

## 자동차 선루프 제어용 음성 명령 시스템 구현

정윤식, 임재열  
한국기술교육대학교 전자공학과 통신 및 신호처리 연구실  
younsik@mail.kut.ac.kr, rheem@kut.ac.kr

### Implementation of Voice Command System to control the Car Sunroof

YounSik Choeng, JaeYeol Rheem  
Communication & Signal Processing Lab. Dept. of Electronics Eng., Korea University of Technology and Education  
younsik@mail.kut.ac.kr, rheem@kut.ac.kr

#### Abstract

We have developed a speaker dependent voice command system(VCS) to control the sunroof in the car using RSC-164 VRP(Voice Recognition Processor). VCS consists of control circuits, microphone, speaker and user switch box. The control circuits include RSC-164, input audio preamplifier, memory devices, and relay circuit for sunroof control. It is designed robustly in various car noisy situations like audio volume, air conditioner, and incoming noise when window or sunroof opened. Each two users can control the car sunroof using seven voice commands on the SuperTVS model and five voice commands on the Onyx model. It works well when we drive the car at over 100 km/h with the sunroof opened.

#### I. 서론

여러 가지 편의 장치의 도입으로 자동차 운전자는 운전 중에 이들 장치를 조작해야 하는 일이 많아졌다. 이러한 장치들에는 자동차의 운행과 직접적인 관련이 있는 방향 지시등, 비상등, 헤드라이트, 백미러 등과 최근에 있어서는 GPS 같은 장치를 비롯하여 오디오, 히터, 에어컨, 선루프 등 자동차의 운행과 직접적인 연관은 없지만 운전자의 편의를 위한 부가 장치들이 있다.

선루프도 자동차의 편의 장치 중의 하나이다. 자동차 주행 중에 선루프를 열고 닫기 위해서는 운전자가 선루프 개폐 스위치로 수동 조작을 하여야 한다. 선루프를 음성으로 조작할 수 있다면 운전의 편의를 향상시키고, 안전 운행을 하는 데에도 크게 도움이 될 것이다. 지금까지 선루프를 음성으로 제어할 수 있게 상용화된 제품은 없었다. 그래서 본 논문에서는 상용 음성 인식 프로세서(Voice Recognition Processor, VRP)를 사

용하여 선루프를 음성으로 제어할 수 있는 시스템(Voice Command System for Sunroof, VCS)을 개발하였다.

선루프는 세계적으로 지명도가 있는 홀랜드아의 SuperTVS 와 Onyx 모델을 그 대상으로 하였고, 음성 인식 프로세서는 Sensory 사의 RSC-164 를 사용하였다.

프로세서의 선정은 현재 상용화 되어 있는 음성 인식 프로세서들을 조사한 후, 인터넷을 이용하여 각 프로세서들의 상세정보를 수집하여 인식율, 현재 칩의 사용 현황별로 자료를 정리한 결과 선루프에 사용이 가능한 프로세서로는 OKI semiconductor 사의 MSM6679, Sensory 사의 RSC-164, DSP Communication 의 DVC306 등이 있었는데, 가격대 성능비, 제작의 용이성을 고려하여 RSC-164 를 최종 선택 하였다.

VCS 는 자동차 환경에서 선루프를 음성으로 제어하는 시스템이므로 다음과 같은 사항들이 고려되었다.

첫째, 사용자가 별다른 조작 없이 언제든지 음성 명령을 내리면 인식이 가능하다.

둘째, 자동차 주행 환경에서 음성 인식이 가능하게 하였다. VCS 는 시속 60 km/h 까지는 도심의 러시아워 환경에서 창문을 연 상태에서 사용이 가능하고 시속 120 km/h 정도의 고속 주행에서도 동작한다. 그리고 오디오 소리, 에어컨 및 히터 소리 등의 다양한 잡음환경에서도 동작한다[3].

셋째, 선루프에 큰 변경이 없이 추가 장치가 가능하고, 기존의 선루프 개폐 스위치와 병행해서 사용할 수 있다.

넷째, 키워드 선행 인식 알고리즘을 사용하여 운전자와 동승자의 대화나 라디오에서의 음성 등 인식 대상이 아닌 단어는 오인식을 하지 않도록 하였다.

다섯째, 시스템 전원을 불안정한 자동차 배터리 전원을 사용하므로 안정된 전원을 공급하여 줄 수 있는 전원회로를 구현하였다.

여섯째, 상품화를 전제로 제조원가를 고려해서 설계하였다.

개발된 VCS 은 코코 홀랜드아에서 Roofcon 이라는 이름으로 상품화 하였고, 국내 중소기업박람회, 충남 테크노 파크와 독일 프랑크푸르트 모터쇼, 미국 라스 베가스 세마쇼에도 전시되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다.

논문의 2 장에서는 RSC-164 VRP 의 성능과 특징에서 대하여, 3 장에서는 선루프의 기능을 설명하였고, 4 장에서는 VCS 의 구현과 성능에 대해서 마지막으로 5 장에서는 결론 및 향후 개선될 점에 대하여 설명하였다.

## II. RSC-164 VRP 의 특징

RSC-164 V2 는 높은 인식율을 가지고 있는 저가의 음성 인식용 8-bit 마이크로 프로세서(micro processor)이다. 화자 독립과 화자 종속의 음성 인식 외에도, 음성 합성, 화자 식별, 4 가지 음의 음악 합성, 오디오 녹음 및 재생의 기능이 있다[8].

Internal 64 kbytes ROM, 384 bytes RAM, 12 bit A/D converter, digital filter, 스피커 출력을 위한 PWM(Pulse Width Modulator), D/A converter 의 주변회로를 칩 내부에 내장하고 있고, 14.32 MHz 의 동작 주파수에서 4 MIPS 의 수행속도를 가지고 있다[8].

Neural network 의 인식 알고리즘을 바탕으로 하며, 화자 독립일 때 96% 이상을 화자 종속일 때 99% 이상의 인식율을 가진다[8].

RSC-164 는 자동차 환경에서도 높은 인식율을 가진다고 하나, 창문이나 선루프를 개방한 환경에서는 고려가 되어 있지 않다. 그리고, 음성 입력시 먼저 스위치를 눌러서 음성의 시작을 표시한다. 그러므로 자동차 환경에서 사용하기 위해서는 사용자가 아무런 스위치의 조작 없이 언제든지 음성 명령을 사용할 수 있는 알고리즘이 개발되어야 한다. 그리고 자동차 창문이나 선루프 개방시 유입되는 잡음과 선루프 작동시 발생하는 잡음에 대해서도 고려 되어야 한다.

## III. 선루프의 분석

차량용 선루프는 자동차의 지붕에 설치되어 열고 닫을 수 있게 되어 있는 채광창을 말한다.

본 논문에서 VCS 를 적용한 선루프는 세계적으로 지명도가 있는 Holandia 사의 선루프 모델 중 최고급 모델인 SuperTVS 와 가장 많이 판매되는 Onyx 를 그 대상으로 하였다. SuperTVS 와 Onyx 는 개폐 스위치를 사용하여 제어하는 전동식이다.

크게 선루프, 선루프 구동 모터, 선루프 컨트롤러, 개폐 스위치로 이루어져 있으며, 이 4 가지의 구성 요

소들은 3 개의 전원선과 2 개의 제어선으로 연결이 되어 있다. 전원선은 12V 를 공급하여 주는 선과 접지선, 그리고 스타트키(start key)선이 있다. 스타트키선은 자동차의 시동키와 연결이 되어 있어 시동을 끄면 이 스타트키선의 공급되는 전원이 차단된다. 그래서 스타트키선에 의한 전원 공급의 유무를 선루프 컨트롤러가 감지해 미처 선루프를 닫지 않고 시동을 꺼도, 약 3 초 후에 선루프가 자동으로 닫히게 되어 있다.

선루프의 동작은 스위치 2 개가 하나의 소켓 안에 들어 있는 개폐 스위치로 한다. SuperTVS 의 경우 선루프 열기, 닫기, 정지, 선루프가 열린 위치를 기억시키기, 틸트 모드로 열기, 틸트모드로 닫기, 틸트모드로 열린 상태에서 5 단계로 나뉘어서 닫기 등 총 7 개의 기능이 있다. 틸트모드로 열고 닫는 것은 선루프가 닫혀진 상태에서 선루프의 뒤쪽만 위아래로 열고 닫는 기능을 말한다. 다른 모델인 Onyx 는 위의 기능 중 열린 위치를 기억시키는 것과 틸트 모드에서 5 단계로 나뉘어 닫는 기능이 없다. 이 2 가지 기능을 제외하고는 SuperTVS 와 기능이 같다.

VCS 구현시 스위치로 조작할 수 있는 모든 선루프 동작의 제어를 하기 위해서는 선루프의 기능에 따라 SuperTVS 는 7 개, Onyx 는 5 개의 음성 명령이 필요하다. 이중 SuperTVS 의 열린 위치를 기억시키는 기능은 주행 중에는 사용하지 않으므로 배제될 수도 있다.

VCS 는 선루프에 쉽게 추가 장치가 가능하여야 하며, 기존의 개폐 스위치와 음성 명령을 병렬로 사용할 수 있어야 한다. 그리고 음성 명령에 따른 선루프의 동작 제한을 시킬 필요가 있다. 선루프를 음성으로 제어하는 방법은 해당 음성 명령이 인식되면 전기적인 신호를 내보내 릴레이를 동작시켜 선루프를 제어하게 된다. 하지만 이 경우 명령어는 틀리지만 인식 후 내보내는 전기적인 신호는 같기 때문에 다른 명령어를 말해도 같은 동작이 일어난다. 즉 선루프 열이라는 명령을 내려 선루프가 열리는 도중에 정지나 닫아 명령어는 것을 말해도 같은 전기적인 신호로 릴레이를 제어하기 때문에 선루프는 정지하게 된다.

이런 언행 불일치의 문제는 선루프 컨트롤러가 기억하고 있는 선루프의 위치 정보를 파악하여 VCS 가 이 정보를 이용한다면 아무 문제가 발생하지 않겠지만, 그렇게 하기 위해서는 선루프 컨트롤러의 회로 변경이 불가피하다. 그래서 차선책으로 프로그램 상에서 동작 순서 제한을 시키는 방법을 사용했다. 예로 들면 선루프 열어 뒤에는 정지 이외에 다른 명령어는 선루프가 동작하지 않도록 제한을 가하는 것이다.

근본적인 해결 방법은 선루프 컨트롤러와 VCS 가 직접 통신하여 선루프의 위치 정보를 공유하는 것인데 이런 선루프 컨트롤러와 VCS 상호간의 통신 내지 통합은 향후 버전에서 적용을 고려 중이다.

#### IV. VCS의 구현 및 성능

사용자의 음성 입력을 위한 마이크는 최소 -60dB의 민감도(Sensitivity)를 가지는 저가의 Omni-directional electret capacitor microphone의 이용이 가능하다. 하지만 noise cancellation이 가능한 마이크를 사용하여 자동차 환경에서 발생하는 자동차 운행시 차량소음, 오디오 소리, 에어컨 소음, 창문이나 선루프 개방시 발생하는 잡음들을 극복하게 하였다[4].

이런 환경에 적절한 마이크를 선정하기 위해 프리앰프 회로를 만들어 여러 종류의 마이크를 실험하였다. 또한 마이크는 운전자로부터 일정 거리 이상 떨어져 있어 신호대 잡음비(SNR)가 낮아진다[1][4]. 그래서 입력된 음성 신호를 증폭시키기 위해 프리앰프를 사용한다. 이러한 모든 요소가 고려된 마이크와 프리앰프는 VCU의 구성요소 중에서 가장 중요한 역할을 한다고 할 수 있다.

프로그램 소스 코드와 음성훈련시 안내 방송을 위한 음성 데이터를 64 kbytes의 EPROM에 저장하였고, 인식을 위한 2명의 사용자 음성 정보를 저장하기 위해서 32 kbytes의 SRAM을 사용하였다.

사용자는 현재 상태에서 별다른 메모리의 추가 없이 10명 이상의 사용이 가능하고, 메모리를 확장할 경우 더 많은 사용자도 가능하나 자동차는 보통 가족 단위로 2명 정도가 운전을 하기 때문에 사용자는 2명으로 결정하였다.

사용자 선택 스위치는 사용자가 바뀌었음을 등록할 때 외에도 음성 명령을 훈련시킬 때, 음성 인식을 일시 정지 시키거나 다시 시작할 때 사용할 수 있게 하였다.

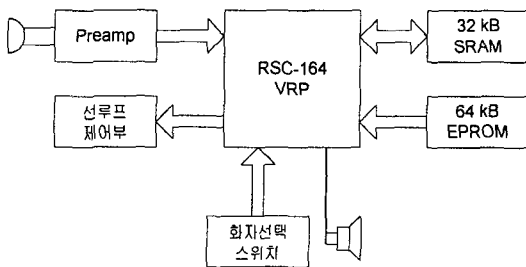


그림 1. VCS의 하드웨어 구성도

VCS 제어 프로그램은 초기화 및 스위치 모니터링 모드, 사용자 음성 등록 모드, 인식 및 선루프 제어 모드, 대기 모드로 구성되어 있다.

초기화 및 스위치 모니터링 모드에서는 시스템을 초기화 시키고, 사용자 선택 스위치가 눌러지는지를 모니터링한다. 사용자가 사용자 전환이나 음성 명령의 재등록, 음성 명령 기능 정지 등을 하기 위해 언제라도 화자 선택 스위치를 사용할 수 있기 때문에 주기적으로 스위치의 반응을 모니터링 하게끔 하였다. 음성 명령 훈련 모드에서는 안내 방송에 따라 선루프를 제어하는 음성명령을 녹음한다. 녹음이 끝나면 자동으로 인식 모드로 가게 된다. 인식 및 선루프 제어 모드는 음성 명령을 인식하고 그에 상응하는 결과를 출력하여 선루프를 제어한다. 대기모드에서는 인식 기능이 정지되거나 다시 재시작할 수 있는 상태이다.

사용자는 사용자 전환 스위치를 사용하여 VCS 사용 중 언제든지 인식기능을 정지시키는 대기모드나 음성의 재훈련을 위해 음성 훈련 모드로 갈 수 있다.

VCS의 구현 사항 중 두드러진 특징은 다음과 같다.

첫째, 기존의 선루프를 변경 없이 추가 장착이 가능하고 기존의 개폐 스위치와 병행하여 사용할 수 있다.

둘째, 키워드 선행 인식 방법을 사용하여 인식대상이 아닌 단어에 대한 오인식을 방지 하였다.

이는 운전자와 동승자의 대화나 라디오에서 나는 소리 등 인식 대상 이외의 음성에 오인식을 하지 않게 한 것이다. 오인식의 경우 선루프의 오동작으로 이어진다. 이러한 오인식을 방지하기 위해서 키워드 선행 인식 알고리즘을 구현하였다. 키워드 선행 인식 알고리즘이란 먼저 키워드가 인식되어야 선루프 제어 명령을 인식하게 하는 것이다. 실험결과 키워드 없이 선루프 제어 음성 명령만을 말하는 경우에 비해 오인식이 현저하게 줄어들었다. 표 1은 VCS에 사용된 키워드와 선루프 모델별 음성 명령이다.

표 1. VCS에 사용된 음성 명령

개수	키워드	SuperTVS	Onyx
1	선루프	열어	열어
2		닫어	닫어
3		정지	정지
4		위로	위로
5		아래로	아래로
6		한칸만	
7		기억	

셋째, 하나의 하드웨어로 두 가지 모델의 선루프를 제어할 수 있게 하였다.

선루프는 Onyx가 SuperTVS보다 2가지의 기능이 모자라는 것을 제외하고는 그 기능이 유사하므로 모델별

로 다른 하드웨어를 사용하지 않고 덤스위치를 사용하여 덤스위치의 설정에 따라 각 모델에 따른 다른 제어 프로그램이 실행되게 하였다.

넷째, 동작 순서 제한을 통해, 언행 불일치의 문제를 해결했다.

프로그램상에서 동작 순서 제한을 시켜, 선루프의 현상대에서 적합한 음성 명령이 아니면 선루프가 동작하지 않는다. 즉 선루프가 정지해 있을 때는 선루프 위로라는 명령어에는 동작하지 않는다.

더불어 이런 동작 순서 제한을 가하지 않는 경우에는 같은 명령을 두 번씩 말하면 정상 동작하게 구현하였다.

그 외에도 시동을 끄면 자동으로 인식기능을 종료하고 시동을 다시 켜면 자동으로 시동을 끄기 전의 상태에서 동작하게끔 하였다.



그림 2. 상품화 된 VCS

위 사항들이 고려된 VCS는 사용자 2명이 약 7개의 명령어로 선루프의 모든 동작을 제어할 수 있다. 다양한 잡음환경에서도 음성 인식이 잘 되며, 시속 60km/h의 정속 주행 중에서도부터 시속 120 km/h의 고속 주행시 선루프를 연 상태에서도 잘 동작한다.

## V. 결론

본 논문에서는 RSC-164 VRP를 이용한 자동차 선루프 제어용 음성 명령 시스템인 VCS의 개발의 관한 여러 가지 실질적인 내용에 대하여 논하였다. VCS는 선루프 개폐 스위치와 병렬 사용이 가능하고, 여러 가지의 자동차 잡음환경에서 음성 인식이 가능하게 구현되었으며, 인식대상이 아닌 음성에 오인식을 하지 않도록 구현되었다. 각 모델에 맞는 덤스위치 설정으로 SuperTVS, Onyx의 두 가지 선루프 모델을 하나의 하드웨어로 제어할 수 있게 했다. 또한 VCS는 상품화를

전제로 한 것이었으므로 재료비의 절감하기 위해서 노력했다.

VCS는 화자 종속 음성 인식에 기반을 둔 시스템으로써 화자 2명이 선루프 SuperTVS 모델은 7개, Onyx 모델은 5개의 음성 명령어로 선루프를 제어할 수 있다. 옵션으로 자동차 실내등을 음성으로 제어할 수 있게 하는 기능이 추가 되었다. 일정 레벨의 오디오 소리와 에어컨 소음, 창문과 선루프 개방시 발생하는 소음 등에서도 음성 인식이 가능하며, 러시 아워 때 창문을 열고 시속 60km/h로 주행하거나 시속 120 km/h의 고속 주행시 선루프를 연 상태에서도 잘 동작한다.

향후 잡음 환경에서의 좀 더 강인한 인식을 위한 잡음 제거 기술이나 전자파의 감소, 플래쉬 메모리의 사용 등이 더 고려되어야 할 과제이다. VCS는 현재 Roofcon이라는 이름으로 국내에 시판 되고 있다. 국내 중소기업박람회, 충남 테크노 파크에 전시되었으며, 독일 프랑크푸르트 모터쇼와 미국 라스베가스 세ماش오에 전시되었다. 현재는 향후 수출을 위해 준비중이다.

## 참고 문헌

- [1] L. Rabiner and B. H. Juang, "Fundamentals of Speech Recognition," Prentice Hall, 1993.
- [2] L. Rabiner and R. W. Schafer, "Digital Processing of Speech Signals," Prentice Hall, 1978.
- [3] M. Shozakai, S. Nakamura, K. Shikano, "Robust Speech Recognition in Car Environments," IEEE Trans. on ASSP, Vol. 1, pp.269-272, May, 1998.
- [4] Yves Grenier, "A Microphone Array for Car Environments", IEEE Trans. on ASSP, Vol. 2, pp.305-308, March, 1992.
- [5] 박찬석, 이순재, 남궁역, 유봉근, 이정기, 이성권, 김순협, "자동차 주행 환경에서의 음성인식 시스템 개발," 한국자동차공학회지, pp.397-403, 1998.
- [6] 유봉근, 이정기, 김순협, 박찬석, 이순재, "고속 주행중인 자동차 환경에서의 음성인식 연구," 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집 KSCSP 15 권 1호, pp.65-69, 1998.
- [7] "RSC Development Kit Manual, Ver2.2", SENSORY.
- [8] "RSC Development Kit Manual, Ver3.0", SENSORY.
- [9] 오영환, "음성언어정보처리", 홍릉과학출판사, 1998.