

자동차 센서 모니터링 시스템 개발

최낙권 · 이상훈[†]

Development of automobile sensor monitoring system

Nakgwon Choi and Sanghoon Lee[†]

Abstract

We propose a newly developed automobile sensor monitoring system incorporated with a tire pressure monitoring sensor(TPMS). The RF-transmitter based on a tire pressure sensor, sends a frame data about measured tire-pressure to RF receiver. And the various sensing signals based on sensors such as fuel-level sensor, engine oil level sensor and temperature sensors, are converted into 10-bit digital data. The microprocessor displays converting data such as tire pressure, trip distance, fuel quantity, coolant temperature and car-room temperature, on LCD panel. The proposed system can be successfully adapted to monitoring of the tire pressure and various automobile sensors.

Key Words : TPMS, RF transmitter, RF receiver, fuel sensor, oil-level sensor, temperature sensor, A/D converter

1. 서 론

국내 자동차 생산량의 증가와 함께 국산 자동차의 사양이 날로 고급화되면서 자동차 중 전자화 시스템이 차지하는 비중이 약 25%에 접근하고 있다. 이에 따라 차량용 센서시장도 급성장하고 있다. 특히 자동차의 성능향상과 다양한 기능실현을 위해 제어시스템이 중앙 집중형에서 분산형으로 바뀌어가는 추세에 있다. 현재 자동차 1대당 센서 사용개수는 100개 이상으로 그 수와 기능상 다양한 센서의 사용이 점점 늘어나고 있다. 국산 자동차에서 센서가 사용되는 분야는 계기판에 표시된 각종 계기용 센서와 엔진용, 제동장치용으로 구분된다. 계기용 센서는 엔진 냉각수의 온도를 감지하는 온도 센서, 연료잔량의 정도를 표시하는 연료량 센서, 기어의 회전수에 따라 주행속도를 지시하는 속도센서 등이 있으며 이들은 대부분의 차종에 적용되고 있다. 일부 차종엔 오일압력, 엔진 오일레벨 센서도 부착되고 있다. 특히 2006년부터는 미국에 수출되는 모든 차량에 의무적으로 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)를 장착하여야 한다^[1]. 이에 따라 타이어 공기압을

측정하여 이를 무선 데이터로 전송하는 반도체 센서 칩들이 개발되어 왔다^[2-4]. 또한 센서의 저가격화와 센서 데이터 교정의 용이성을 위해 타이어 압력센서와 신호처리소자를 하나의 패키지(package)로 집적화시킨 타이어 공기압 센서 칩들도 제안되고 있다^[5].

본 논문에서는 4개의 타이어에 부착된 타이어 압력 센서로부터 타이어 압력 및 온도를 감지하여 현재 타이어 공기압 상태를 점검하고, 이와 함께 연료량센서에서 입력된 연료잔량을 계산하여 현재 주행가능거리를 나타내며, 냉각수 온도, 엔진오일레벨, 차내 온도센서로부터의 감지 데이터를 실시간으로 처리하여 그래픽 LCD 표시소자에 종합적인 센서정보를 제공하는 일체형 자동차 센서 모니터링 시스템을 개발하였다^[6]. 이와 같은 일체형 센서감시시스템은 기존 센서 개별단위에 따라 아날로그와 디지털 방식으로 혼재되어 있는 자동차 센서 시스템을 디지털 방식으로 통일시킴으로 자동차 ECU(Electric Control Unit)의 데이터 처리 부하를 경감시키고, 운전자의 시인성을 향상시킴으로 자동차 운행의 안정성을 확보하는데 커다란 도움이 된다.

2. 본 론

그림 1은 본 논문에서 제안한 실시간 자동차 센서 감시시스템의 블록도이다. 타이어 공기압 데이터를 무

경남대학교 전자전기공학부(Div. of Electronic and Electrical Engineering, Kyungnam Univ.)

[†]Corresponding author: sanghoon@kyungnam.ac.kr
(Received : January 19, 2005, Accepted : January 28, 2005)

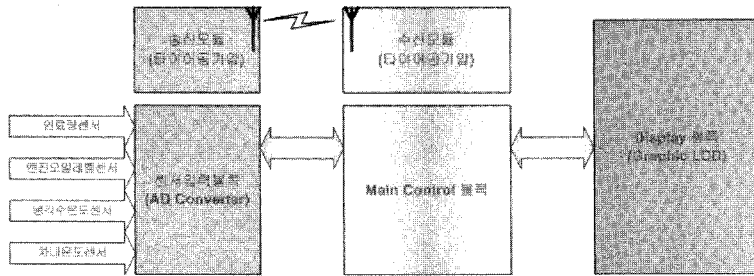


그림 1. 자동차 센서 모니터링 시스템 블록도
Fig. 1. Block diagram of automobile sensor monitoring system.

선으로 전송하는 송신모듈과 함께 연료량, 엔진오일레벨, 냉각수 온도, 차내 온도센서의 데이터를 받아들이는 센서입력블록과 타이어 공기압 데이터 수신모듈과 센서입력블록에서 수신된 각종 센서 데이터를 처리하는 주 제어(main control) 블록, 디스플레이 블록으로 구성된다.

2.1. 센서 입력 블록

타이어 공기압 송신모듈에서 측정된 타이어 공기압 데이터는 무선으로 송신된다. 송신 반송주파수는

433.92 MHz이다. 타이어 압력 데이터는 9600 bps의 baud rate와 FSK 변조를 이용한 맨체스터(Manchester) 코드로 전송된다. 표 1은 송신 데이터 프레임 포맷을 보여준다.

프리앰블(preamble) 16 bits는 0xFB86으로 설정되었으며 이어서 실제 데이터가 따라온다. 타이어 4개의 ID값은 0x7800 - 0x7803의 주소를 가지며 수신된 ID를 체크하여 ID가 일치하지 않으면 무시한다. Pressure, Temperature는 타이어의 압력 및 온도를 나타내는 데이터로써 수신부의 설정 값에 따라 데이터의 상태를

표 1. 송신 데이터 프레임 포맷
Table 1. Transmit data frame format

Preamble	Device ID	Pressure	Temperature	Status	Checksum	Stop Bits
16 bits	32 bits	8 bits	8 bits	8 bits	8 bits	2 bits

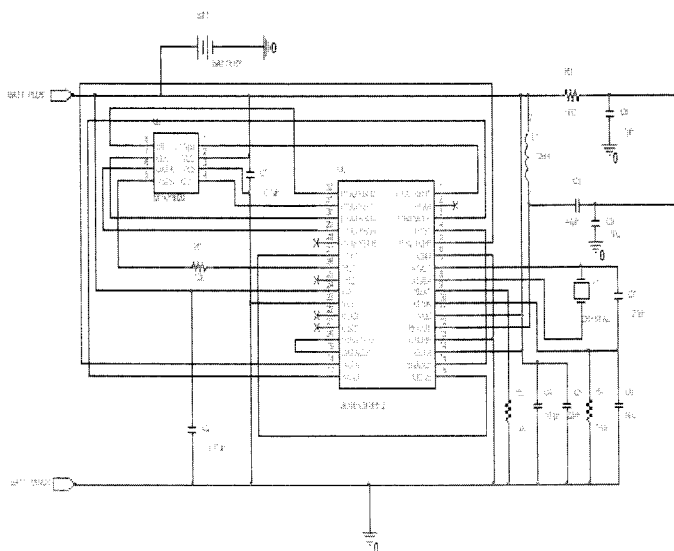


그림 2. 송신모듈 회로도
Fig. 2. Transmit module schematic.

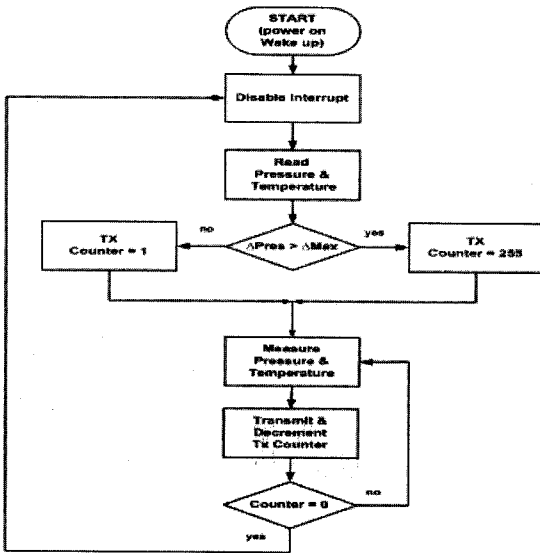


그림 3. 타이어 공기압 데이터 송신 흐름도
Fig. 3. Tire pressure transmitting flowchart.

감지할 수 있다. Status는 상태 값을 나타내며, Checksum은 이전 송신 데이터에 의존하여 송신 데이터의 에러를 감소시킨다. Stop bits는 데이터의 끝을 나타낸다. 그림 2는 송신모듈의 구성 회로도도를 보여주고 그림 3은 타이어 공기압 송신모듈의 송신 데이터 처리의 흐름도(flowchart)를 보여준다.

그 외의 자동차 연료량, 냉각수 온도, 엔진오일레벨, 차내 온도 센서로부터 입력되는 아날로그 신호들은 일정한 시간 간격을 두고 순차적으로 값을 받아들인다. 즉 A/D 컨버터의 데이터 변환 유무는 적절한 시간지연을 주어서 기다리는 폴링(polling) 방법을 사용하였다. 분해능은 입력 아날로그양의 크기로 표시하여 [V]로 나타낼 수 있다. 따라서 우리가 사용한 A/D 컨버터의 아날로그 입력 전압의 범위는 0~5[V]이므로 10 bits의 A/D 컨버터로=0.00488[V]의 분해능을 가진다.

2.2. Main Control 블록

그림 4는 타이어 송신모듈에서 전송한 타이어 압력 및 온도 데이터를 수신하는 수신모듈 및 센서입력블록에서 수신한 각종 데이터 처리를 위한 주 제어블록의 구성회로를 보여준다. 그림 5는 운전자에게 타이어 공기압, 연료잔량, 엔진오일 레벨 센서 값이 설정치 이상의 변화가 발생하면 음성으로 특정 값에 변화가 있음을 알려주기 위한 음성 모듈 구성회로를 보여준다.

주 제어 블록은 센서 입력 블록에서 변환된 데이터를 읽어 들여 연산을 수행하는 블록으로 A/D 컨버터로 읽어 들인 정수 값을 측정하려는 물리량으로 환산하여 부동소수점 형식으로 나타내야한다. 따라서 물리량을 환산하기 위해 비례관계식으로 처리하였다. 전압레벨의 형태로 입력되는 연료량 센서 값에 대해 비례관계식을 적용하면 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

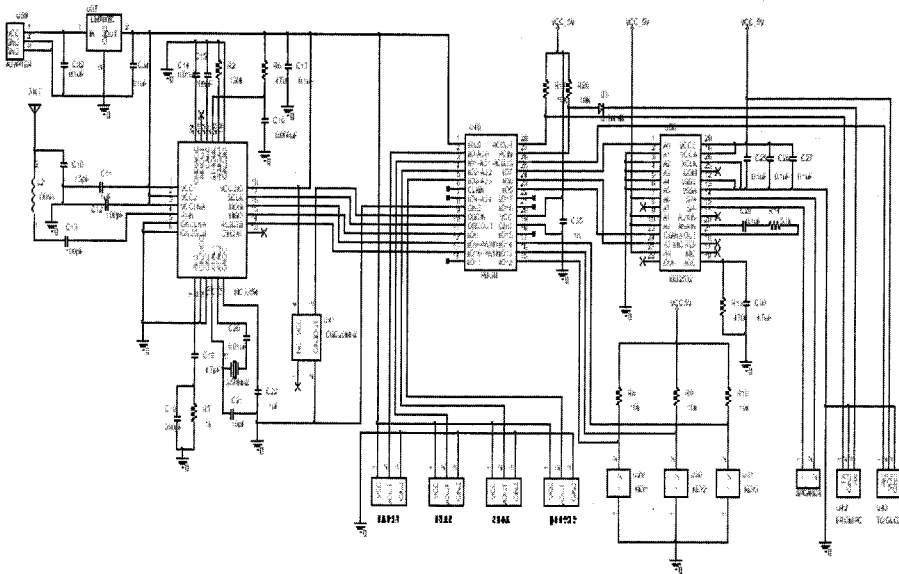


그림 4. 수신모듈 및 주 제어 모듈 회로도
Fig. 4. Receiver and main control schematic.

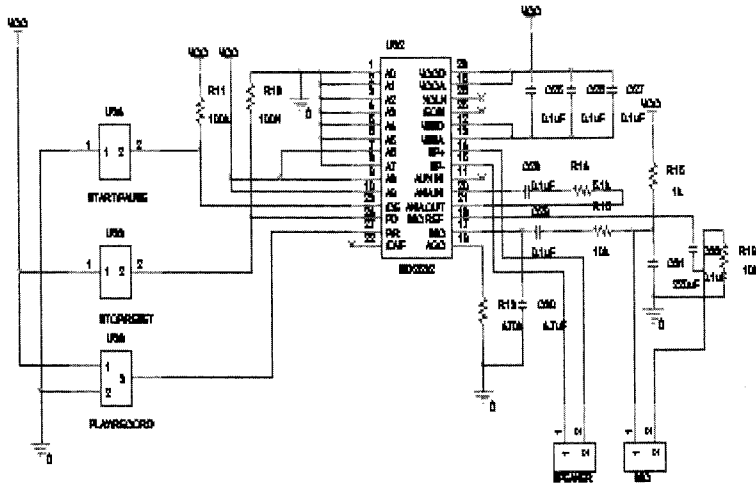


그림 5. 음성모듈 회로도
Fig. 5. Voice module schematic.

$$3FFH(1024) : 5[V] = A/D\text{데이터 } x[V] \quad (1)$$

따라서 수식 (1)의 관계식으로부터 환산된 연료량은 수식 (2)에서 얻어진다.

$$x = A/D\text{데이터} \times \frac{5}{1024}[V] \quad (2)$$

환산된 값을 이용하여 현재 연료잔량으로 주행가능거리를 계산하기 위해 1[l]당 0.1[V]로 표현 하였으며 차량의 운행상태에 따른 공식연비는 운전자가 값을 설정할 수 있게 하여 설정된 값에 따라 달라질 수 있다. 따라서 주행가능거리는 식 (3)에 의해 계산 하였다.

$$\text{주행가능거리} = \text{현재연료잔량} \times \text{공식연비} \quad (3)$$

차내 온도센서 경우는 10[mV/°C] 전압이 출력되는 센서를 사용하였다. 적절한 온도표시영역을 위해 센서 출력 값을 비 반전 증폭기에서 5배로 증폭하여 100 [°C]일 때 5[V]가 되게 하였다. 마찬가지로 환산을 위해 수식 (4)에 의한 비례관계식을 적용하였다.

$$\begin{aligned} 3FFH(1024): 5[V] &= 3FFH(1024): 100[^\circ\text{C}] \\ &= A/D\text{데이터}: x[V] \end{aligned} \quad (4)$$

따라서 수식 (4)의 관계식으로부터 환산된 온도 값은 수식 (5)과 같이 얻어진다.

$$x = A/D\text{데이터} \times \frac{100}{1024}[CENIGRADE] \quad (5)$$

이를 소수점 아래 첫째자리까지 나타내기 위해 여기에 10을 곱하여 정수화 시켰다. 위와 같은 동일한 방

식을 사용하여 다른 센서 입력들도 계산할 수 있다. 한편 주행가능거리 계산 시 자동차의 오르막길이나 내리막 길 등 이동상황에 따라서 읽어 들이는 값이 급격히 변화될 경우가 발생하므로 정확성을 위해 평균법을 사용하였다. 즉, 해당 센서 입력 값을 10초 간격으로 10회 반복적으로 읽어 들여 그 값의 평균을 취하여 계산하였다.

그림 6은 본 논문에서 제안한 자동차 센서 모니터링 시스템의 시스템 제어 프로그램 흐름도를 보여준다. 각

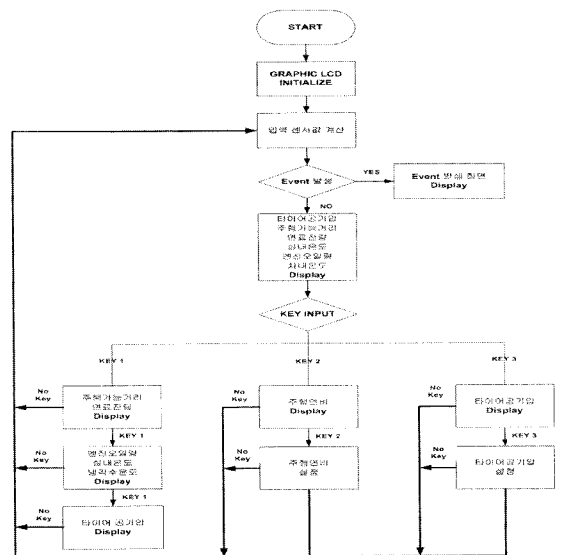


그림 6. 시스템 제어 흐름도
Fig. 6. System control flowchart.

각 센서들의 상태를 체크하여 이벤트가 발생하면 해당 이벤트가 발생한 화면으로 전환된다. 키 입력에 따른 모드를 선택할 수 있다. 예로서 key1이 입력되면 연료 잔량을 계산하여 주행가능거리를 나타낸다. key2의 입력을 받으면 현재 주행연비를 나타내고 주행연비를 설정할 수 있다. 마지막으로 key3의 입력을 받으면 현재 타이어 공기압 및 타이어 온도를 디스플레이하게 되며 key3을 이용하여 타이어 공기압을 설정할 수 있다. 각 모드에서 key 입력이 10초 동안 발생하지 않으면 모든 센서들의 상태를 표시하는 메인 화면으로 전환된다.

2.3. Display 블록

Display 블록은 Main control 블록에서 산출되어진 (연료잔량, 냉각수 온도, 엔진오일 레벨, 차내 온도,

타이어 공기압)등을 그래픽 LCD 상에 표시한다. 그림 7은 key1 입력 시 차체로 전환되는 화면을 보여주는데 key1의 입력이 있으면 연료잔량 및 주행가능거리, 엔진 오일량 및 차내 온도, 타이어 공기압 순으로 화면이 전환된다. 그림 8은 공식연비 설정 및 타이어 공기압 설정 화면이다. 첫 번째 key2 입력에서 공식연비를 표시하고 두 번째 key2 입력에서 공식연비를 설정할 수 있다. 또한 첫 번째 key3 입력에서는 타이어 공기압을 표시하고 두 번째 key3 입력에서 타이어 공기압을 설정한다. 그림 9는 연료잔량, 타이어 공기압 이벤트 발생 시 표시되는 화면을 나타내고 이와 동시에 스피커를 통해 음성으로 이벤트가 발생하였음을 운전자에게 알려준다.

그림 10은 본 논문에서 시험을 위해 구성한 실시간 자동차 센서 감시 시스템의 테스트 보드를 보여주고

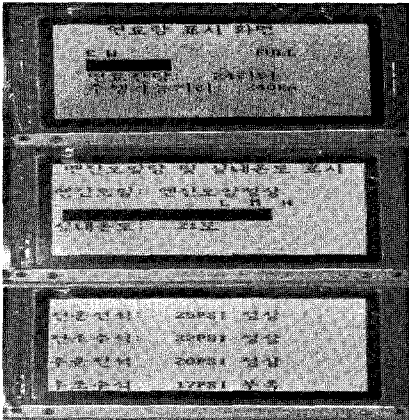


그림 7. key1 입력 시의 표시화면
Fig. 7. Information displayed by pressing key1 button.

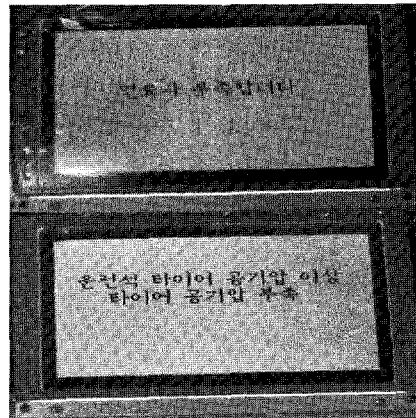


그림 9. 이벤트 발생시의 표시화면
Fig. 9. Information displayed by occurring event.



그림 8. key2, 3 입력 시의 표시화면
Fig. 8. Information displayed by pressing key2 and key3 button.

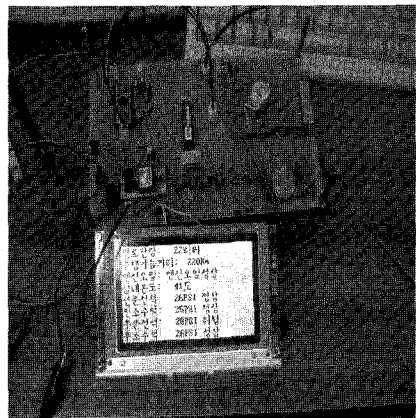


그림 10. 시스템 테스트 보드
Fig. 10. System test board.

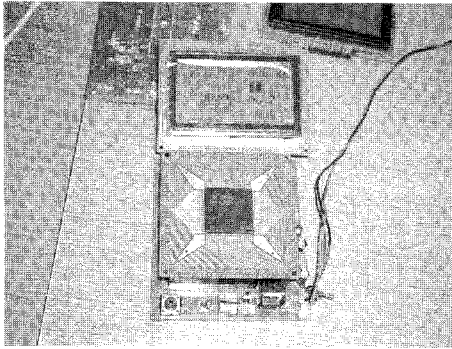


그림 11. 완성된 시스템 시작품
Fig. 11. System pro-to-type.

그림 11은 LCD 디스플레이 인터페이스 부분의 디코더 회로를 FPGA 칩으로 설계하여 제작한 완성된 시작품을 보여준다.

3. 결 론

본 논문에서 설계한 실시간 자동차 센서 감시시스템은 타이어의 압력 및 온도의 상태를 측정하여 실시간으로 운전자에게 알려주어 사고를 미연에 방지할 수 있다. 또한 기존의 아날로그 방식으로 표시되던 일부 센서 신호 값들을 그래픽 LCD를 이용하여 디지털로 표시함으로써 시인성이 향상되었다. 아울러 특정 센서 값에 이상이 발생하면 운전자에게 음성으로 알려줌으로써 자동차 운행의 안전성을 확보할 수 있다. 이와 같은 일체형 자동차 종합센서 감시시스템은 기존의 ECU

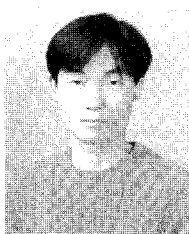
에서 일괄 처리되던 것을 분산시켜 하나의 시스템으로 설계함으로써 ECU의 부하를 감소시킬 수 있는 이점을 제공한다.

감사의 글

본 연구는 2004학년도 경남대학교 학술논문게재연구비 지원으로 이루어졌습니다.

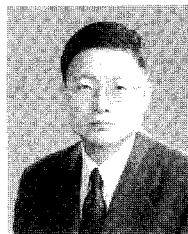
참고 문헌

- [1] "Tire Pressure Warning", Transportation Recall Enhancement, Accountability, and Documentation (TREAD) Act, Section 13, NHTSA, 2000.
- [2] "M68HC08 Microcontrollers", Motorola, Rev. 3, Colorado, pp. 1-185, 2003.
- [3] Ador Reodique, "The MPXY8000 Series Tire Pressure Monitoring Sensor", Application Note, Motorola, Rev. 2, pp. 1-19, 2003.
- [4] Jeff Burgess, "Motorola Tire Pressure Monitor System Demo", Application Note, Motorola, Rev. 1, pp. 1-21, 2003.
- [5] J. Dancaster, W. Kim, D. Do, S. Sampson, J. Logan, and R. Merrill, "Two-Chip Pressure Sensor and Signal Conditioning", *IEEE 12th International Conference on Solid State Sensors, Actuators and Microsystems*, pp. 1699-1702, Boston, USA, 2003.
- [6] 최낙권, 안진우, 이상훈, "자동차 센서 모니터링 시스템 개발", 한국센서학회 종합학술대회 논문집, pp. 77-78, 제주, 한국, 2004.



최 낙 권 (Nakgwon Choi)

- 2003년 8월 경남대학교 전자공학과(공학사)
- 2003년 9월 ~ 현재 경남대학교 전자공학과 석사과정
- 2005년 1월 ~ 현재 한국전기연구원 전력반도체연구그룹 위촉연구원
- 주관심 분야 : RFID 시스템, 유비쿼터스 네트워크, 반도체 칩 설계



이 상 훈 (Sanghoon Lee)

- 1984년 2월 고려대학교 전기공학과(공학사)
- 1987년 8월 고려대학교 전기공학과(공학석사)
- 1998년 2월 고려대학교 전기공학과(공학박사)
- 1987년 9월 ~ 1991년 1월 삼성전자(주) PC개발실 주임연구원
- 1991년 1월 ~ 1995년 3월 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1995년 3월 ~ 2001년 2월 한서대학교 전자공학과 조교수
- 2001년 3월 ~ 현재 경남대학교 전자전기공학부 부교수
- 주관심 분야 : 디지털시스템, FPGA, 시스템IC 설계