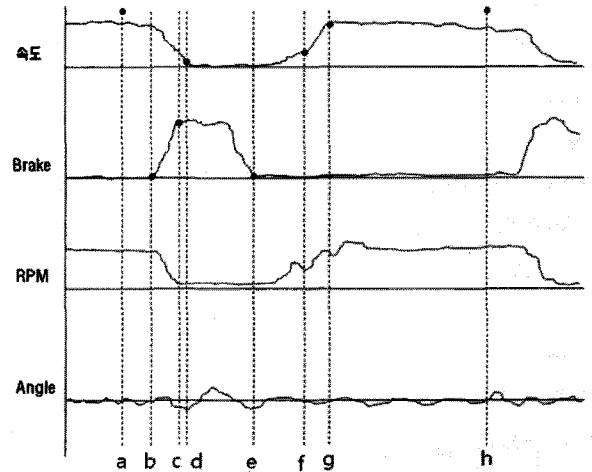


그림 1. 상황 별 시점 정의
Fig. 1. Definition of Time Point.

차량이 일정 속도까지 도달하는데(f)까지 걸리는 시간

3. 운전 숙련도 분석

운전 숙련도란 선천적일 수도 있지만, 일반적으로 운전자의 운전 경력에서 나타날 수 있고, 교통사고 발생 횟수가 적을수록 높다고 할 수 있다. 본 연구에서는 교통사고에서 큰 비중을 차지하는 장애물에 의한 반응 속도를 분석함으로써 운전 숙련도를 판단하였다.

운전 숙련도 별 특성의 차이를 구분하기 위하여 다음과 같은 대상을 분석할 수 있다.

- ① T1, T2, T3 및 T4의 평균, 편차, 최대, 최소
- ② 이전 돌발 상황 발생 후 주행 요구 속도에 도달한 시점(g)에서부터 금번 돌발 상황 발생 시점(h) 구간의 속도에 대한 평균, 편차, 최대 및 최소
- ③ 이전 돌발 상황 발생 후 주행 요구 속도에 도달한 시점(g)에서부터 금번 돌발 상황 발생 시점(h) 구간의 운전대 조향각에 대한 평균, 편차, 최대 및 최소

①, ②, ③을 기준으로 운전자의 숙련도를 판할 수 있다. T1, T2, T3, T4는 운전자가 장애물을 인식하고 그에 대해 얼마만큼 빠른 반응을 보였는지를 측정하는 것이므로, 이 값이 작을수록 운전자의 숙련도가 높다고 판단된다. 물론 장애물 인식에 대한 반응 속도가 운전자의 숙련도를 절대적으로 판단할 수 없겠지만, 실험을 통해 얼마만큼 정확하지에 대해 분석할 것이다.

본 연구에서는 ③항의 데이터 수집이 곤란하여 ① 과 ②에 대한 데이터만을 대상으로 분석을 수행하여 운전 숙련도를 판단하는 기준을 설정하기 위한 연구를 수행하였다. 각 피험자의 데이터로부터 실험과 무관한 조건에 의하여 발생된 경우는 모두 제거하였는데, 이러한 경우의 일례가 적색 신호등에 가까워 이미 브레이크를 밟기 시작하였는데 경광등이 켜지는 경우이다.

III. BRT 측정 시스템 구조

본 논문에서는 BRT를 측정하기 위해서 다음과 같은 임베디드 시스템을 설계하였다. 그림 2과 같이 총 3개의 블록으로 구성되어 있다. 피험자의 반응 속도를 측정하기 위해서 브레이크 페달에 센서 보드가 장착되어 있으며 차량의 속도 및 RPM 정보를 측정하기 위해서 OBD-2 스캐너를 이용하였다. 또한, 각 모듈은 블루투스를 이용하여 통신을 하고 노트북에서 구동되는 BRT 수집/분석 프로그램은 실시간으로 각 데이터의 상태 정보를 그래프로 표시하고, 각 모듈의 제어와 DB에 데이터를 저장하는 역할을 한다.^[5]

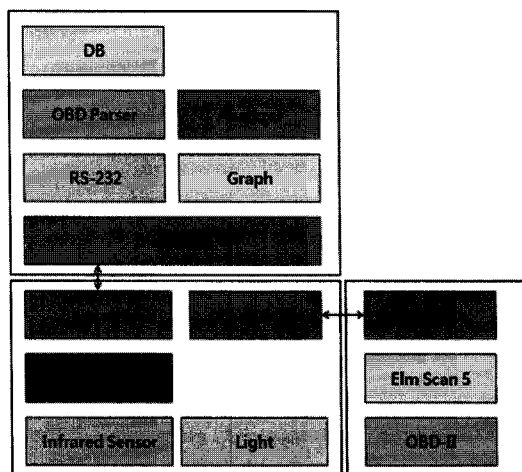


그림 2. BRT 시스템의 구조
Fig. 2. Architecture of BRT System.

가. OBD-2 Port Scanner

OBD-2 Port Scanner는 차량의 동작 상태를 측정하기 위해 사용하였으며, 차종 및 생산년도에 따라 100-500 ms 의 스캔 주기를 갖는다. 측정된 데이터는 블루투스를 통해 BRT 수집/분석 프로그램으로 전송되어 DB에 저장된다.

나. 돌발 상황 발생기

돌발 상황을 가상적으로 나타내기 위한 경광등을 피험자 차량에 장착하고, BRT 프로그램에서 설정한 값을 바탕으로 자동 또는 수동으로 동작하도록 구성하였다. 기존의 방법은 DB Motor를 활용한 방법^[3]이었으나, 이는 운전자의 눈에 잘 띄지 않고, 날씨 등의 영향을 많이 받는 단점이 있었다. 이를 해결하기 위해 기존의 방법을 대신하여 경광등을 사용하였다. 경광등이 반짝이게 되면 돌발 상황이 발생한 것으로 간주하고 피험자는 브레이크를 동작하여야 하며, 이때의 반응속도를 브레이크 측정 모듈이 계측하여 프로그램으로 전송하게 된다.

다. Brake 측정 모듈

적외선 센서를 브레이크 페달에 장착하고 피험자가 브레이크를 동작하였을 때, 바닥면과의 실시간 거리 변화를 측정^[3] BRT 프로그램으로 전송하게 된다.

브레이크 측정 모듈은 블루투스 제 1 모듈과 제 2 모듈로 구성하였다. 제 1 모듈은 Atmega 128을 사용하여 AD(Analog-to-Digital) 변환을 하여 BRT DB 시스템으로 데이터를 전송하고 명령을 수신 받는 용도로 구성하였고, 제 2 모듈은 OBD-2 스캐너와의 통신 용도로 구성하였다. OBD-2 스캐너에서 수집된 데이터는 제 1 모듈을 통해서 BRT DB로 전송하도록 설계하였다.

라. BRT 수집/분석 프로그램

BRT 수집/분석 프로그램은 다음과 같은 역할을 하도록 설계하였다. 첫째로, 임베디드 시스템을 제어하는 역할을 수행한다. 돌발 상황 발생기의 발생 주기와 OBD-2 스캐너의 스캔 주기 등을 제어한다. 이를 통하여 보다 세밀한 실험을 할 수 있었다. 두 번째로, 측정된 데이터를 분석하기 위해 PC의 저장장치에 수집된 센서 데이터를 저장하는 역할을 수행한다. 셋째로, 수집된 실험 데이터를 GUI(Graphic User Interface) 형태로 보여주며, 각 실험 별로 분석하여 분석 결과를 보여주는 역할을 수행한다.

BRT 수집/분석 프로그램의 설계는 다음과 같이 크게 2부분으로 나누어 설계하였다.

(1) BRT 수집을 위한 Database 시스템

측정된 데이터를 저장/검색하기 위한 시스템으로써 SQLite를 이용하여 데이터를 관리하도록 구현하였다. DB 시스템은 그림 3과 같이 데이터를 저장하는 BRT

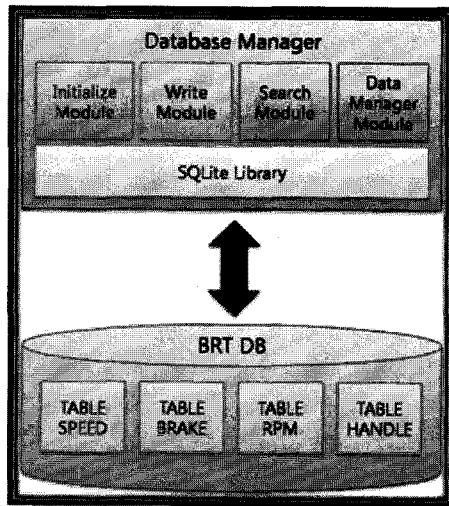


그림 3. Database 시스템의 구조
Fig. 3. Architecture of Database System.

DB와 DB Manager로 구성하였다. DB Manager는 DB의 초기화 작업을 수행하는 Initialize Module과 스캔된 데이터를 BRT DB에 저장하는 Write Module, 저장된 데이터를 실험별로 검색하는 Search Module과 전체적인 제어를 담당하는 Database Manager Module로 나누어져 있다. DB 시스템은 또한 GUI 시스템과 통신함으로써 측정된 데이터를 분석하는데 도움을 주는 기능을 한다.

(2) 결과 분석을 위한 GUI 시스템

측정된 결과를 관리자에게 효과적으로 전달하기 위하여 GUI 시스템을 구축하였다. GUI 시스템은 그래프와 반응 속도에 대한 결과를 분석하여 관리자에게 전달

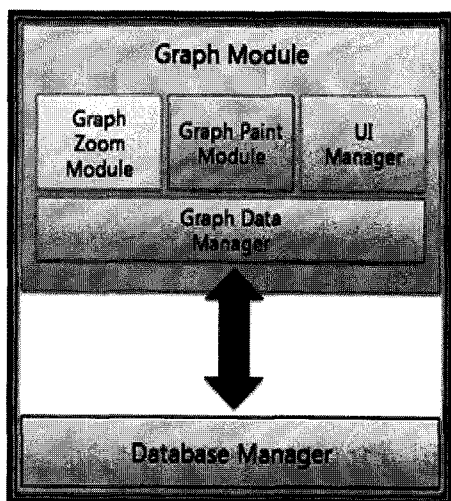


그림 4. GUI 시스템의 구조
Fig. 4. Architecture of GUI System.



그림 5. BRT 시스템 구현
Fig. 5. Implement of BRT Embedded System.

하는 기능을 담당한다. GUI 시스템은 그림 4와 같이 그래프 모듈과 UI Manager 모듈로 구성하였다.

GUI 시스템은 실험 별로 측정된 데이터를 도식화 하여 보여준다. 그래프는 총 4개로 구성되어 있으며, 각 그래프는 Speed, Brake, RPM, 운전대 조향각 값을 나타낸다. 확대 축소 기능을 이용하여 사용자가 원하는 부분을 확대/축소하여 볼 수 있다. 또한 돌발 상황이 발생/종료 된 시점을 그래프에 중첩 표시하여 돌발 상황이 발생했을 때의 데이터를 쉽게 알아볼 수 있도록 구현하였다

본 논문에서 제안된 임베디드 시스템은 그림 5와 같이 구현되었다. OBD-2 스캐너와 블루투스 모듈, 브레이크 모듈로 구성되어 있다. 실제 차량에 장착할 때에는 운전자의 운전을 방해하지 않도록 설치하였다. 경광등은 운전자의 시야를 방해하지 않고서 인식할 수 있는 데크 부분에 설치하였다.

그림 6은 노트북에서 실행되는 GUI 분석 시스템의 구현된 모습이다. MFC 기반으로 구현하였다. 확대/축

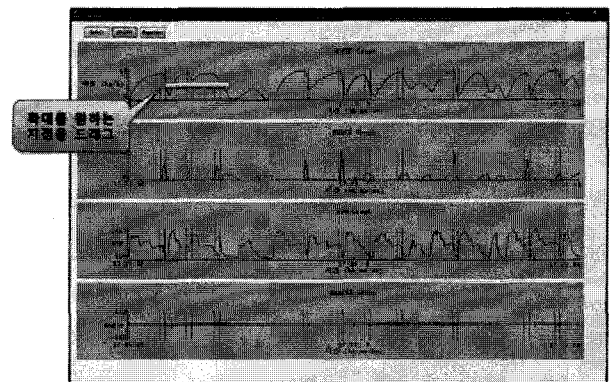


그림 6. GUI 시스템 구현
Fig. 6. Implement of GUI System.

소, 임베디드 시스템 제어, 데이터 관리 등의 기능을 수행한다.

IV. 운전 숙련도에 따른 실험결과 분석

선택된 실험 결과에 대한 분석 결과는 다이얼로그 형태로 제공된다. 즉, 돌발 상황이 발생하였을 때마다 피험자의 반응 속도에 대해 분석 결과가 나타난다.

가. 실험 데이터 수집 방법

T1과 T2의 값의 차이가 운전의 숙련도와 상관관계가 있는가를 분석하기 위하여 3단계 숙련도로 구분된 다수의 피험자를 대상으로 데이터를 수집하였다. 숙련도 '상'은 운전 경력 5년 이상, '중'은 운전 경력 3년 이상, '저'는 운전 경력 1년 이하로 구분하였으며, 남녀간의 차이에 의한 요인을 제거하기 위하여 모두 남자 피험자만을 대상으로 하였다. ('상' 4명, '중' 4명, '하' 4명)

타 차량에 의한 간섭을 최소화하기 위하여 차량의 운행이 적은 도로 구간을 선택하여 각 피험자는 눈과 비가 없는 날의 주간에 약 15분 정도 운전을 하였으며, 차량의 운행 속도는 40Km/h를 유지하도록 요구하였다. 또한, '자동' 모드로만 운행 될 경우 피험자가 돌발 상황 발생을 미리 예측하는 것을 방지하기 위하여 돌발 상황 발생은 '자동'과 '수동'을 적절히 조합하였다.

차량의 진동 및 측정 장치 자체에서 발생하는 시스템적 잡음을 제거하기 위하여 저역필터(Low pass filter)의 일종인 Median Filter를 적용하였으며, Median Filter 윈도우 크기는 7을 적용하였다.

이러한 과정을 거쳐 얻은 총 돌발 상황 발생 이벤트의 수는 204건이다.

표 1. 실험 결과 분석

Table 1. Analysis of Experiment Result.

분석대상	운전 숙련도	정확도
T1의 평균	상 < 중 < 초	154 / 204 (75.5%)
T2의 평균	상 < 중 < 초	148 / 204 (72.5%)
T3의 평균	상 < 중 < 초	118 / 204 (57.8%)
T4의 평균	상 < 중 < 초	124 / 204 (60.8%)
②의 편차	상 < 중 < 초	156 / 204 (76.5%)

표 1에서 정확도의 평가는 각 숙련도 별로 평균값 이상일 경우에는 일치하고, 미만일 경우에는 불일치로 평가하였다. 표 1의 정확도를 보면 상, 중, 하 기준에 의해서 그 정확도가 T1, T2에서는 비교적 정확하게 나온 것을 볼 수 있다.

실험 결과 피험자의 숫자가 너무 적어 객관적인 기준의 제시는 곤란하였으나, 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- (a) T1의 평균과 T2의 평균은 운전 숙련도 판단 기준으로 활용 가능성 있음
- (b) 이전 돌발 상황 발생 후 주행 요구 속도에 도달한 시점(g)에서부터 급변 돌발 상황 발생 시점(h) 구간의 속도에 대한 편차는 운전 숙련도 판단 기준으로 활용 가능성 있음

V. 결 론

BRT(Brake Reaction Time) 측정을 통해 운전자의 숙련도를 판단하기 위하여 데이터 수집을 위한 장치를 개발 완료하였다. 그러나, 데이터를 읽어 오는 Port Scan 시간이 길어서(수백 micro 초) 데이터의 정밀도가 높지 않은 단점이 있다. 이는 ODB-2가 갖는 한계로 이를 극복하기 위해서는 자동차 전장제어의 본체인 MCU를 직접 연결하여야 한다. 그러나 이는 자동차 제조사의 협조가 없이는 불가능 하다.

본 연구에서는 제한된 데이터의 정밀도와 제한된 피험자의 수로부터 데이터를 얻었기에 객관적이고 신뢰가 높은 결과라고 주장하기에는 무리가 있다. 그러나 이러한 제한된 데이터이지만 본 연구에서 적용한 방법들이 운전자의 숙련도를 판단할 수 있는 기준이 될 수 있는지를 검증하는 것으로는 충분한 의미가 있다. 향후 본격적인 연구를 위해서는 좀 더 정밀도가 높은 데이터가 수집되어야 하고, 다양한 인자를 대상으로 판단 기준을 설정하는 연구가 수행되어야 한다. 또한, 이러한 다양한 인자들을 복합적으로 분석하여 좀 더 정확한 판단 기준을 찾는 연구도 필요하다.

본 연구에서는 운전자의 숙련도를 판단하는 분야에 적용을 하였으나, 이를 응용하여 피험자의 신체 상태에 따른 운전 형태의 변화를 고찰할 수 있을 것이다. 예를 들면, 혈중 알코올 농도에 따른 변화를 관찰하거나 신경계에 영향을 주는 약물 투여량에 대한 변화를 관찰하

는데 응용이 가능할 것이며, 더 나아가서는, 자동차의 안전에도 응용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Jea-Bum Park, *“Development and Installation of Driver’s Behavior and Response Detecting System in Vehicle”*, 1998.
- [2] Suk-Ki Min, Il-Ki Moon, Jung-Soo Ha, Kyong-Su Yi, *“Estimation of Human Driver Model Parameters using Analysis of Driving Behavior”* KSAE Fall Conference pp.1109-1114, 2003.
- [3] J.Y Kim, S.Y. Yoon, J.S. Park, H.Y. Lee, J.B. Park, J.Y. Kim *“Pattern Classification and Diagnosis of driver’s bio-signal on highway”* Proceedings of Spring Conference of Ergonomics Society of Korea pp234-234, 2001.
- [4] Manabu Tashiro, Etsuo Horikawa, Hideki Mochizuki, Yumiko Sakurada. *“Effects of fexofenadine and hydroxyzine on brake reaction time during car-driving with cellular phone use”*. HUMAN PSYCHOPHARMACOLOGY Hum Psychopharmacol Clin Exp, 20, pp.501-509, 2005.
- [5] Dong-Hyuk Ihm, Seong-Mo Park, *“System Implementation for measuring the obstacle recognition reaction rate of driver”*, IEEK Summer Conference, pp.611-612, 2009.
- [6] Jeon Jong-Oh, Seong-Mo Park, *“Test result analysis of measuring the obstacle recognition reaction rate of driver.”*, IEEK Fall Conference, pp.439-440, 2009.

저 자 소 개



전 종 오(학생회원)
 2009년 조선대학교 컴퓨터공학부
 학사 졸업
 2011년 전남대학교 전자컴퓨터
 공학과 석사 재학 중
 <주관심분야 : 컴퓨터, 반도체, 디
 바이스 드라이버>



원 용 관(정회원)
 1988년 한양대학교 전자공학과
 학사 졸업
 1991년 미국 미주리주립대
 전기 컴퓨터공학 석사
 1995년 미국 미주리주립대
 전기 컴퓨터공학 박사
 1995년~1996년 한국 전자 통신 연구소(ETRI)
 연구원
 1996년~1999년 한국통신(KT) 연구원
 1999년~현재 전남대학교 공과대학
 컴퓨터공학 교수
 2004년~현재 한국 Bio-IT 파운드리 사업단
 광주 센터장
 <주관심분야 : 패턴인식, 신호 및 영상처리, 컴퓨
 터진단, 의료기기>



박 성 모(정회원)
 1977년 서울대학교
 전자과 학사 졸업
 1979년 KAIST 전기및전자과
 석사 졸업
 1988년 North Carolina State
 Univ ECE 컴퓨터공학
 박사 졸업
 1979년~1984년 한국전자기술연구소 설계 개발부
 선임연구원
 1988년~1992년 Old Dominion Univ. ECE
 조교수
 1992년~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학 교수
 <주관심분야 : 컴퓨터, 반도체, VLSI, SoC>