
고성능 카 오디오 DSP 설정을 위한 GUI와 통신 인터페이스 개발

오 원 근*

Development of GUI and Communiton Interface for High Quality Car Audio DSP

Won-Geun Oh*

이 논문은 2006 년도 순천대학교 공과대학학술재단 연구비에 의하여 연구되었음

요 약

최근의 고성능 카 오디오는 고음질과 다양한 음원입력 신호를 처리하기 위해 전용의 신호처리 칩을 사용하는 추세이다. 본 논문에서는 이러한 카 오디오 전용 DSP인 필립스의 SAF7730을 사용한 고성능 카 오디오 설계시에 유용하게 사용할 수 있는 개발 도구를 제작하였다. 이 개발 도구는 윈도우 운영체제에서 동작하는 설정 GUI프로그램과 통신 인터페이스 보드로 구성되어 있다. 설정 GUI프로그램은 사용자가 SAF7730에 내장된 신호처리 기능의 설정을 손쉽게 할 수 있도록 구성되어 있으며, 통신 인터페이스 보드는 설정 프로그램과 SAF7730간의 통신 프로토콜 및 데이터 포맷의 변환을 처리하도록 제작하였다. 본 논문에서 개발한 시스템은 실제 상품화된 카 오디오 설계에 적용되어 그 유용성을 입증하였다.

ABSTRACT

Recently DSP chips are widely used in high quality car audio to achieve high quality sound and to process various sound sources, e.g. navigation, cell phones. In this paper, we developed a set of design tools useful for developing high quality car audio systems using Philips' SAF7730 car audio chips. The tool is consist of the GUI(Graphic User Interface) program running on the Windows operating system and the interface board which performs data conversion between RS232C and I2C protocols. The developed system has been successfully applied to commercial car audio design.

키워드

카 오디오, SAF7730, 오디오 신호처리, GUI

I. 서 론

최근의 카 오디오 시스템의 특징은 고음질의 출력과 다양한 기능의 장착, 그리고 지능화되는 추세를 들 수 있

다. 근래에 출시되는 카 오디오는 CD수준의 높은 음질과 다채널 출력을 추구하고 있으며, 또한 기존의 아날로그 라디오와 테이프/CD의 구성에서 네비게이션, DMB, 핸즈프리, DVD, 방송수신, 차량 정보 디스플레이등 복

잡한 기능을 수행하는 차량내의 종합 정보 시스템으로 발전하고 있다.

차량이라는 특수한 공간에서 고음질의 음향과 다양한 음원 신호의 처리를 위해서는 디지털 신호처리 기술을 이용한 고성능의 카 오디오 전용 칩의 사용이 필수적이다[1]. 필립스사의 SAF7730은 이와 같은 요구를 반영하기 위해서 출시된 카 오디오용 DSP칩이다[2]. SAF7730에는 카 오디오에서 필요한 각종 신호처리 기능을 내장하고 있어, 고음질의 오디오 신호를 쉽게 출력할 수 있도록 되어있다[3].

본 논문에서는 이러한 SAF7730을 사용하여 고성능 카 오디오를 개발하는 경우 유용하게 사용할 수 있는 설계 도구를 개발하였다. 이 개발 시스템은 윈도우 운영체제에서 동작하는 설정 프로그램과 통신 인터페이스 보드로 구성되어 있다. 설정 프로그램은 GUI로 구성되어 사용자가 편리하게 SAF7730의 신호처리 기능을 설정할 수 있도록 하였으며, 인터페이스 보드는 피시와 오디오 보드간의 통신 프로토콜 및 데이터 포맷 변환을 처리하는 기능을 한다. 본 논문에서 개발한 시스템은 실제 상품화된 카 오디오 설계에 적용되어 그 유용성을 입증하였다.

본 논문은 2장에서는 제안된 시스템의 구성, 3장에서는 제작된 시스템의 통신 인터페이스 보드와 GUI에 대해서 기술하고 4장은 결론으로 구성되어 있다.

II. 시스템 구성

2.1. SAF7730의 구조와 기능

SAF7730은 카 오디오에 특화된 신호처리 IC이다. 이 IC는 카 오디오에서 필요한 여러 가지 기능을 갖추고 있으며, 세부적인 기능을 소프트웨어적으로 설정하도록 되어 있기 때문에 차종과 모델에 따라 사양이 달라지는 다양한 기능의 카 오디오를 쉽게 제작할 수 있다는 장점이 있다.

7730의 내부 구조는 크게 라디오 블록과 오디오 블록으로 구성되어 있다. 라디오 블록은 HD(High Definition) 라디오를 구현하기 위한 부분으로 전단의 튜너 IC에서 입력된 아날로그 신호를 5차 $\Sigma\Delta$ A-D변환기를 사용하여 디지털 신호로 변환한다. 이 디지털 신호는 오디오 블록으로 들어가서 신호처리 과정을 거치게 된다[2].

오디오 블록은 SDSP와 ADSP의 두 개의 신호처리 모듈로 구성되어 있으며, SDSP는 샘플링율(sampling rate)

의 변환을 담당하며 ADSP에서는 오디오 신호처리와 입력소스의 스위칭을 처리한다. ADSP에서는 입력된 오디오 신호를 전처리 과정과 사용자에 의한 신호처리 과정을 거친 후 2채널 또는 6채널로 출력시키게 된다. SAF7730의 오디오 신호처리에서 사용할 수 있는 기능을 표 1에 나타내었다[3].

표 1. SAF7730의 오디오 처리 기능
Table 1. Audio DSP Functions in SAF7730

분류	기능
음원별 기능	<ul style="list-style-type: none"> 돌비 B 디코더(Tape입력) de-emphasis 필터(CD입력) IBOC blending(라디오입력)
오디오 처리 기능	<ul style="list-style-type: none"> DC-필터 Bass/Mid/Treble 제어 볼륨과 밸런스 페이지 제어 오디오 뮤트 개별 채널 뮤트 라우드니스 다이나믹 컴프레셔 서브우퍼 채널 파라贝트릭 이퀄라이저 그래픽 이퀄라이저 핸드폰, 네이게이션, 경보음간의 합성 6채널 텔레이 6채널 모드지원
특수 기능	<ul style="list-style-type: none"> 핸드폰/네이게이션 전용 채널 경보음 생성기 턱박음 생성기 범용 2차 필터 그래픽 스펙트럼 분석기

2.2. 개발 시스템의 구성

SAF7730의 내장 오디오 처리기능을 사용하기 위해서는 각 기능에 해당되는 메모리에 소프트웨어적으로 원하는 설정값을 써 넣어야한다. 본 논문에서 개발된 툴은 이러한 설정을 용이하게 할 수 있도록 하며, 그림 1과 같이 사용자 컴퓨터에서 운영되는 GUI와 통신 인터페이스 보드로 구성된다.

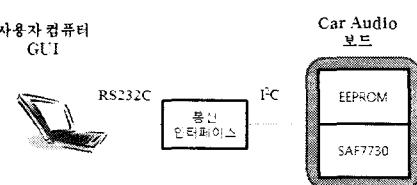


그림 1. 전체 시스템의 구성
Fig. 1 Car Audio Development System

여기에서 GUI는 SAF7730의 오디오 처리 기능을 사용하는 경우 이에 대한 파라미터를 손쉽게 계산하고 설정할 수 있도록 구성한 프로그램으로, 유사한 프로그램인 EDD2130[4]에서 불필요한 기능을 없애고 필요한 기능 위주로 편리하게 사용할 수 있도록 재구성한 것이다. 또한 I2C 대신에 직렬 통신을 사용함으로써 사용자의 편리성을 증가시켰다.

그리고 통신 인터페이스 보드는 GUI와 SAF7730을 연결하기 위해서 제작한 보드이다. 이 보드의 기능은 RS232C로 전송된 데이터를 SAF7730에서 사용하는 I2C 통신 프로토콜로 변환하는 것과, GUI에서 출력된 설정 값을 SAF7730에서 사용하는 명령어 포맷으로 바꾸어주는 것이다. 또한 카 오디오 보드에서 사용하는 Serial 타입의 EEPROM을 오프라인으로 read/write할 수 있도록 루م 태이터의 기능도 내장하였다. 이 보드는 Atmel사의 8비트 마이크로프로세서인 ATMega128을 사용하여 제작하였으며[5], 16MHz 클럭과 32kByte의 외부 램을 사용하였다. 구조는 그림 2와 같다.

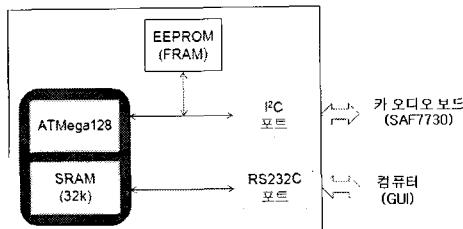


그림 2. 통신 인터페이스 보드의 구조
Fig. 2 Communication Interface Board

2.3. 명령어 전송 프로토콜과 포맷

컴퓨터 GUI와 인터페이스 보드 사이에 전송되는 데이터는 GUI가 내보내는 명령과 전송 받는 데이터의 두 종류이다. 보내는 명령은 GUI에서 사용자가 설정한 값을 그에 해당하는 hex값으로 바꾸어 카 오디오 보드의 특정 번지에 저장하기 위한 것이며, 읽기 명령은 카 오디오 보드에서 해당되는 번지에서 읽어온 데이터를 전송 받기 위한 것이다. 표 2에 GUI와 인터페이스 보드에서 사용하는 명령어를 나타내었다. 여기에서 XRAM과 YRAM은 각각 3바이트 단위와 2 바이트 단위의 SAF7730에 내장된 메모리이며, 사용자는 여기에 적절한 값을 설정함으로써 7730의 모든 기능을 사용할 수 있다.

GUI 명령어의 데이터 포맷은 통신 데이터의 특성에 따라 3가지로 분류하여 설계하였으며, 이를 그림 3에 나타내었다. 여기에서 HD는 1바이트의 헤더로써 데이터 또는 명령의 종류를 구분하는데 사용한다. ADDRESS는 2 또는 3바이트의 크기이며 XRAM, YRAM, EEPROM의 주소이다. DATA는 명령의 종류에 따라 2, 3, 8 바이트의 크기를 가지며 메모리에 저장된 데이터를 의미한다. CS는 체크섬(checksum)으로 전송 데이터의 오류 유무를 판별하는데 사용한다.

표 2. GUI와 인터페이스간의 통신 데이터
Table 2. Data between GUI and Interface Board

GUI⇒ 인터페이스	인터페이스⇒ GUI
<ul style="list-style-type: none"> • XRAM 쓰기 명령 • YRAM 쓰기 명령 • EEPROM 쓰기 명령 • 튜너 EEPROM 쓰기 명령 • XRAM 읽기 명령 • YRAM 읽기 명령 • 튜너 EEPROM 읽기 명령 	<ul style="list-style-type: none"> • XRAM 데이터 • YRAM 데이터 • 튜너 EEPROM 데이터 • Ack 신호 • Error 신호

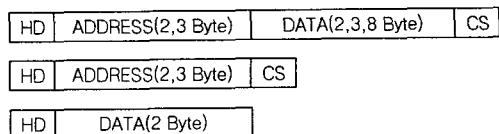


그림 3. GUI와 인터페이스간의 3가지 전송포맷
Fig. 3 Data Formats to send/receive data between GUI and Interface Board

GUI에서 SAF7730 오디오 보드로의 데이터 전송 과정은 다음과 같다. 먼저 GUI에서 인터페이스 보드로 전송된 명령은 오류유무를 검사한 후 헤더를 이용해서 데이터의 종류를 판별한다. 다음으로 명령어를 SAF7730에서 사용하는 포맷으로 변환한 후, I2C 프로토콜로 전송한다. 이때 오디오 보드로의 전송이 성공하면 인터페이스 보드는 ACK 신호를 GUI로 전송하고 만약 오류가 발생하는 경우에는 ERROR를 GUI로 전송한다. 전체적인 통신 절차는 그림 4와 같다.

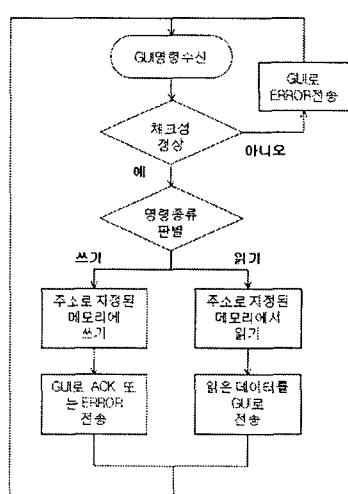


그림 4. 통신 절차

Fig. 4 Communication Procedure

III. 개발 시스템 프로토타입

3.1. 하드웨어

전체적인 카 오디오 개발 시스템의 실제 사진을 그림 5에 나타내었다. 좌측 상단의 보드가 SAF7730과 투너를 장착한 카 오디오 보드이며, 하단의 보드가 본 논문에서 제작한 통신 인터페이스이다. 우측의 보드는 오디오 와는 관계없이 카 오디오의 키 입력, 화면 출력 등 제어용으로 사용하는 MCU의 애뮬레이터이다.

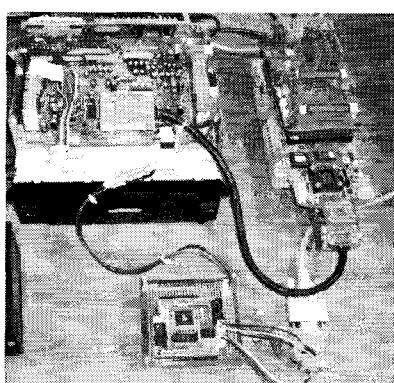


그림 5. 개발 시스템의 구성
Fig. 5 Car Audio Development System

3.2. GUI

SAF7730의 오디오 신호처리 기능을 설정하기 위한 사용자 GUI는 윈도우상에서 VC++을 이용하여 개발되었다. 전체 기능중에서 오디오 설정에 필요한 총 11가지 를 설정할 수 있도록 하였으며, 기존의 GUI인 EDD2130에서 필요한 기능위주로 구성을 단순화 하였다.

GUI에서 지원하는 기능은 표 3과 같이 크게 음향 효과를 주는 부분과 시스템 제어에 대한 부분으로 나눌 수 있다. 음향 효과는 음량제어 기능과 주파수제어 기능, 그리고 시간제어 기능등 일반적인 음향 시스템에서 효과 기[6]와 동일한 역할을 할 수 있는 기능들이다. 시스템 제어는 핸즈프리, 네비게이션, 서브우퍼등 카 오디오와 연결된 관련 시스템에 대한 제어를 하는 부분이다. 각 기능별 상세한 내용은 다음과 같다.

표 3. GUI에서 제공하는 기능

Table 3. GUI Functions

기능	메뉴
음량제어 기능	<ul style="list-style-type: none"> Loudness Volume Limiter Compressor
주파수제어 기능	<ul style="list-style-type: none"> Graphic Equalizer Parametric Equalizer Bass/Mid/Treble
시간제어 기능	<ul style="list-style-type: none"> Delay Lines
시스템 관련 기능	<ul style="list-style-type: none"> Phone Filters Subwoofer Superposition Module Serial

① 음량제어 기능

소리의 크기와 관련된 설정을 하는 메뉴들이다. 라우드니스(loudness)는 저역 강화 기능으로 부스트 할 저역의 주파수 대역과 필터의 종류, 부스트 양 등을 설정할 수 있으며(그림 6), 볼륨은 볼륨 조절시 각 스텝에 해당하는 음량을 사용자가 dB단위로 설정할 수 있는 메뉴이다.

리미터(limiter)와 컴프레서(compressor)는 다이나믹 레인지 조절을 위한 효과기로써 리미터, 컴프레서, 익스 팬더를 사용할 수 있다. 설정 파라미터로는 어택(attack), 릴리즈(release)등이 있으며 사용자가 직접 설정하거나 미리 정해진 커브에서 선택할 수 있도록 되어 있다.

② 주파수제어 기능

이퀄라이저와 톤 조절등 소리의 주파수 성분과 관련된 조절을 하는 메뉴이다. 그래픽 이퀄라이저(graphic equalizer)는 주 채널(primary channel)에 대한 9 밴드 그래픽 이퀄라이저를 설정하는 메뉴이다. 각 밴드의 중심주파수와 Q값을 설정할 수 있으며, 실제 이퀄라이저처럼 슬라이드를 조절하여 이득을 설정할 수 있다. 그림 7은 그래픽 이퀄라이저의 설정 화면을 예시하였다.

파라메트릭 이퀄라이저(parametric equalizer)는 7 밴드로써 전, 후, 좌, 우 스피커를 독립적으로 설정할 수 있으며, 중심주파수와 Q값, 이득값을 설정할 수 있다. Bass/Mid/Treble은 간략한 3단 톤 조절기의 설정을 하는 부분이다. 각 베이스, 미드, 트레블에 할당할 주파수 대역, 사용할 필터의 종류, 이득값 등을 설정할 수 있다.

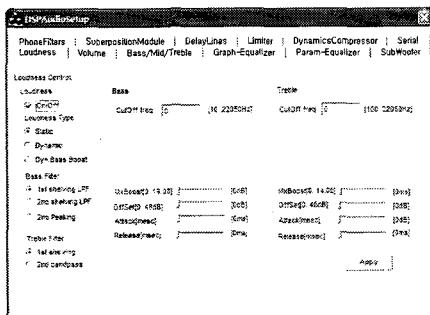


그림 6. 라우드니스 설정 화면

Fig. 6 Loudness Menu

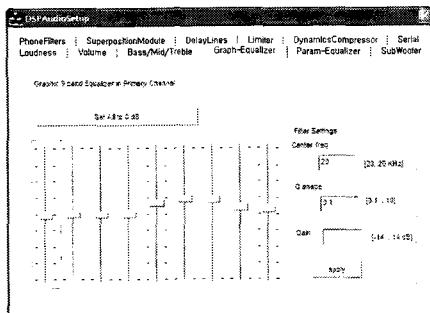


그림 7. 그래픽 이퀄라이저 설정 화면

Fig. 7 Graphic Equalizer Menu

① 시간제어 기능

각 스피커로 나가는 소리의 시간 지연을 설정하는 기능이다. delay line 메뉴에서는 최대 6개의 스피

커로 나가는 출력의 시간 지연을 각각 독립적으로 설정할 수 있도록 하였다. 그림 8은 시간지연 설정 화면이다.

② 시스템 관련 기능

카오디오와 연결된 모듈에 대한 설정 등을 하는 메뉴들이다. 음원합성(Superposition)은 네비게이션, 핸즈프리, 안내음, 기타 음원 입력을 합성하고 음량 밸런스를 조절할 수 있으며(그림 9), 전화 필터(Phone Filter)는 핸즈프리 입력에 사용할 필터의 종류와 차단 주파수를 설정하는 메뉴이다.

서브우퍼(subwoofer) 메뉴는 서브우퍼에 사용할 필터와 이득값, 모노/스테레오 모드 등을 설정하는데 사용되며, 직렬통신(Serial)은 GUI와 인터페이스 보드간의 속도, 패리티 등을 설정한다.

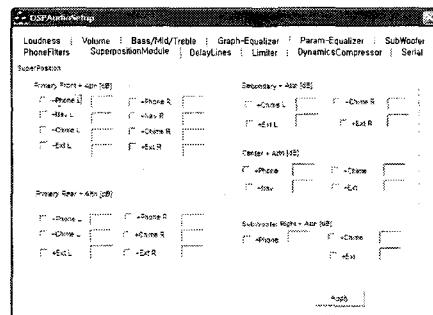


그림 8. 시간지연 설정 화면

Fig. 8 Delay line Menu

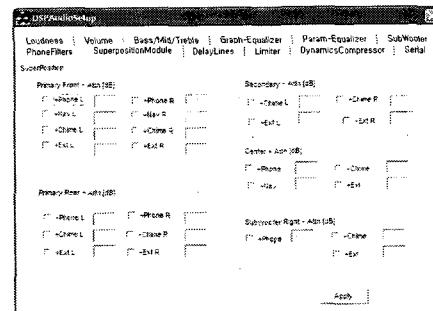


그림 9. Superposition 설정 화면

Fig. 9 Superposition Menu

V. 결 론

본 논문에서는 카 오디오 전용 신호처리 칩인 필립스 SAF7730을 이용한 고성능 카오디오 설계시 SAF7730의 오디오 관련 기능을 쉽게 설정하고 테스트할 수 있는 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 PC상에서 동작하는 GUI와 SAF7730과의 통신을 위한 인터페이스 보드로 구성되어 있으며, 대부분의 컴퓨터에 장착된 시리얼 포트의 사용과 설정에 필수적인 기능 위주로 구성되어 있어 카 오디오 개발시 유용하게 사용될 수 있다. 본 논문에서 개발한 시스템은 상용 카 오디오 개발에 사용되어 그 유용성을 입증하였다.

저자소개



오 원 근(Won-Geun Oh)

1989년 2월 한양대학교
전자통신공학과 학사
1991년 2월 한양대학교 대학원
전자통신공학과 석사
1997년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사
1997년 3월 ~ 현재 순천대학교 정보통신공학부 부
교수

※ 관심분야: RFID, 음향신호처리, 지능시스템

참고문헌

- [1] E.C.Ifeachor and B.W.Jervis, Digital Signal Processing, Addison-wesley, 1993
- [2] Data Sheet, SAF7730HV Dual IF Car Radio and Audio DSP, Philips Semiconductors, 2005. 6
- [3] User Manual, SAF7730HV Audio Software version v3.2, Philips Semiconductors, 2005. 5
- [4] 윤덕용, AVR ATmega128 마스터, Ohm사, 2004
- [5] Quick Start EDD2130 GUI, Philips Semiconductors, 2005.4
- [6] 강성훈, 음향기술총론, Sound Media, 2007