

Controller Area Network(CAN) 통신 프로토콜에 의한 자동차 신호 및 센서 제어 시스템의 개발

A System Development for Car Signal and Sensor Control with Controller Area Network (CAN) Communication Protocol

정차근

Cha-Keon Cheong

요 약

본 논문에서는 최근 급속히 진전되고 있는 자동차의 각종 전기신호와 센서 입·출력의 통합제어를 위한 CAN 통신 시스템의 개발에 관해서 기술한다. 본 논문에서 제시하는 CAN 통신을 사용한 통합제어 시스템은 기존의 Wiring Harness (W/H)에 의한 제어기 구성의 문제점인 낮은 신뢰성과 시스템 구성의 비효율성을 개선할 수 있고, 다중화 네트워크에 의한 유니트별 독립적인 제어가 가능하므로 성능향상과 기능확대에 유연하게 대응할 수 있는 특징을 갖는다. 제안 시스템은 성능향상과 함께 높은 신뢰성으로 센서 입·출력의 각종 기능을 통합해서 자동차 신호를 제어할 수 있는 새로운 통합 시스템의 하나이다. 제안 시스템의 성능을 확인하기 위해, 관련 하드웨어와 프로그램을 개발하고 실제 시스템을 구현해서 그 효율성을 입증한다. 이를 위해 CAN 통신 프로토콜의 특징을 간단히 기술하고, 이를 이용한 차량의 각종 전기신호와 센서들의 통합제어를 수행하는 개발된 하드웨어와 프로그램을 제시한다. CAN 통신의 높은 신뢰성과 각종 신호의 효율적인 제어가 가능하므로 제안된 시스템은 향후 자동 전자제어화에 중요한 모델이 될 것이다.

ABSTRACT

This paper describes a development of the integrated controller system for car electrical signal and sensor input/output control with CAN communication protocol. In order to improve the system reliability and effectiveness for the conventional controller using the wiring harness, a detailed integrated control system is introduced and discussed. The CAN communication protocol is a robust control method with serial bus system for the control of distributed module in the multiplexed network. Therefore, this has high reliability and flexibility in the overall control system implementation. This paper proposes an integrated system with high reliability and stability for control of various car signal, and evaluates the effectiveness of the system using the actual implementation. For these purposes, after a brief of the main features of the CAN will be addressed, this paper presents the result of development of the integrated hardware system and overall control program.

Key Words : CAN communication protocol, wiring harness, car signal controller, multiplexed network, system reliability

I. 서론

자동차 산업은 관련 기술의 진전과 함께 비약적인 발전을 거듭하여, 오늘날 대중화와 더불어 신뢰성 및 안전성의 확보뿐만 아니라, 고급화와 운전의 편리성, 자동화 등과 같은 새로운 기능의 구현을 위한 연구개발이 가속화되고 있다. 이에 따라 핵심기능을 수행하는 여러 기능에 대한 신뢰성 향상 및 자동제어의 필요성이 증가하고 있으며, 전자 시스템에 의한 신호제어의 통합화가 급속히 이루어지고 있다[1, 2]. 또한, 자동차 사양의 고급화로 차내 전자 유니트의 종류가 증가하고, 이

들을 통합해서 모듈화 하는 시스템 통합 기법에 대한 개발이 활발하게 진행되고 있다[2, 3].

Wiring Harness(W/H)는 이와 같은 다양한 전자 시스템 및 제어 메커니즘을 상호 연결시켜 각종 제어신호와 전원을 공급하는 장치로서, 자동차 전자 제어화의 발전에 있어 중요한 기능을 수행해 왔다. 그러나, W/H는 제어기능의 향상과 제어대상 수량 및 종류가 증가함에 따라 사용되는 전선의 길이와 양이 증가할 뿐만 아니라, 접속점의 수가 증대되어 전선의 효율적인 차내 배치의 어려움과 여러 가지 고장을 일으키

는 주요 원인이 되고 있어 그 개선이 긴요한 것으로 인식되고 있다[1, 4].

이로 인해 차량내에 네트워크의 개념을 도입하여 핵심 모듈을 여러 곳에 분산시키고 각 모듈간을 네트워크로 연결하여 제어하는 신호 다중화(multiplexing) 기법에 대한 연구가 급속히 이루어져 그 실현이 구체화되고 있다[3, 5]. 이와 같은 네트워크 개념의 도입으로 차내 전선사용의 획기적인 감소뿐만 아니라, 제어 및 고장의 진단을 용이하게 하고, 성능과 안전성의 획기적인 개선, 조립비용의 저감 등과 같은 자동차 품질과 비용을 줄일 수 있는 이점이 있다[2].

Controller Area Network (CAN) [6]은 시스템내의 센서나 네트워크 소자에 적합하도록 구성된 직렬 버스(serial bus) 시스템의 통신 프로토콜에 관한 국제규격 (ISO11898)으로, 최대 1Mbps의 비트 전송율과 에러검출 및 에러 영향의 한정 등의 기능이 뛰어난 높은 레벨의 안전성(security)을 가지면서 분산 실시간 제어를 효율적으로 지원하는 통신 프로토콜의 하나이다. 특히, 자동차의 엔진제어나 각종 센서류의 제어 등에 적합하도록 한 것으로 1989년 독일의 Bosch사에 의해 CAN 2.0 A/B의 규격[6]이 제안된 이래, 전용 제어기나 microcontroller 내장형을 포함하여 다양한 전용 부품이 개발되어, 자동차의 통합제어에 핵심적인 기능을 수행하고 있으며, 그 응용이 급속히 확대될 것으로 간주된다. 따라서, 차내 전자제어 시스템이 CAN 통신 프로토콜에 의한 제어시스템으로 통합화 될 것이 예상되고 있다 [3].

본 논문에서는 네트워크에 의한 신호제어 시스템을 구현하기 위한 한 방법으로, 이상과 같은 CAN 통신 프로토콜을 사용한 각종 전기신호와 센서 입·출력의 제어를 위한 통합 시스템의 개발 및 그 구현방법을 제시한다. 제안 시스템은 W/H에 의한 기존의 제어 시스템인 ETACS (Electronics Time and Alarm Control System)의 전 기능을 통합시키고, 기능 및 성능의 향상과 함께, CAN의 사용에 의한 높은 신뢰성과 시스템 구성의 유연성을 제공할 수 있다. 즉, 기존의 ETACS에 의한 제어시스템에 비해, 제안 시스템은 기능과 공간적인 위치에 따라 개별적인 제어시스템의 배치가 가능하고, 이들의 독립적인 동작이 가능함으로 인해, 획기적인 전선사용량의 감소와 신뢰성의 향상, 기능의 향상이나 추가에 대한 높은 유연성의 확보 등이 가능하다. 따라서, 본 논문의 특징은 자동차 전자제어 시스템 개발을 위한 하나의 새로운 시도로서 CAN 통신 네트워크에 의한 제어 시스템을 실제로 구현하기 위해, 관련된 하드웨어 및 소프트웨어를 개발하고, 관련된 제반 문제점을 해결한 것에 있다.

이하, 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2절에서는 CAN에 의한 다중 제어 시스템의 기본 구성을 간략히 기술한다. 즉, CAN 통신 프로토콜의 간단한 설명과 다중 송수신을 위한 버스 중재 및 프레임 구성, 시스템 제어의 통합화 등을 제시한다. 다음으로 3절에서는 다중 신호 제어 시스템 구현에 관해서, 개발한 시스템을 기존의 ETACS 시스템과 비교해서 설명하고, 관련 시스템의 하드웨어 및 소

프트웨어의 개발에 관해서 기술하고, 결론을 맺는다.

II. CAN 통신 프로토콜에 의한 다중 신호 제어

2.1 CAN 통신 프로토콜의 기본개념 [2]

CAN은 차량의 안전성, 편리성, 승차감의 개선, 배기가스량의 삭감 및 연비의 향상 등과 같은 기능을 향상시키고, 효율적인 제어를 수행하고자 국제표준화가 이루어진 높은 레벨의 안전성과 함께, 분산 실시간 제어를 효율적으로 지원하는 직렬 통신 프로토콜의 하나이다. CAN 통신에 의한 네트워크는 통상적인 네트워크와 달리, 단말(station)이나 가입자에 대한 주소나 번지의 지정이 필요 없으며, 멀티-마스터(multi-master)의 기능을 지원하는 직렬 버스 시스템이다. 따라서, 네트워크내 임의의 CAN 노드(node)로부터 데이터 송수신이 가능하고, 하나의 마스터로부터 네트워크 내 모든 노드들에 공통의 메시지를 전송할 수 있는 방송(broadcasting) 기능도 지원하고 있다. 또한, 비트 단위로 송수신 버스 중재가 가능하고, 메시지의 우선 순위가 자동으로 할당되어 전송되므로 버스 충돌로 인한 문제의 발생을 방지하고 있다. 각각의 노드는 수신된 메시지내의 식별자로부터 수신필터(acceptance filter)를 사용해서 그 메시지를 수신할 것인지의 여부가 자동으로 결정된다.

이와 같은 CAN 통신의 가장 큰 특징은 높은 전송 신뢰성을 확보할 수 있는 점이다. 즉, 최대 1Mbps의 데이터 전송율을 보장하면서 에러 검출과 에러 제한의 기능이 뛰어나다. 자동차에서의 CAN의 응용은 이와 같은 높은 통신의 신뢰성으로 인해 성능향상이나 새로운 기능의 추가에 효율적으로 대응하기 위한 방안의 하나로 자동차 신호제어의 전자화가 진행됨에 따라, 그 필요성이 증대되어 갈 것으로 예상된다. 예상되는 주요 응용으로,

- Engine Management System,
- Anti-lock Braking System,
- Traction System,
- Air Conditioning Control System,
- Central Door Locking,
- Powered Seat and Mirror Controls,
- Vehicle Body Electronics

등이 있으며, 기존의 W/H에 비해 시스템 구성이 간단해지고, 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

2.2 데이터 송수신과 버스 중재(Arbitration) [6]

CAN에 의한 데이터의 전송은 고유번지의 지정 없이 "identifier"라고 하는 식별자에 의해 송수신되는 메시지의 내용이 식별되도록 하고 있다. 이 때 식별자는 메시지의 우선 순위나 그 내용에 관한 정의를 포함하고 있다. 임의의 제어기에서 하나 이상의 단말에 메시지를 전송하고자 할 때는 전송할 데이터와 그들의 식별자를 할당된 CAN 노드에 보내도록 한다. 각 CAN 노드에서 버스의 사용이 가능하게 되면, CAN 네트워크내의 모든 단말은 이 메시

지의 수신기가 되고, 정확하게 수신된 경우 자동으로 수신 테스트(acceptance test)를 실시한다. 따라서, 시스템 구성의 유연성이 높아, 새로운 단말이 수신전용으로 사용될 경우에는, 하드웨어나 소프트웨어의 변경 없이 기존 CAN 네트워크 내에 간단하게 단말을 추가시킬 수 있다. 데이터 전송 프로토콜이 개별 시스템의 목적지 번지를 요구하지 않음으로 인해, 모듈화가 가능하고 다중수신 및 분산 프로세서의 동기를 지원한다. 그림 1은 CAN 네트워크에 의한 다중 송수신의 원리와 기본구성을 나타낸 것이다. 즉, CAN 단말 2에서 전송된 메시지는 다른 단말 (단말 1, 3, 4)에서 그 메시지 내에 포함된 식별자만을 추출하여 수신 테스트를 실시한 후 수신여부를 자동으로 결정한다. 이로 인해 단말 3은 송신된 메시지가 불필요한 것으로 간주하여 단말 2로부터의 메시지를 자동으로 수신하지 않게 된다.

CAN 통신 프로토콜에서 메시지는 일정한 형태의 포맷을 갖고 제한된 길이의 데이터를 갖는 버스에 실린 정보로 정의된다. 시스템 형상에 관한 정보를 사용하지 않음으로 인해, 시스템의 높은 유연성을 확보할 수 있다.

실시간으로 데이터를 처리하기 위해서는 고속의 데이터 전송을 필요로 한다. 이는 1Mbps까지의 물리적인 데이터 전송 패스뿐만 아니라 다수의 단말이 동시에 메시지 전송을 원할 때 빠른 버스 할당을 요구하게 된다. 이를 위해 CAN에서는 긴급한 데이터 전송을 위해 관련된 메시지의 식별자에 의해 전송의 우선 순위를 정해서 송수신 되도록 하고 있다. 버스 액세스의 충돌은 관련된 단말 식별자의 비트 단위 중재(arbitration)에 의해 해결되도록 하고 있다. 이 경우, 낮은 값의 식별자를 갖는 노드의 단말이 높은 우선 순위를 갖는다.

높은 신뢰성의 메시지 송수신을 지원하기 위한 안전(safety) 기능으로 에러 검출과 고장의 한정(fault confinement)과 같은 기능도 지원하고 있다. 먼저 에러 검출에서는

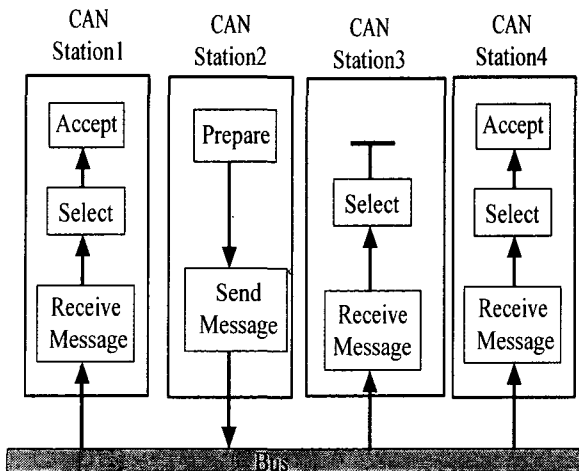


그림 1 CAN 네트워크에 의한 다중 송수신의 원리 및 기본구성

- 송신측에서 버스에 검출되는 비트 레벨을 감시하는 모니터링(monitoring)

- Cyclic Redundancy Codes에 의한 채널부호화
- 비트 스템핑(Stuffing)
- Message Frame Check

등과 같은 다중의 송신에러의 발생을 방지하고 있다. 이러한 에러검출의 특징으로 인해, 다음과 같은 에러는 전부 검출이 가능하다.

- All global errors
- All local errors of transmitters
- 5 randomly distributed errors in a message
- 15 비트 이하의 버스트 에러
- 임의의 홀수 개수의 에러

다음으로 고장의 한정을 위한 기능으로서

- Short Disturbance와 Permanent Failure의 식별
- Permanent Failure의 노드는 자동 오프되어 송수신 기능 제거.

- Wake-Up Message : 111 1110 111

등이 정의되어 있다.

2.3 메시지 프레임의 구성

CAN 프로토콜은 2가지의 메시지 프레임 포맷을 지원한다. 즉, 11 비트의 식별자(ID)를 갖는 표준 포맷(CAN 2.0A)과 29 비트의 ID를 갖는 확장된 포맷(CAN 2.0B)이 있다. 메시지 전송을 위한 메시지 프레임은 7개의 필드(field)로 구성된다. 그림 2는 CAN 규격 2.0A의 표준 포맷에 대한 메시지 프레임의 구성을 나타낸 것이다. 표준형의 메시지 포맷에서 메시지는 SOF(Start Of Frame)로 시작하고, ID와 RTR(Remote Transmission Request) 비트를 갖는 중재필드(arbitration field)가 그 뒤를 잇는다.

그리고, 제어 필드(control field)에는 표준 포맷과 확장된 포맷을 식별하기 위한 IDE (identifier extension) 비트를 갖는다. 다음으로 0 ~ 8 bytes인 가변량의 데이터를 갖는 데이터 필드와 비트 에러 검출을 위한 CRC 필드, ACK 슬롯(slot)과 ACK delimiter 비트를 갖는 ACK 필드 등으로 구성되고, 메시지의 마지막은 EOF(End of Frame)에 의해 주어진다.

2.4 CAN 제어기의 구조와 종류 [5]

모든 CAN 제어기는 CAN 프로토콜 제어기, 하드웨어 수

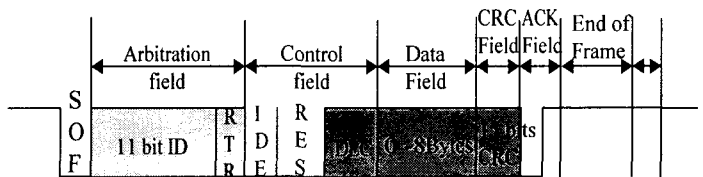


그림 2 표준 포맷에 대한 메시지 프레임의 구성
신 필터, 메시지 메모리, CPU 인터페이스와 같은 공통의 구조를 갖는다. CAN 프로토콜 제어기는 CAN 버스를

통해 전송된 모든 메시지를 처리한다. 즉, 동기화, 에러처리, 버스 중재, 직·병렬 변환 등의 신호처리를 수행한다. CAN 제어기 내부에는 송수신 되는 CAN 데이터 프레임 을 위한 버퍼 즉, 메시지 메모리를 보유하고 있다. 그림 3은 이상과 같은 기본적인 CAN 제어기의 내부 구조를 블록도로 나타낸 것이다.

CAN 제어기는 구현하는 형태에 따라 독립형 (stand-alone) CAN 제어기와 통합형 CAN 제어기로 분류된다. 독립형 CAN 제어기에서는 CAN 프로토콜 제어기와 물리적인 버스간의 인터페이스를 담당하는 CAN 송·수신기, CAN 통신을 수행하는 CAN 제어기, 주변 시스템을 포함해서 메시지의 생성과 처리를 수행하는 microcontroller를 각각 별도의 시스템으로 구현하는 방법으로 그림 4는 이들의 상호관계를 블록도로 나타낸 것이다. 독립형 CAN 제어기에 의한 CAN 통신의 구현은 전체 시스템의 소형화는 어려우나, 개발된 프로그램을 microcontroller가 변경되어도 그대로 사용할 수 있는 이점이 있다.

통합형 CAN 제어기에서는 CAN 제어기를 microcontroller 내부에 통합시킨 것으로 독립형에 비해 하드웨어의 비용절감이 가능하지만, 시스템의 제어기가 변경되는 경우 소프트웨어를 수정해야되는 단점을 갖는다. 그러나, 이와 같은 one-chip 제어기는 전체 시스템의 신뢰도를 개선시킬 수 있고, 메시지 송수신을 위한 데이터 액세스 시간의 고속화가 가능하다. 그림 5는 통합형 one-chip 제어기의 개략적인 내부구조를 나타낸 것이다.

CAN 버스선을 통해 수신된 메시지가 각각의 CAN 노드에서 필요한 메시지의 여부를 판정하기 위해 CAN 제어기 내부에 수신필터(acceptance filter)를 두어 메시지의 수신을 제어한다. 즉, 수신된 메시지의 ID가 수

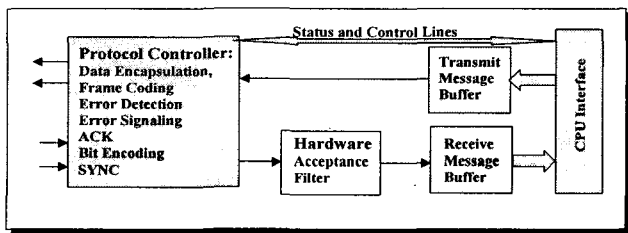


그림 3 CAN 제어기의 내부 구조

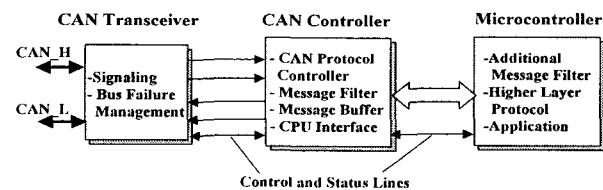


그림 4 독립형 CAN 제어기의 구조

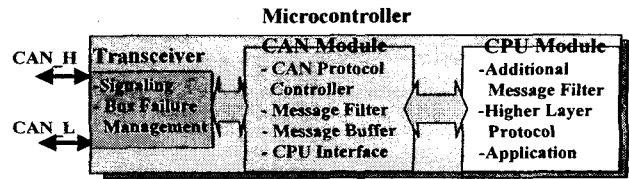


그림 5 통합형 one-chip CAN 제어기의 구조

신필터 register에 설정된 값과 일치하는 경우에만 CAN 데이터를 수신하고 그렇지 않은 경우에는 수신되지 않도록 하는 것이다. 그림 6은 간단한 8 비트 수신필터의 예를 나타낸 것으로, 수신된 메시지 ID의 ID10 ~ ID3의 8 비트가 수신 마스크 (acceptance mask)에 설정된 8 비트와 일치하는 경우 메시지를 받아들리게 된다.

CAN 버스를 사용해서 통신을 가능하게 하기 위해서는 각 노드간에 동기화된 비트 타이밍을 갖는 것이 필요하다. 이를 위해, CAN 제어기에서는 프로그램으로 타이밍의 값을 조절할 수 있도록 하고 있으며, 일반적으로 BTR(Bit Timing Register)을 이용해서 원하는 값의 비트 타이밍을 설정하고 이를 통해 송수신되는 비트율을 조절할 수 있도록 하고 있다. 그림 7은 비트 타이밍 조절을 위한 타임 세그먼트를 나타낸 것이다. 여기서, Nominal Bit Time t_{BIT} 는 각 세그먼트 구간의 합으로 다음 식 (1)과 같이 주어진다 [7].

$$t_{BIT} = t_{SYNCSEG} + t_{TSEG1} + t_{TSEG2} \quad (1)$$

이 때 각 세그먼트의 시구간은 Time Quantum (TQ)라고 하는 기본단위 시간의 정수배로 정의된다. TQ의 값은 시스템 클럭을 적당한 prescaler 계수값으로 조정된 것으로 CAN 시스템 클럭의 한 주기에 해당된다.

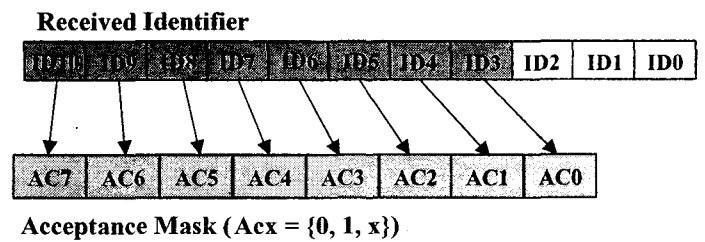


그림 6 수신필터와 수신 마스크 (8비트의 경우)

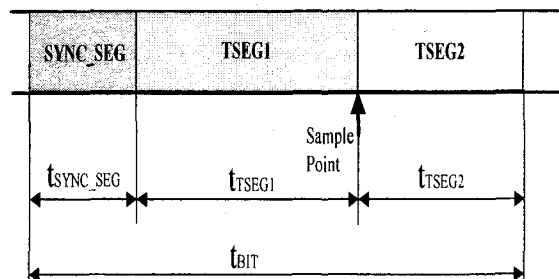


그림 7 CAN 비트 타임 세그먼트

III. 다중 신호제어 시스템의 구현

3. 1 하드웨어 시스템의 구성

3. 1. 1 CAN 네트워킹과 비트 신호레벨

그림 8은 CAN 통신 프로토콜에 의한 신호제어를 실현하기 위한 네트워킹의 구성방법을 나타낸 것이다. CAN 통신 프로토콜의 고속전송 모드 표준화 (ISO 11898)에서 네트워킹의 구성은 그림 8(a)와 같이, CAN 버스선상에서 반사파의 영향을 줄이기 위해 네트워크 와이어링(wiring)을 가능한 대칭 이중선 구조가 되도록 해서, 그 양단을 적당한 저항으로 종단되도록 하고 있다. 기본적으로, 와이어링은 비트 타이밍과 그림 8(b)와 같이 정의되는 Trunk 케이블 길이, Drop 케이블 길이 등에 좌우된다. 특히, Drop 케이블 길이는 각 CAN 노드를 버스선에 문제점 없이 접속시키기 위해서는 가능한 짧게 하는 것이 좋다.

한편, CAN 네트워크에서 버스선의 최대 길이는 다음과 같은 사항을 고려해서 결정된다.

- 버스 노드에 접속된 루프 지연과 버스선의 지연
- 노드간의 상대적인 oscillator tolerance에 기인한 비트 타임(TQ)의 차이
- 버스 케이블의 직렬저항과 버스 노드의 입력 저항에 기인한 신호의 감쇠정도

일반적인 전송 비트율에 따른 버스 길이와 비트 타임의 관계는 표 1과 같다.

CAN 버스상의 신호레벨은 $0.5 \times V_{cc}$ 를 기준전압으로 해서, CAN_H와 CAN_L의 전압레벨이 결정된다. 따라서, $V_{cc}=5V$ 인 경우, CAN 버스상에서의 전압레벨은 기준전압이 2.5V가 되고 CAN_H는 최대 3.5V, CAN_L는 최저 1.5V의 범위에서 변화되어 전송되는 신호레벨이 결정된다.

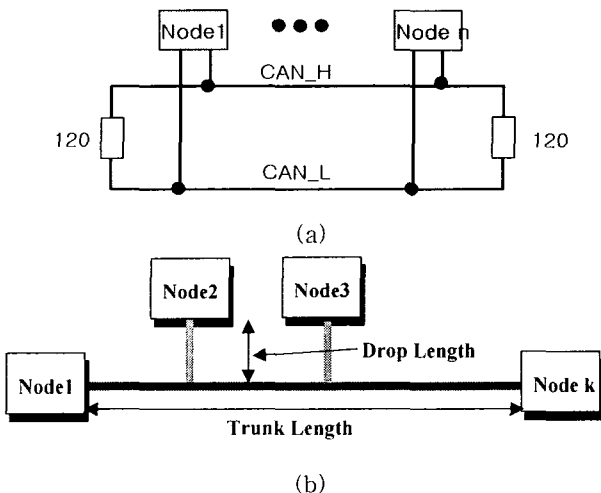


그림 8 CAN 네트워킹의 구성: (a) CAN 네트워킹, (b) CAN 네트워크에서의 Trunk 케이블 길이와 Drop 케이블 길이

표 1 비트 전송율에 따른 버스 길이와 NBT

Bit Rate	Bus Length	Nominal Bit-Time
1 Mbps	30 m	1 us
800 Kbps	50 m	1.25 us
500 Kbps	100 m	2 us
250 Kbps	250 m	4 us
125 Kbps	500 m	8 us
62.5 Kbps	1000 m	20 us
20 Kbps	2500 m	50 us
10 Kbps	5000 m	100 us

3. 1. 2 통합 제어 시스템의 구현

이상의 CAN 네트워크와 전송율에 따른 버스 길이를 고려하고, 차내 각종 전기신호를 제어하는 ETACS 시스템과 각종 센서 입력의 제어를 구현하기 위해, 시스템의 회로개발과 시스템 제작을 수행했다.

그림 9는 제작된 시스템의 개략적인 전체 구성을 나타낸 것으로 그 주요 특징은 다음과 같다. 먼저, 전체 시스템의 구성은 자동차의 공간적 위치와 기능에 따라 4개의 노드로 이루어지고, 각 노드간의 정보 및 데이터의 교환은 2절에서 기술한 CAN 통신 프로토콜을 사용해서 실현했다. 또한, 각 노드에서는 각각의 제어기에 의해 독립적으로 센서 및 스위치 입력을 처리하여 제어신호를 출력할 수 있도록 했다. 이를 통해, 소요되는 전선의 양과 접속점의 수가 최소가 되도록 구성하고, 각종 기능의 구현과 제어가 용이하게 되도록 함과 동시에, 새로운 기능의 추가가 간단하게 이루어지도록 해서 높은 유연성을 확보할 수 있게

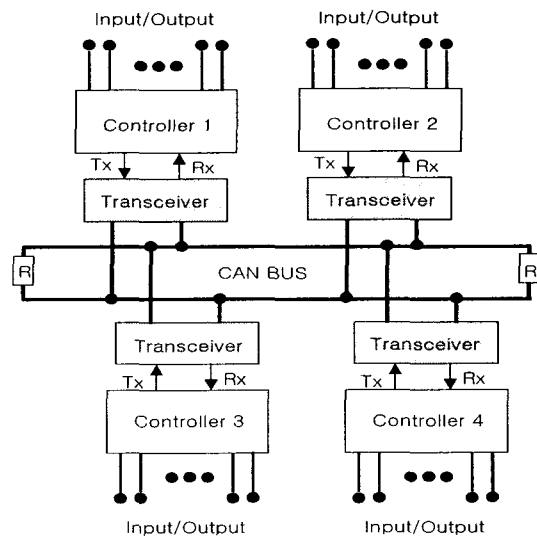


그림 9 CAN 통신 프로토콜에 의한 ETACS 및 센서 입력 제어 시스템의 구성

했다. 따라서, 각 노드는 독립적으로 직접 입력을 받아 이를 처리해서 출력하거나 또는 다른 노드에 필요한 정보를 CAN 버스를 통해 전송하여 수신케하고, 수신 메시지를 처리해서 자체적으로 출력할 수 있다.

현재 one-chip 제어기는 상용화된 칩이 없어 CAN 제어기를 내장하고 있는 마이크로 컴퓨터 중에서 각 노드의 제어기는

- 기존 ETACS 시스템에 적용되어 그 안전성을 보장할 수 있을 것
- CAN 2.0 A/B의 규격을 완전한 지원이 가능할 것
- 시스템의 구성을 간단하게 하고 확장 가능성이 높을 것
- 가격이 저렴하고 개발환경의 구축이 용이할 것

등과 같은 사항들을 고려해서 선정했다. 각 노드에서 사용된 하드웨어 구성을 위한 주요 칩의 사양을 표 2에 정리해서 제시한다.

그림 10은 4개 제어 유니트의 차내 배치의 구성과 각 제어 유니트에서 수행되는 기능을 개략적으로 나타낸 것이고, 그림 11은 본 논문에서 구현한 각 노드의 실제 회로 구성 및 제어 기능을 나타낸 것으로, 그림 9의 Controller 1 ~ Controller 4에 각각 대응한다. 각 노드(유니트)의 구성은 기능의 확장을 최대한 고려해서 결정했다. 유니트 1(그림 11(a))은 운전석에 위치하는 것으로 주요 타이밍 및 신호 레벨을 제어하여, 관련 정보를 필요한 각 유니트에 CAN 버스를 통해 전송하고 필요한 기능을 수행하도록 한다. 유니트 2 (그림 11(b))는 운전석 도어측에 위치하여 도어 및 창문, 백미러, 램프, 원격제어 등과 관련된 기능을 제어하도록 했다. 그리고, 유니트 3 과 4는 각각 엔진룸과 자동차 후부에 위치케 하여, 필요한 기능을 수행함과 동시에 소요되는 전선의 양이 최소가 되도록 했다.

그림 12는 실용화되어 사용되고 있는 기존의 ETACS에 의한 신호 및 전원을 제어하는 시스템과 Junction Box에 의한 주변 제어 시스템과의 상호 접속 관계를 나타낸 것으로[9], 운전석에 위치한 주제어기에서 직접 모든 입·출력을 제어하기 때문에 차내 전선사용의 길이가 길어지고 전선의 배치가 복잡해질 뿐만 아니라 모든 접속점

표 2 하드웨어 구성에서 사용된 주요 칩의 사양

품 명	Maker 및 규격	주요 사양
주제어기	Fujitsu's MB90595 series [7]	<ul style="list-style-type: none"> • 16 bit microprocessor • 128K Flash Memory, 4Kbytes RAM • Single CAN 2.0A/B Controller • 78 I/O Ports • Various Timers • 8/16 bit PPG • 10bit ADC • Various Interrupts • Serial I/O
CAN Transceiver	Philips's PCA82C250 [8]	<ul style="list-style-type: none"> • Supporting 110 Node Connections • Low current standby mode • Slope control to reduce radio frequency interference • Short circuit proof to battery and ground

이 Junction Box에 집중된다. 이로 인해, 각종 신호선들의 열화나 단락으로 인해 고장이 발생하기 쉽고, 성능개선이나 새로운 기능의 추가에 대한 유연한 대응을 어렵게 한다. 이에 반해, 본 논문에서 제안하고 구현한 CAN 통신 프로토콜에 의한 제어 시스템에서는 각 노드별로 독립적인 기능을 수행케 하고, 이들을 공간상으로 최적의 장소에 위치케 하는 것이 가능함으로 차내 전선 사용량의 획기적인 삭감 및 성능향상이나 새로운 기능의 추가가 간단해진다. 또한, 고장을 한정시키는 fault confinement의 기능을 구현함으로써 특정 유니트의 고장 시에도 다른 유니트들은 그 영향을 받지 않고 정상적인 기능을 수행하는 것이 가능함으로 전체 시스템의 높은 안정성을 확보할 수 있다.

그림 11의 각 제어 유니트를 구성해서 그 동작을 확인하기 위해 구성한 하드웨어의 전체 시스템을 나타낸 것이 그림 13이다. 4개의 제어 유니트와 각종 센서 입력과 출력을 확인하기 위한 입·출력 보드로 구성된 이 시스템은 자동차에 실장해서 테스터하기전에 전체 기능의 동작을 확인하고 검증하기 위한 실험 시스템을 제시한 것이다.

3. 2 제어 프로그램의 개발

각 제어 유니트에서 수행되는 프로그램의 개략적인 흐름은 다음과 같다. 먼저, 입출력의 초기정보 및 CAN 통신 프로토콜을 수행하기 위한 정보의 초기화의 과정을 처리한다. 다음으로, 센서 및 스위치 입력의 유무를 점검하고 입력되는

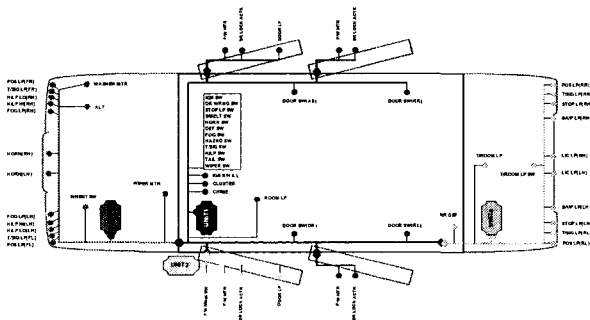
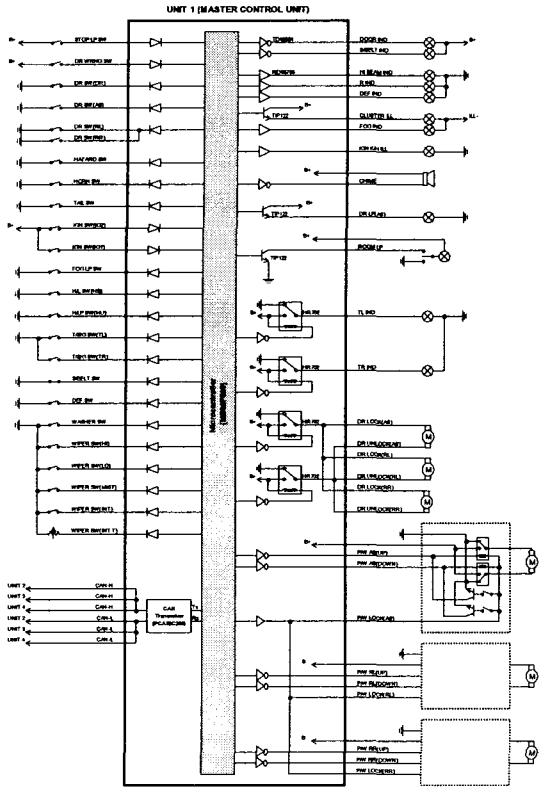


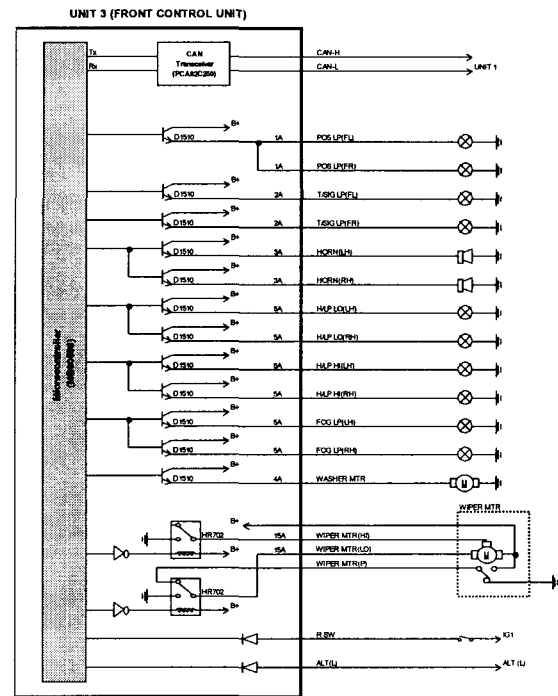
그림 10 각 제어 유니트의 차내 배치 구성도

정보에 따라 각 유니트에서 독립적으로 수행하거나, 필요한 정보를 처리하여 다른 유니트에 CAN 버스를 통해 전송하고 소요되는 기능을 수행하도록 한다.

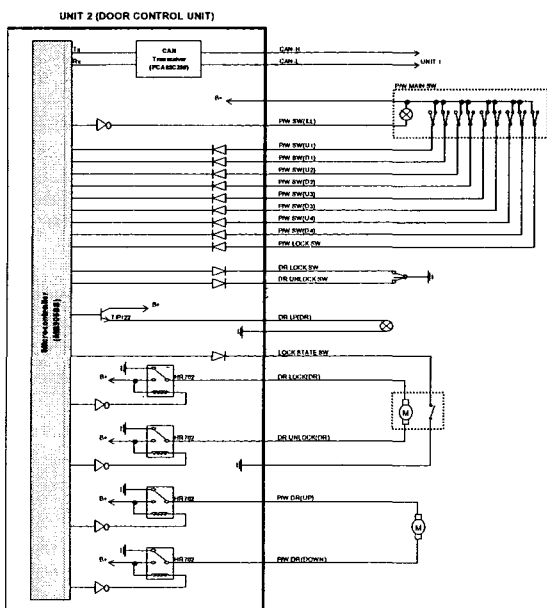
이 때, 각 유니트에서 수행되는 CAN 통신 프로토콜은 - 각 유니트의 수신필터(acceptance filter)의 설정을 통해 고유의 번지의 할당



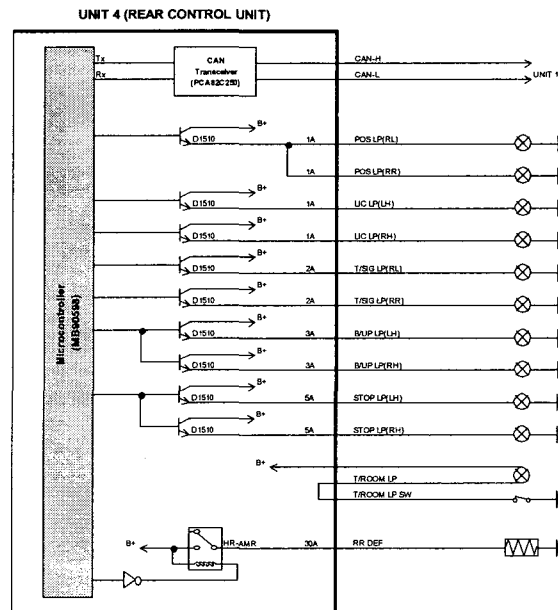
(a) 유니트 1



(c) 유니트 3



(b) 유니트 2



(d) 유니트 4

그림 11 각 제어 유니트의 회로구성

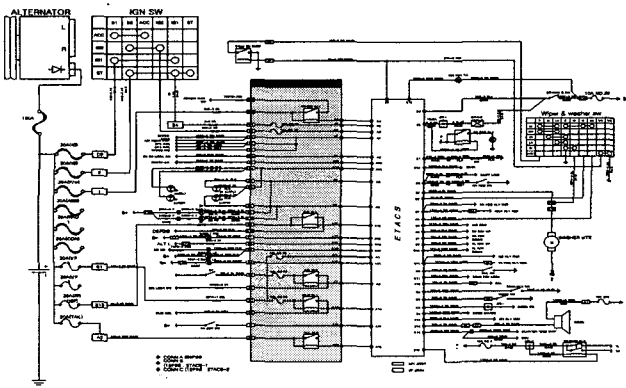


그림 12 ETACS에 의한 차내 제어시스템의 예

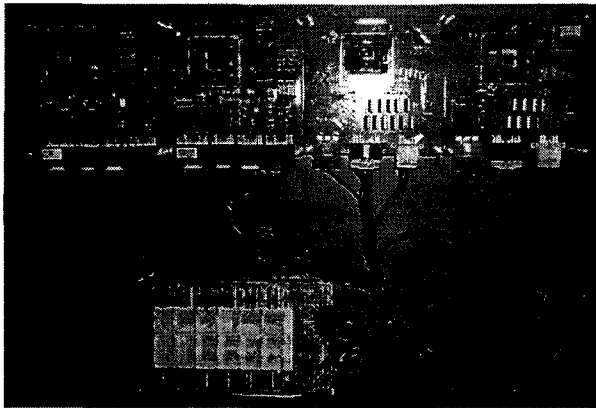


그림 13 신호 입출력 기능을 확인하기 위해 구성된 실장 시스템

- 유니트의 식별자 삽입된 메시지의 전송
- 수신 테스트(acceptance test)의 수행과, 수신 인터럽터를 통한 자동수신
- 에러의 발생을 자동으로 검출하고, 이의 한정(fault confinement) 및 자동복구.

등으로 구성되어 에러에 강한 안정적인 통신이 이루어지도록 했다.

그림 14는 이상의 제어를 수행하기 위해, 각 제어기에서 수행되는 제어프로그램의 개략적인 전체 흐름을 나타낸 것이다.

구체적인 제어 프로그램의 구성은 사용되는 사용되는 제어기의 특성에 좌우되는 부분이 많다. 먼저, 스위치 및 센서 입력 상태에 따른 기능은 기존 ETACS에서 실행되는 동작과 동일하게 수행되도록 프로그램으로 구현해서 하드웨어의 구성이 최소화되도록 해서 시스템 구현 비용이 가능한 저렴하게 되도록 했다. CAN 통신에 의한 메시지의 송신은 식별자의 삽입에 의한 수신 대상의 선정과 버스 사용의 우선순위를 자동으로 할당해서 전송한다. 메시지의 수신은 내부 인터럽트로 처리해서 수신 필터 및 수신 마스크에 의한 메시지 수신여부를 자동으로 결

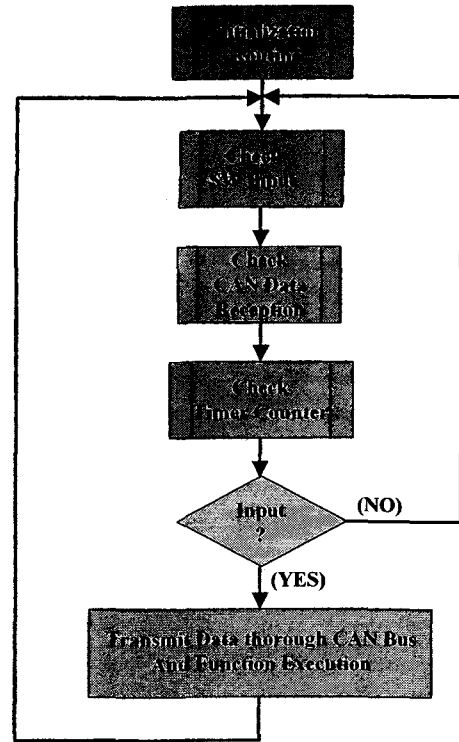


그림 14 제어 프로그램의 전체 흐름도

정해하고, 수신된 메시지는 수신 노드에서 독립적으로 처리해서 출력되도록 한다. 본 논문에서 적용한 Fujitsu사의 MB90595 계열의 제어기는 풍부한 인터럽트 및 타이머 기능을 보유하고 있어, 에러의 발생시 인터럽트의 사용으로 즉시 이를 감지케하고, 다양한 내부 타이머를 사용해서 필요한 타이밍을 발생시켜 사용했다. 또한, 대기(stanby) 모드를 사용해서 자동차 엔진 정지시 전력의 소모를 줄이도록 했다.

IV. 결론

본 논문에서는 CAN 통신에 의한 자동차 신호제어 시스템 개발을 위한 제어기와 주변 인터페이스 회로 및 제어 프로그램의 개발을 수행했다. 본 논문에서 제시한 시스템을 구현하고 실험으로 검증한 결과, CAN 통신의 높은 신뢰성과 각종 신호의 효율적인 제어가 가능함을 확인할 수 있었다.

본 시스템이 실용화되기 위해서는 하드웨어의 비용이 기존의 ETACS 시스템과 충분한 경쟁력을 갖출 수 있어야 한다. 이를 해결하기 위해서는 저가격의 CAN 송수신과 입출력 포트만을 제어할 수 있는 칩 개발이 필요하다. 뿐만 아니라, 자동차의 특성상 안전성과 신뢰성을 확보할 수 있는 버스의 부하조건에 상관없이 통신을 가능케 하는 버스제어가 필요하다.

그러나, 자동차의 고급화가 진행될수록 신호제어를 위한 입출력의 수가 늘어나게 되고, X-by-Wire Car[5] 등 새로운 개념의 기능을 도입하기 위해서는 기존의

ETACS 만으로 이들을 전부 수용하기에는 한계가 있다. 따라서 CAN 통신 프로토콜에 의한 통신 및 신호제어의 필요성은 더욱 증대하게 될 것이고, 응용이 더욱 확대될 것이 예상된다.

접수일자 : 2002. 4. 24 수정완료 : 2002. 7. 14

[참고문헌]

- [1] E. A. Bertz : "By-wire cars turn the corner", IEEE Spectrum, pp. 68-73, April 2001.
- [2] <http://www.can.bosch.com>.
- [3] Thomas Fuhrer et al : "Time triggered communication on CAN", In Proceedings 7th International CAN Conference, 2000.
- [4] 현대 자동차 기술표준, SPEC 95440-06, 1996.
- [5] 정 차근 : "CAN 통신 프로토콜을 사용한 자동차 Network의 다중화기법의 개발에 관한 연구", 한국 신호처리 시스템학회 2001 하계 학술대회 논문집, 2권1호, pp. 29-32, 2001. 06.
- [6] CAN Specification Version 2.0 A and B, Bosch, Sept. 1991.
- [7] FMC-16LX Family 16-bit Microcontroller MB90595 Series Hardware Manual, Fujitsu.
- [8] CAN Controller Interface, PCA82C250 Data Sheet, Philips, Jan. 2000.
- [9] 정 차근의 : "ETACS 개발에 관한 연구", 연구보고서, 호서대학교 부설 전파광파연구소, 2001. 05.



정 차 근(Cha-Keon, Cheong)

正會員

1982년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업

1984년 2월 : 서울대학교 대학원 전기공학과 공학석사

1993년 2월 : 일본 동경대학 전기공학과 공학박사

1984년 1월 ~ 1997년 8월 : LG종합기술원 책임연구원

1995년 4월 ~ 1996년 3월 : 일본 방송통신기구 초빙연구원

2002년 1월 ~ 2002년 4월 : 동경대학 초빙교수

1997년 9월 ~ 현재 : 호서대학교 정보제어공학과
연구분야 : 디지털 신호처리, 디지털 영상통신, 영상처리 및 부호화, Image Sensor 등.
