

음성을 이용한 차세대 운전자 지원 시스템 개발

Development of Advanced Driver Support System by Voice

최형기*, 문인섭**, 김종교*

(Hyoung Ki Choi*, In Seob Moon**, Chong Kyo Kim*)

*본 연구는 전북대학교 자동차 신기술 연구소의 지원을 받아 수행하였으며 이에 감사합니다.(AR95-31)

요약

본 연구는 인간에게 있어서 정보의 습득으로 가장 쉬운 음성을 이용하여 자동차의 정보를 전달하는 운전자 지원 시스템의 구현에 관한 내용으로, 제작된 시스템은 여러 가지 입력 신호(연료량, 엔진 냉각수 온도, 오일 압력, 자동차 속도, 엔진 속도, 문 열림 경고, 안전 벨트 경고, 주차 브레이크 등)에 따라 음성 경고 문장을 발생하게 된다.

ABSTRACT

This paper is concerned with the implementation of a driver support system, which transfers automobile's information by voice which is the most convenient media for information transfer.

The proposed system produces voice warning sentences according to input signals; fuel consumption, engine coolant temperature, oil pressure, vehicle speed, engine speed(rpm), door warning, seat belt, handbrake, etc.

I. 서론

과거와는 달리 최근 자동차는 점차 복잡해지기 시작했다. 사람들은 자동차 조작을 보다 편리하게 할 수 있으면서, 동시에 고도의 기술을 완전하게 이용할 수 있기를 원하게 되었으며, 이에 대한 욕구를 충족시키기 위해 자동차와 인간의 정보교환이 필수적인 요건으로 부각되었다. 이러한 정보교환의 수단으로서 Man Machine Interface(MMI)가 필요하게 되었으며 이MMI의 수단으로서 음성이 부각되고 있다. 음성은 가장 편리하고 자연스러운 정보교환 수단이며, 부가적인 교육을 받지 아니하고도 자연스럽게 생활 속에서 얻을 수 있는 교류수단이고, 쉽게 사용할 수 있는 용이한 도구로, 화자의 의도뿐만 아니라 막대한양의 정보를 전달할 수 있는 수단이다. 이러한 음성의 특성을 이용하여 현재 인간과 기계 사이의 정보 교환수단으로서 음성을 기계에 접목시키는 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구는 자동차의 계기판에 표시되는 자동차 상태 정보를, 시각의 이동 없이, 인간의 가장 자연스러운 정보 습득형태인 음성의 형태로 인지할 수 있는 음성 지원 시스템의 제작에 관한 연구이다. 제작된 시스템은 계기판에서 시각으로 쉽게 판별할 수 있는 연료량, 엔진 냉각수 온

도, 오일 유압, 주행 속도, 엔진 회전 속도(rpm), 문 개폐, 안전 벨트, 주차 브레이크의 8가지 입력신호를 받아서 음성 경고 문장을 출력한다.

2절에서는 기존 표시방식의 계기판에 대한 내용 및 제작된 음성 지원 시스템의 입력으로 설정된 신호들에 관한 내용들을, 3절에서는 운전자 지원 시스템의 설계에 관한 내용을 및 실험내용 및 결과에 대해서 마지막으로 4절에서 결론을 맺는다.

II. 계기판 표시 장치 및 입력 데이터의 분석

2.1 계기판 표시장치

현재 상용되는 자동차의 계기판의 구조는 차의 종류에 따라 약간씩은 다르다. 자동차의 계기판은 자동차의 현재 상태를 정확히 파악하여 운전자의 안전운행과 경제성을 확보함과 동시에 자동차의 기능을 고도로 발휘시키기 위하여 장착되어 있다. 현재 주로 채용되고 있는 계기류는 속도계, 유압계, 전류계, 온도계, 연료계, 엔진 회전 속도 계등과 상태를 나타내기 위하여 여러 경고등이 부착되어 있다.[7] 다음은 계기판에 기본적으로 포함되어 있는 경고등 및 표시등의 종류를 나타낸다.

* 전북대학교 전자공학과

** 한려대학교 정보통신과

접수일자: 1998년 10월 16일

○ 주행 속도

○ 엔진 회전 속도(tachometer)

- 연료량
- 엔진 냉각수 온도
- 엔진 오일 압력
- 축전지 전압 표시
- 문 열림 경고(door open warning) 표시
- 주차브레이크 경고 표시
- 안전 벨트 경고 표시

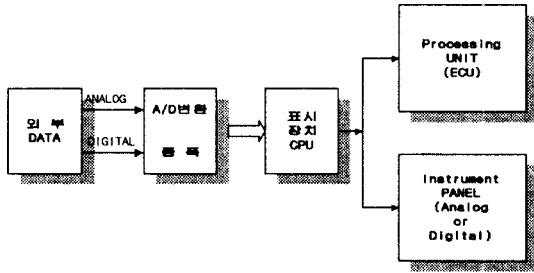


그림 1. 계기판 패널의 시스템 블록도
Fig. 1. System block diagram of panels.

디지털 표시 장치 계기판의 시스템은 그림 1의 블록도와 같이 구성되어 있다. 외부 데이터 입력은 각종 센서의 출력 데이터로서 아날로그 데이터와 디지털 데이터로 나누어진다.

아날로그 표시 장치 계기판에서는 데이터의 특별한 변환 없이 표시 장치의 입력으로 사용해서 상태정보를 표시한다. 그러나, 디지털 표시 계기판에서는 입력된 데이터들을 processing unit(ECU)의 입력으로 사용할 수 있는 디지털 데이터의 형태로 변환해서 사용한다. 아날로그 데이터는 A/D 변환과정을 거쳐 증폭을 하여 디지털 데이터로 변환시킨 후 중앙 처리 장치에 입력하게 된다. 입력된 데이터들은 적합한 처리과정을 거친 ECU의 다른 기능의 처리 장치의 입력으로 사용되고 디지털 표시 계기판의 입력으로도 사용되어서 계기판의 상태정보들을 표시하게 된다.[3][4]

2.2 입력 데이터

본 연구에서 구현하는 음성 경고 시스템의 입력으로는 디지털 데이터인 차량 속도, 엔진 회전 속도, 문 개·폐 여부, 주차 브레이크, 안전 벨트 신호들 등과, 아날로그 데이터인 연료량, 엔진 냉각수 온도, 유압 등을 선택하였다.

연료량의 측정은 연료량 센서의 출력 전압 값을 이용해서 표시한다. 보통의 연료량 센서는 탱크를 가득채웠을 때 뜨개(float)가 한도를 향하도록 중앙부에 장착되어 있다. 센서의 퍼텐쇼미터(potentiometer)는 정전압 전원에 연결되어 일정한 전류가 흐르고 있다. 퍼텐쇼미터의 와이퍼암(가동점접)은 뜨개에 기계적으로 운동하고 있어 뜨개 위치, 즉 연료레벨에 대응하는 분할전압이 얻어진다.[3][4]

냉각수 온도의 측정에 쓰이는 수온 센서는 보통 서미스터라고 하는 반도체 센서이다. 서미스터의 전기 저항은 온도의 상승에 따라 저하되는 부(負)의 온도특성을 가지고 있다. 수온 센서의 출력 특성은, 0℃에서는 3.7~4.3V, 80℃

에서는 1.0~1.5V의 출력 전압 값을 나타낸다.[2][3][4]

엔진 유험유 압력의 측정도 자동차의 계속 시스템의 중요한 기능이다. 유압이 허용 한계치보다 낮아지면, 냉각수 온도의 경고 기능과 마찬가지로 경고등이 점멸된다. 보통 가변 저항 식의 유압 센서를 사용한다. 이 센서는 압력에 의해 저항치가 변하므로 이것과 직렬 연결된 저항의 양단전압이 유압에 비례하며, 유압이 허용 한계치 이하로 내려간 것을 운전자에게 알리는 역할을 한다.[2][3][4]

차속의 측정 시스템으로 사용되는 스피드 센서는 감지 방식에 따라 여러 형태가 있다. 스피드 미터에 내장되어 있는 스피드 센서는 스피드 케이블이 1회전할 때 4개의 디지털 펄스를 발생하며 Km당 2548개의 펄스를 발생하며, 이러한 펄스신호의 주파수는 차속에 비례하게 된다.[2][3][4]

엔진의 회전 속도의 측정은 여러 방식이 있지만 크랭크샤프트 위치 센서의 출력 전압 펄스를 이용해 계산하는 방식은 다음과 같다. 크랭크샤프트 위치 센서는 크랭크샤프트가 1회전할 때 4개의 출력 전압 펄스를 생성한다. 그러므로 센서의 출력 전압 펄스를 1분간 카운트하여 4로 나누면 매분의 엔진 회전속도를 얻을 수 있게 된다. 센서의 출력 전압 펄스는 차속 센서의 출력 신호와 같은 형태를 나타낸다.[2][3][4]

기타 입력 신호로, 문 개·폐 경고, 주차 브레이크 경고, 안전벨트 경고등을 들 수 있으며, 실제 시스템은 스위치와 경고등 사이에 다른 복잡한 회로가 존재하지만 기본적인 동작은 스위치의 ON/OFF으로 해석된다. 문 개·폐 경고는 각 문에 연결되어 있는 스위치의 ON(개)/OFF(폐) 여부에 따라 경고표시등이 점등되는데, 각 문에 연결되어 있는 여러개의 스위치는 서로 병렬로 연결되어 있고, 경고동과는 직렬로 연결되어 있다. 주차 브레이크 경고는 주차 브레이크 레버를 당기면 스위치가 ON이 되어 경고 표시등이 점등된다. 이러한 주차 브레이크 경고는 차속 센서와 연결되어 차속이 5Km/h 이상이 되면 주기적으로 경고등이 점등된다. 안전벨트신호는 안전벨트 미착용시 스위치가 ON이 되어 경고등이 점등된다.[2]

III. 시스템 구성 및 실험

이와 같은 여러 가지 데이터를 이용한 운전자 지원 시스템을 설계하였으며, 하드웨어 부분으로는 제어부와 음성출력부, 소프트웨어 부분으로는 입력신호 처리과정과 음성출력과정으로 구분하여 구성하였다.

3.1 시스템 구성

본 시스템은 그림 2와 같이 제어부와 음성 출력부로 구성되어 있다. 제어부는 아날로그 입력 신호, 디지털 입력 신호를 처리할 수 있는 인터페이스 회로, 그리고 지멘스(SIMENS)사의 80C166 중앙 처리 장치(CPU)와 주변 장치로 구성되어 있다. 음성 출력부 모듈은 DAC0800 D/A 변환기와 음성 증폭회로로 구성되어 있다.

음성 출력부는 70ns의 변환 시간을 가지는 8비트 D/A 변환기 DAC0800과 인터폰 회로에서 쓰이는 소출력용의

IC인 LM380N으로 이루어져 있다. 음성 데이터는 마이크로 컨트롤러의 포트 2의 하위 8비트를 통해 D/A 변환기로 입력되는데, 타이머의 인터럽트 기능을 사용해 음성 데이터의 샘플링 주파수에 맞춰져 D/A 변환기의 입력 쪽으로 제공된다. 변환된 아날로그 출력신호는 소출력용 IC LM380N을 통과하여 스피커를 통해 출력된다.

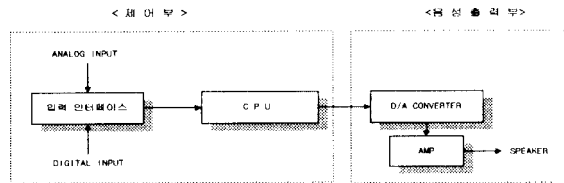


그림 2. 시스템 구성도
Fig. 2. The Structure of System.

3.2 소프트웨어의 설계

본 시스템에서 소프트웨어는 지멘스사의 C 컴파일러 CC166과 어셈블리 ASM166을 사용하여 프로그램 되었다. 프로그램 소스는 시스템 초기화를 포함하는 주 프로그램 부분과 각각의 인터럽트를 수행하는 부분을 포함하는 부 프로그램으로 나뉘어 있다.

프로그램은 32K EPROM의 크기에 한정하여 작성하였다. 전체 프로그램의 동작은 자동차 운행의 상태에 따라 자동차 출발전, 자동차 주행중, 자동차 정지시의 3부분으로 나뉘어 지고 다시 각 부분은 기능별로 입력 처리 과정과 데이터를 처리해서 상황에 따라 음성을 출력하는 음성 출력 처리 과정의 서브 프로그램으로 구성하였다.

각 서브 프로그램의 입력 처리 과정은 아날로그 신호인 연료량, 엔진 냉각수 온도, 유압의 입력 서브 프로그램과 디지털 신호인 속도 센서와 엔진 회전수 측정 센서의 펄스를 입력받는 서브 프로그램, 문 개·폐, 안전 벨트, 주차 브레이크의 디지털 상태를 입력받는 프로그램으로 구성되어 있다.

음성 출력 처리 과정은 입력 수치 값에 대해서 분석을 한 후 상태에 적합한 음성을 출력하도록 제어하는 프로그램이다.

그림 3은 프로그램의 전체적인 동작의 흐름도를 보여 준다. 먼저 시스템에 전원이 공급되면 시스템이 동작하기 시작하여 각각의 변수에 대해 초기화가 이루어지고, 시스템 타이머 T0가 동작한다. 상태 선택 신호로 주행 속도를 입력받아 타이머 T0의 값과 조합하여 자동차 출발전, 자동차 주행중, 자동차 주행후 상태가 결정되고, 각 상태에 따른 입력 처리 과정과 음성 출력 처리 과정을 수행하게 된다.

3.3 음성출력

음성 출력 처리 과정은 입력된 데이터에 대해서 각각의 상황의 설정값의 상태 즉, 기준값에 위배된 경우(상황 발생)에 타이머의 종류에 따라 음성 경고 문장을 스피커

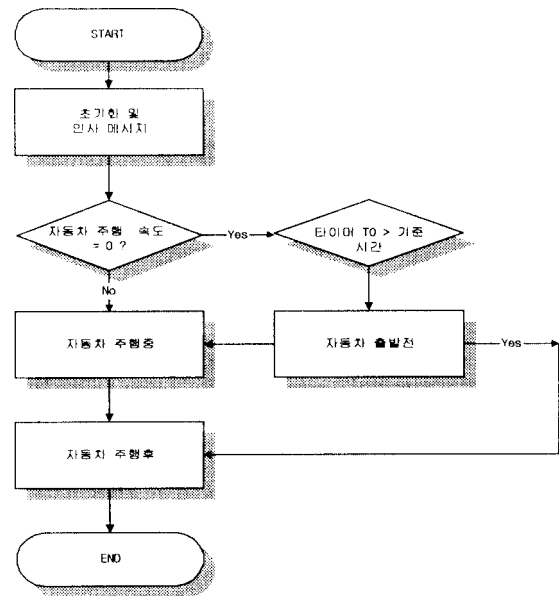


그림 3. 프로그램 흐름도
Fig. 3. A flowchat of the Program.

로 출력 처리하는 과정이다. 표 1에는 각각의 입력 신호 및 발생 상황에 따른 음성 경고 문장을 나타내었다.

표 1. 음성 경고 문장
Table 1. Speech Warning Sentence.

입력신호	발생 상황	음성 출력 문장
시시	시스템 시작시	"음성/지원/시스템을/가동합니다."
문개·폐	문 open	"문열/확인해/주십시오."
주차 브레이크	브레이크 ON	"주차브레이크를/확인해/주십시오."
안전 벨트	미착용시	"안전벨트를/착용하여/주십시오."
연료량	특정 레벨 이하	"연료량/확인해/주십시오."
냉각수 온도	특정 온도 이상	"엔진이/과열/되었습니다."
유압	특정 레벨 이하	"오일/압력이/낮습니다."
주행속도	특정 속도 이상	"현재/주행속도는/xxx킬로미터를/초과/하였습니다."
회전속도	특정 RPM 이상	"현재/엔진/회전/속도가/너무/높습니다."
종료	시스템 종료시	"음성/지원/시스템을/종료합니다."

본 연구에서 사용하는 음성 경고 문장은 표 1의 문장들을 사용하며 음성 경고 문장의 합성은 단어 또는 어절 단위로 EPROM에 저장되어 있는 음성데이터를 이용해 음성 문장을 구성하고 출력하는 편집형 녹음 방식[6]을 도

입하였다. 편집형 녹음방식이란 표 2와 같이 “현재 주행 속도는 백이십 킬로미터를 초과하였습니다.”라는 안내 방송을 재생하기 위하여 각 대상단어의 파일을 열고 조합하는 방식이다.

표 2. 음성 문장의 합성

Table 2. An example of voice sentence synthesis.

안내문장	현재/주행속도는/백이십/킬로를/초과/하였습니다.
음성데이터	cur.dat/spced.dat/120.dat/km.dat/over.dat/eng.dat

편집형 녹음방식에서 사용할 음성 데이터는 샘플링 주파수 8KHz를 사용하여 8비트 정밀도를 가지는 과행 부호화 방식으로 코딩되어 있다. 이러한 과행 부호화 방식은 음성신호를 시간축 상에서 표본화하여 부호화한 후 저장하는 방식으로 음성 합성시 저장된 신호를 복호화하여 음성신호로 재생하게 된다.

음성데이터들은 어절 또는 단어 단위로 구성되며 반복되는 부분을 제외한 데이터들로 구성되어 있다. 음성 데이터는 차세대로 512K EPROM의 0번지부터 저장된다. 음성 문장을 구성할 때는 데이터 시작위치, 데이터 크기로 구성된 데이터 구조체를 이용하여 음성을 구성하게 된다. 데이터 메모리 맵에는 EPROM에 저장되어 있는 각각의 데이터의 시작 위치와 데이터 크기가 저장되어 있다.

3.4 실험 및 결과

시스템의 실험은 ROM 에뮬레이터를 사용하여 이루어졌다. 시스템의 실험에 필요한 입력신호는 2절에서 분석된 신호를 기반으로 자동차와 비슷한 신호를 발생하여 이 신호를 시스템에 입력하여 실험하였다. 자동차에서 나오는 신호는 센서의 종류, 출력 값의 형태에 따라 다르지만 실험 상황을 가정해서 입력 신호를 정하여 실험하였다. 먼저, 디지털 신호로서 펄스 형태의 신호인 주행 속도 신호에는 펄스 발생 회로의 0(0Km/hr)부터 200Hz(281.7Km/hr)까지의 펄스를 이용하였고 엔진 회전 속도의 신호에는 0(0rpm/min)~600Hz(9000rpm/min)의 펄스 발생 회로가 이용되었으며, 문 개·폐, 주차 브레이크, 안전 벨트와 같은 상태신호는 입력단에 0 volt 또는 5 volt의 신호를 입력하였다. 연료량, 엔진 냉각수 온도, 오일 압력 등의 아날로그 신호는 가변저항을 이용하여 센서의 동작과 같은 0~5 volt의 전압 레벨을 발생하여 이 신호를 이용하였다.

음성 경고 문장의 출력은 미리 설정된 상황에 따라 출력되도록 되어 있다. 자동차 속도에 대한 음성 출력은 840ms동안의 펄스를 카운트해서 얻은 카운터량을 프로그램에서 설정해준 기준값(71개의 펄스에 대응, 85Hz)과 비교해서 기준값을 넘은 경우 차속이 120Km를 넘은 것으로 판정하여 관련된 경고 음성을 출력하게 된다. 엔진 회전 속도의 경우 차속과 마찬가지로 입력 펄스 카운트해서 얻은 카운터량이 프로그램상 설정된 기준값(336개의 펄스에 대응, 400Hz)을 넘은 경우 엔진 회전 속도가 6000rpm이상인 것으로 판정되어 관련된 경고 음성을 출

력하게 된다. 문 개·폐, 안전 벨트, 주차 브레이크의 경우는 포트 3의 하위 3비트의 입력 값이 1(HIGH)일 때 음성 경고 문장을 출력하게 된다. 아날로그 입력의 경우에는 입력 전압의 기준 레벨을 정해서 실험을 하였는데, 엔진 냉각수 온도, 연료량, 오일 유압들은 입력 전압이 기준값 이하일 때 경고 음성을 출력하도록 실험을 행하였다.

각각의 입력에 대해 경고 문장 메시지가 출력되도록 입력을 선택하여 실험을 행하였으며, 각 경고 문장의 첫 단어가 출력 되기 전까지의 출력시간 즉, 입력 처리 시간을 체크하였다.

실질적으로 중앙 처리 장치의 프로세스 타임은 1명령당 100ns이다. 초기화 과정에 소요되는 소요시간과 초기 상태 분할을 위한 자동차 주행 속도의 계산에 쓰이는 소요 시간은 0.9 sec정도 걸린다. 각 입력 처리 시간은 이러한 초기화 과정에서 소요되는 시간 및 그전 처리단계의 처리시간 그리고 음성을 출력할 경우 음성 출력시간을 합해서 구할 수 있다. 디지털 상태의 입력은 포트 3의 하위 3비트의 데이터를 입력받으므로 300ns의 시간도 걸리지 않지만 데이터의 처리 과정에서 21.56 μ sec의 시간을 소요한다. 아날로그 신호의 처리는 A/D 변환 소요 시간 9.7 μ s와 변환을 위한 준비 과정, 변환된 데이터의 저장 및 처리시간을 포함해서 약 51.2 μ s의 시간이 소요된다.

실질적인 처리 시간은 초기화 부분과 각 단계에서의 소요 시간, 그리고 그전 단계의 입력에 대하여 음성을 출력할 경우의 음성 출력에 소요되는 시간 등을 합하여 구할 수 있다. 자동차 주행 속도의 경우 음성 출력시간은 5 sec정도 걸리며 가장 느린 음성 출력시간은 3 sec이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 자동차 계기판의 각종 정보를 차량 주행 시선의 이동 없이 음성을 통해 인지할 수 있는 음성 지원을 하는 시스템의 구현을 목적으로 하였으며, 본 실험에서는 단지 8가지로 한정된 입력 정보에 대하여 데이터 분석을 한 뒤, 설정된 기준값과 비교하여 저장된 음성을 출력하는 방식으로 음성 출력 실험에서는 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 실험실환경에서 비교 기준으로 설정된 값과 입력으로 설정된 값은 차량에서 나오는 신호와 비슷한 수치를 사용해서 실험했지만, 실제적으로 이러한 수치는 차종과 센서의 종류에 따라 각각 다르다. 따라서 이와 같은 시스템을 실제 상황에서 응용하려면 차종, 센서의 종류에 따라 자동차 환경인 필드에서의 테스트를 통한 정확한 기준값을 설정해야 하는 보완점을 갖고 있다. 본 연구는 출력되는 문장은 한정되어 있으므로 과행부호화 방식으로 코딩된 음성데이터를 사용해서 음성을 출력하였다. 하지만, 이와 같은 시스템은 어느 한정된 상황에서만 경고를 할 수 있을 뿐, 모든 상황에서의 시시각각의 정보를 출력할 수가 없다. 따라서 모든 상황에 대해서 음성 정보를 출력하기 위해서는 실시간으로 음성 합성 및 코딩을 할 수 있도록 음성 합성기술 및 코

당 기술에 대한 연구가 필수 불가적으로 이루어져야 한다.
 본 시스템은 자동차에서의 음성 경고 뿐만 아니라 여러 분야에서 음성 경고 시스템으로서 실용적으로 응용될 수 있다. 또한, 본 시스템에서 사용한 CPU의 단점 때문에 음성 인식 시스템을 구현하지 않았지만, 다른 음성 인식 시스템과 연계하여 음성을 통해 명령을 하고 음성으로 출력하는 방식으로 인간과 기계의 정보교환에 이용될 수 있다.

참 고 문 헌

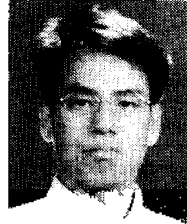
1. 자동차 공학 -대우 자동차 주식회사 기술연구소.
2. 자동차 구조학, ETACS 정비교육 교재 - 현대자동차, 1996.
3. 자동차 집단 전자 시스템, 荒井 宏光, GB기획센터 譯編, 풀든벨 출판사, 1992.
4. 자동차 전자 장치, 신원향, 정병담, 정찬문, 최인호 공 편, 일진 출판사 1990.
5. SIMENS DATA BOOK, Published by SIMENS AG, 1992.
6. 조계원, 이형호, 김영시, "정보료 수납대행 서비스를 위한 TDX-10 SSP 편집형 녹음안내장치의 구현", 대한전자공학회 추계종합학술대회 논문집, 제 17권 제2호 1994.11.
7. B. Perissinotto, E. Zanon, and R. Trevisani, Automotive Informative system, Society of Automotive Engineers, 1984.

▲최 형 기(Hyoung-Ki Choi)

한국음향학회지 제17권3호 참조

▲문 인 섭(In-Seob Moon)

1967년 12월 13일생



1992년 2월 : 전북대학교 공과대학 전자공학과(공학사)

1995년 2월 : 전북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1997년 2월 : 전북대학교 대학원 전자공학과(박사과정 수료)

1997년 3월 ~ 현재 : 한려대학교 정보통신학과 전임강사

※주관심분야 : 음성압축, 음성인식

▲김 중 교(Chong-Kyo Kim)

현재 : 전북대학교 전자공학과 교수
 한국음향학회지 제17권 1호 참조