

펄스폭 변조방식을 이용한 MWS의 구현

正會員 金榮日* 正會員 金武雄*

Implementation of Multiplex Wiring System using PWM

Young Il-Kim, Moo Woong-Kim *Regular Members*

본 논문은 94년도 학교법인 대림학원의 학술연구조성비에 의해서 연구되었음

要 約

본 논문에서는 기존의 자동차 와이어 하네스 배선을 간소화 하기 위하여, 한두가닥의 신호라인에 다수의 신호를 전송하는 다중화 시스템을 구현하였다. 부호화 기법으로는 여러가지 이점을 가진 PWM 방식을 이용하였으며, 오류 감지는 CRC 기법을 적용하였다. 세개의 유니트에 대한 알고리즘을 구현함으로써 임의모듈에 대한 데이터 파형을 고찰 하였다. 그 결과 안정된 특성을 보였으며, 실시간 제어 및 멀티태스킹이 가능함을 보였다.

본 다중화 시스템은 배선의 길이와 수량면에 있어서 기존의 와이어 하네스보다 평균 55.5%의 감소율을 나타내었다.

ABSTRACT

This paper describes multiplex wiring system to simplify conventional wiring harness for automobiles. An implemented PWM is an encoding scheme which has several advantages over the other scheme. This system utilizes CRC code error detection on all of its message fields. By implementing control algorithm for three units, it is verified that waveform of any modules is very stable and can be controlled concurrently in real time. And this multiplex wiring system can be reduced 55.5% in the amount of wires compared to conventional wiring system.

I. 서 론

자동차가 점차 기능이 고급화, 다양화 됨에 따라 사

용자의 편리함과 안락함을 도모한 전장품의 탑재가 80년대 중반에 접어들어 급속도로 진행되고 있다. 그에 따른 와이어의 수가 매년 기능에 비례하여 증가하고 있다. 전세계의 자동차 산업의 통계를 보면 와이어의 수는 4년마다 60%의 비율로, 단면적은 40%의 비율로 증가하고 있는 것으로 나타나 있다.[1]

기능이 추가됨에 따라 와이어의 연결 및 배치 상태가 복잡해지고 그에 따른 고장발생이 많아지며 굴곡성

*大林專門大學 電氣科
Dept. of Electrical Engineering, Daelim College.

의 악화에 따른 라인에서의 조립 작업성이 저하되는 결과를 초래한다.[2]

또한 와이어의 원가 비용이 증가 할뿐만 아니라 차량의 증량 증가로 인한 연료 소비량이 증가하는 결과를 가져온다.

이와 같은 기존 와이어 하네스의 단점을 보완하기 위한 멀티플렉스 와이어링 시스템(Multiplex Wiring System : MWS)은 한두가닥의 신호선에 다수의 신호를 전송하는 시스템으로서 전송라인이 한 송신부에 의해 점유되어 있는 것이 아니라 여러개의 송신부에 의해 공유 될수 있는 통신 시스템이다.[3]

MWS는 1970년대 GM에서 광통신을 이용하여 도어 및 좌석에 다중통신을 수행함으로써 본격적으로 실용화 되었다고 볼 수 있다. GM은 다중화 시스템을 적용하여 자동차의 조명 시스템을 사용하였으며 폰티악(PONTIAC)등의 일부모델에서는 스위치 클러스터(Switch Cluster)를 장치하여 다중화 하였다. 또한 클라이슬러사는 DYNASTY와 NEWYORK 모델에 운전자의 정보를 위한 다중화 데이터 시스템을 사용하였다.

1990년 미국의 자동차협회의 조사 및 분석결과에 따르면 미국에서 생산되는 자동차중 MWS가 적용되는 차는 2000년에 이르면 25%이상 증가할 것으로 예측하고 있다. 현재의 MWS는 기존의 와이어 하네스보다 가격이 높은 수준에 이르고 있지만, 점차 MWS전용의 반도체가 저가로 공급되는 추세로 가고 있어 현실화 되어질 것으로 예상된다.[4]

자동차의 다중화 시스템은 통신에 있어서 표준안의 필요성이 오래전부터 인정되어 왔다. 송·수신에 있어 수신기가 송신기로부터 보내온 데이터를 이해하기 위해서는 송·수신 장치에 사전에 정의된 프로토콜이 일치해야만 통신이 가능하게 된다.

MWS의 프로토콜은 크게 나누어 두 종류로 나눌수 있다. 한가지는 SAE(Society of Automotive Engineering)에서 제안한 J1850 프로토콜이며, 다른 한가지는 독일의 Bosch사에서 제안한 CAN(Controller Area Network) 프로토콜이다. 자동차의 다중화에 대한 표준화는 점차 OSI (Open System Interconnection) 모델에 정의되어 있는 계층으로 확립되어 가고 있는 추세이다.

본 논문에서는 시분할 다중화방식과 PWM의 변조방식을 채택한 SAE의 J1850 프로토콜을 적용하여, 시스템의 구현 방법을 논하였다. 또한 제어 유닛을 세부분으로 나누어 실시간 제어 알고리즘을 구현하였으며, 송·수신 데이터 파형을 고찰하여 실시간 및 멀티태스킹의 가능성을 논하였다.

II. 멀티플렉스 와이어링 시스템

자동차의 다중통신 시스템은 재래식 전선들을 한데 묶어서 정보를 버스라인이라 불리는 신호선을 통해 각 유닛으로 보내므로 각 유닛에는 송신부와 수신부가 존재한다. 또한 각 유닛에는 각각 1개의 받자를 갖게 되는데, 이때 배선라인의 배치는 본 시스템의 가격결정에 중요한 역할을 한다.[5] 일반적으로 자동차의 다중통신 네트워크는 SAE 분과위원회의 J18150과 CAN(Controller Area Network)의 방식으로 구분한다.

2.1 SAE 통신 네트워크

SAE 분과위원회는 자동차의 데이터 통신네트워크에 대한 등급을 다음과 같이 3등급으로 분류하였다.

1. A부류: 저속의 차체 와이어링과 그 제어, 즉 외부 램프류, 분, 와이퍼의 단일제어
2. B부류: A부류 시스템간의 데이터 통신
3. C부류: 실시간 제어를 위한 A부류시스템간의 고속 분산 제어

A와 B와 C간의 차이는 표 1에서처럼 데이터 전송의 속도와 가격에 있다.

표 1. 자동차 통신 네트워크의 일반적인 분류

Table 1. Typical attributes of vehicle networks

	class A	class B	class C
Bus Rate	1k bits/sec	10k bits/sec	1M bits/sec
Transmission Media	Single wire	Twist pair	Coaxial/Fiber Optic

2.2 CAN 통신 네트워크

1985년 독일의 보쉬(Bosch)사는 실시간 제어의 통신네트워크, 즉 C 부류에 관심을 쏟아 이것을 CAN(Controller Area Network)이라 이름지었다. 인텔사는 1988년초에 최초의 CAN IC를 소개하였으며, 이 IC는 통신 인터페이스를 제어하기 위한 회로를 가지고 있다. CAN은 다음과 같이 4 가지층으로 구성된다.[6]

1. 응용층(Application Layer) : 외부장치의 제어 및 고장검출 / 처리를 수행
2. 목적층(Object Layer) : 수신된 메시지의 선별과 수용, 발송할 메시지의 우선순위를 결정
3. 전송층(Transfer Layer) : 메시지의 승인, 버스라인의 조정, 메시지 전달시의 오류탐지, 송신메시지의 구조결정
4. 물리적층(Physical Layer) : 버스라인의 제어 신호와 그 시기를 다룸

이러한 CAN의 메시지형태는 그림1과 같고, 그 특징은 다음과 같다.[7]

- 다중 주제어기 구조
- 비트방식의 버스라인 조정
- 1M BIT/S까지의 빠른 전송속도
- 메시지송신의 오차속도
- NRZ 정보양식

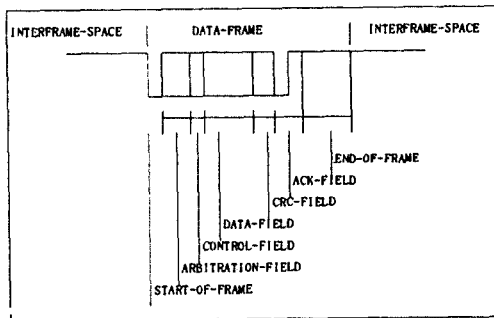


그림 1. CAN의 메시지 형태
Fig. 1. Message format of CAN

2.3 이론적 모델

그림2는 자동차 다중 통신시스템의 이론적 모델로서, 왼쪽이 기존의 배선도이고 오른쪽이 다중통신 배선도이다. 그림2에서도 알 수 있듯이 커넥터와 사이의 와이어 하네스의

양이 자동차 와이어 하네스의 대부분을 차지하고 있음을 볼 수 있다. 하지만 커넥터사이의 배선이 줄어드는 대신 송신기와 수신기가 추가된다.[8]

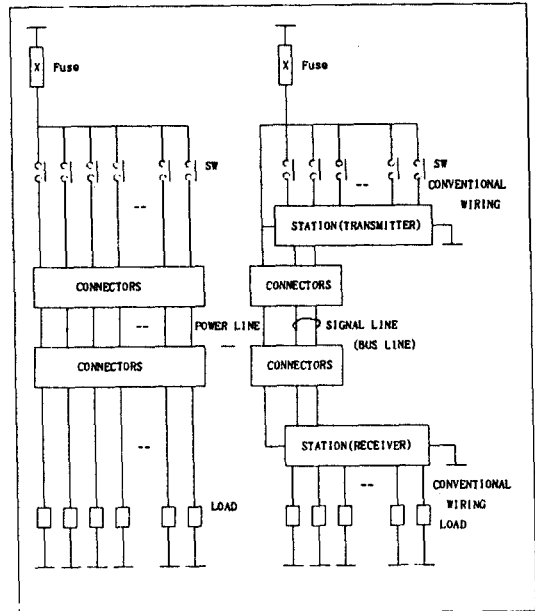


그림 2. 자동차 다중통신 시스템의 모델
Fig. 2. Model of multiplexed system

III. 시스템의 개요

전체 시스템은 마이크로 프로세서가 내장된 운전석, 조수석 유니트, TAC(time & alarm control) 유니트간의 신호 전송을 위한 인터페이스 회로와 프로토콜, 그리고 오류 검출 및 부호화 방법등에 대해 논한다.

3.1 시스템의 구성

운전석 유니트와 조수석 유니트는 윈도우 모터를 비롯한 각종 구동 액츄에이터를 제어 대상으로 하며, 운전석과 각종 스위치 및 제어기들은 쌍방향 통신이 가능한 구조로 설계 하였다.

TAC 유니트의 경우, 파워 윈도우 릴레이 및 와이퍼 모터 등을 제어대상으로 하여 운전석과 조수석의 유니트와 단방향 통신을 수행하였다.

그림3은 전체 시스템의 블록 선도를 나타낸다.

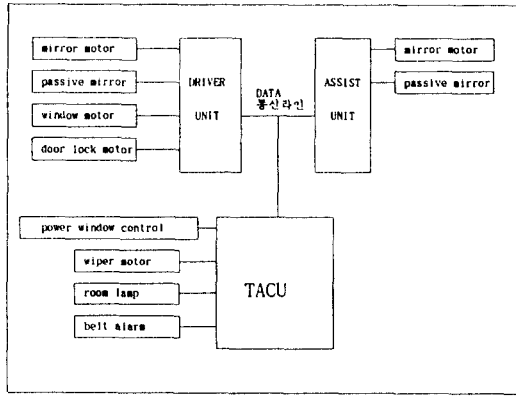


그림 3. 전체 시스템의 블럭도
Fig. 3. System block diagram

3.2 통신 인터페이스 회로

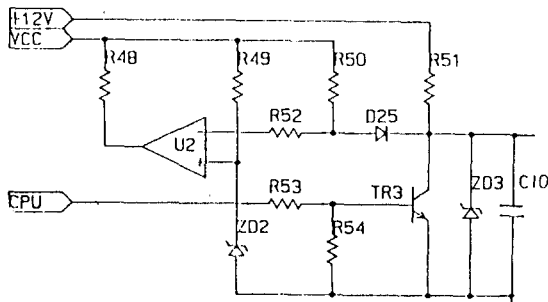


그림 4. 통신 인터페이스 회로
Fig. 4. Communication I/F circuit

외부 데이터 선에는 12V로 상호 간의 통신이 이루어지며 보오드(board) 내부에는 5V로 구동된다. 송신시에는 R53을 통하여 TR3의 베이스단에 신호를 주게되면 R51에 의해 풀업되어 있는 TR3의 콜렉터단의 전위가 +12V에서 0V로 변화하게 된다. 수신시에는 U2의 +입력단에 R49와 ZD2로 기준 전압을 가해주고 U2의 -단에는 R50과 R52, D25를 사용하여 평상시 출력은 R48을 통하여 풀업(pull-up)시키고 데이터 선이 0V일때 출력단에 0V가 출력 되도록 구성하였다. 그림4는 CPU와의 외부 데이터선과의 인터페이스 회로로서 운전석과 조수석 모듈에 공용되며, 조수석 모듈에서는 송신을 하지않고 수신만하게 된다.

위와같이 회로를 구성하였을 경우 CPU에서 HIGH(5V)가 출력되면 외부데이터 신호선에는 0V가 전송되고 CPU에

서 LOW(0V)가 출력되면 외부데이터 신호선에는 12V가 전송된다.

3.3 통신관련 프로토콜

MWS의 각 유니트마다 통신을 위한 프로토콜을 정의하여 시스템을 구현하였다. 시분할 다중화 방식과, 성형의 네트워크 구성, 그리고 PWM의 변조 방식등을 적용하여 유니트간의 다중통신을 구현하였다.[9]

3.3.1 다중화 방법

다중화 방법은 시분할 다중화(time division multiplexing) 방법과, 주파수 분할 다중화(frequency division multiplexing) 방법이 있다.

시분할 다중화(TDM) 방법은 샘플링 위치와 정보가 포함되어 있어 다른 채널 정보의 샘플링 펄스 위치를 이동시켜 삽입함으로써 다중 통신을 수행하는 방법이다.

TDM 방식이 FDM 방식에 비해서 회로 구성이 간단하고, 채널간의 누화(cross talk)가 발생하지 않는 등의 이점을 가지고 있으므로 본 논문에서는 유니트간의 다중 통신을 위해 TDM방식을 적용하였다.[10]

3.3.2 프레임 구성

MWS의 프레임 구성은 표 2에서 보는 바와 같이 데이터, 어드레스, CRC 비트등을 포함하며 전송 메시지 형식은 그림 5와 같다.

표2. 데이터의 각 비트 구성

Table 2. Data bit assignment

bit	address		data										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
data1	0	0	P/W LOCK	P/W FR	P/W FR	REM MIR	REM MIR	REM MIR	REM MIR	리남	리남	0	
						상	하	상	하	좌	우	리남	복귀
data2	0	1	0	0	0	P/W RR	P/W RR	P/W RL	P/W RL	SW CHECK	0	0	
						상	하	상	하				
data3	1	0	0	IG ON	ASS DOOR LOCK	REAR DOOR LOCK	Dr INH (주1)	Ass INH (주2)	20km	HALT	0	0	

(주1) H/L SW OFF 이면서 동시에 DRIVER DOOR OPEN 일때 1
(주2) H/L SW OFF 이면서 동시에 ASSISTANT DOOR OPEN 일때 1

프레임의 전송 속도는 166 Frame/s이며, 비트 할당은 어드레스의 2비트, 데이터의 10비트, CRC코드의 4비트로 구성한다.

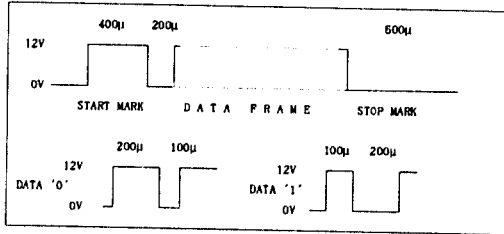


그림 5. 메시지 형식
Fig. 5. Message format

3.4 CRC 기법

CRC(Cyclic Redundancy Check)는 데이터의 오류 검출 방법으로 햄의 패킷 통신을 시작으로 해서 플로피 디스크의 데이터 전송시 등 폭넓게 사용되고 있다. 이 방법은 한 프레임의 정보에 대해서 여러 비트의 기호를 첨가하는 방법이다. 검사기호를 만드는 방법은 한 프레임분의 정보기호 모두를 2진수 표시하고 이것을 어떤 정해진 수(생성다항식)로 나누어 그 나머지를 검사기호로 쓴다. 단 이경우의 나눗셈은 보통의 나눗셈과 달라서 자리올림이나 자리내림이 없는 특별한 나눗셈으로 되어 있다.(EXCLUSIVE-OR 연산)

CRC기법의 장점은 다른 기법에 비해 비교적 긴 버스트(burst)에러(연속해서 에러가 발생하는 경우)를 검출할 수 있으며, 랜덤(random)에러도 어느정도 검출 능력을 갖고 있다.

본 논문에서 사용한 생성다항식은 $X^4 + X^2 + 1$ 이고 이것에 따라 CRC계산 회로는 그림 6과 같이 구성된다. 송신부는 데이터가 결정되면 12비트의 데이터를 차례대로 인코더에 넣고난 후에 최종적으로 SR(SHIFT REGISTER, SR3+SR2+SR1+SR0)에 남은 값이 CRC 코드로 결정되어 데이터와 함께 전송된다. 한편 수신부에서는 전송된 데이터를 디코더에 집어넣어 맨 마지막 CRC코드까지의 연산이 끝난후 SR에 남은 값이 "0000"이면 올바른 데이터가 전송되어온 것으로 간주한다.

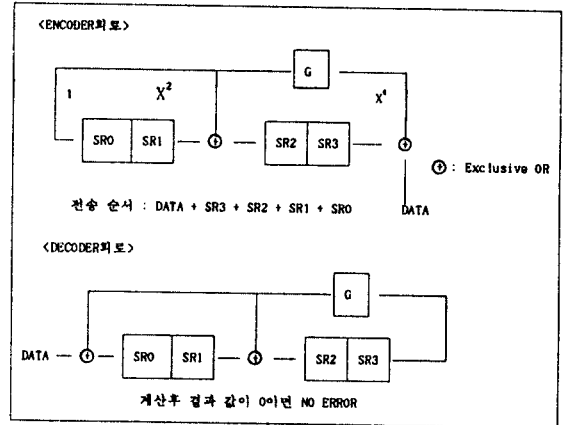


그림 6. CRC Encoder와 Decoder 회로
(생성 다항식이 $X^4 + X^2 + 1$ 인 경우)

Fig 6. Encoder and decoder for CRC code by $G(d) = X^4 + X^2 + 1$

3.5 부호화 기법

부호화(encoding)는 데이터 비트를 신호 요소로 매핑 시키는 기법으로서 본 논문에서는 CAN에서 채택한 NRZ 신호 방식과, J1850에서 채택한 PWM신호 방식에 대해서 살펴본다.

3.5.1 NRZ 신호 방식

NRZ(non-return to zero) 코드는 한 비트 간격동안 전압이 항상 일정치를 유지 하는 것이 특징이다.

NRZL(non-return to zero-level)로서, 터미널, 프린터등의 일반적인 컴퓨터 주변 기기에서 이 코드를 사용한다.[13] 데이터 전송시에 다른 코드를 사용하고 자 할때, 전송 시스템에서는 이 NRZ-L 코드등의 신호를 변형하여 원하는 코드로 구성된 신호를 얻는다. 이와같이 NRZ 코드는 간단한 부호화 기법으로서 대역폭을 효율적으로 사용하게 해준다. 그림 7은 RZ와 NRZ 신호의 파형으로서 NRZ가 1일때, RZ(return to zero)는 전체시간의 절반은 1, 나머지 절반은 0이 온다. NRZ가 0일때에 RZ는 전체시간의 절반은 0, 나머지 절반은 0이 온다. 결국 RZ는 반드시 0의 성분이 각비트의 후질반을 차지하는데 반해 NRZ는 1이면 1, 0이면 0이 된다.

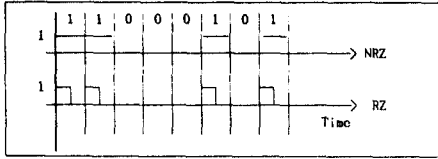


그림 7. RZ와 NRZ의 신호 파형
Fig. 7. RZ and NRZ transmission schemes

NRZ신호 방식의 장점은 다음과 같다.

NRZ의 장점 :

- 마이크로프로세서를 이용한 통신에 사용할 수 있다.
- PWM방식에 비해 같은 수의 비트인 경우 에지 변화(Edge Transition)가 더 적어 그만큼 EMI (Electro Magnetic Interference)가 줄어든다.[3, 4]

단점 :

- 여러 데이터인 경우 스타트, 스톱비트가 많이 들어가므로 그만큼 기다리는 시간이 길어진다.
- 동기화가 어려우며, 최악의 경우 10 비트까지 동기가 안될 수도 있다.

3.5.2 PWM 신호 방식

SAE J1850에서 채택한 PWM 방식은 한 비트에 반드시 0의 성분을 가지고 있는 신호 방식으로서 샘플링 펄스의 진폭이 전송하고자 하는 신호에 비례 하도록 한 부호화 기법이다. 펄스폭을 변화 시키기 위해서는 펄스의 하강측 (negative edge)만을 변화시키는 경우와 상승(positive edge), 하강의 양쪽을 똑같이 변화시키는 방법이 있다.[14]

이와같이 본 논문에서는 PWM 신호의 표현과 신호 발생, 그리고 신호 대잡음비를 고찰해 봄으로써 PWM 신호 방식이 다른 신호 방식에 비하여 뛰어난 이점이 있다는 것을 논한다.

(1) PWM 신호

PWM에서 k번째 펄스의 지속기간 $\tau(k)$ 는 샘플링된 값을 전달한다.

$$\tau(k) = \tau_0 [1 + m_g(kT_s)] \quad (3.1)$$

여기서 τ_0 는 변조 되지 않은 지속 기간

m 은 변조율을 나타낸다.

따라서 파형은

$$g_w(t) = \sum_k A_0 W \left[\frac{t - kT_s}{\tau(k)/\tau_0} \right] \quad (3.2)$$

평균 전송 전력 S_T 는

$$S_T = \frac{A_0^2}{T_s} [\tau(k)] = \frac{A_0^2 \tau_0}{T_s} \quad (3.3)$$

여기서 $W(t)$ 는 펄스의 형태, T_s 는 샘플링 주기이다.

상승 천이 구간은 $t = kT_s$ 에 고정되고, 단지 하강 천이 구간만이 변조 되어 펄스의 간격이 변한다.

$\tau_0 \ll T_s$ 에 근거한 근사법을 이용하면 PWM 신호의 파형은

$$g_w(t) \approx \frac{A_0 \tau_0}{T_s} [1 + m_g(t)] + f_a \quad (3.4)$$

여기서 f_a 는 주파수 변환 항을 나타낸다.

(2) PWM 신호의 발생

PWM 신호의 발생은 순시 샘플링(instantaneous sampling)에 의해 신호를 펄스 진폭 변조의 펄스로 변화시켜, 이것을 펄스폭으로 바꾸는 방법과, 그림 8에서 보는 바와 같이 입력신호와 샘플링 간격의 삼각파를 직접 합성한 방법의 두가지가 있다.

본 논문에서는 구조가 간단하고, 회로 설계가 편리한 후자의 방법을 이용하여 구현 하였다.

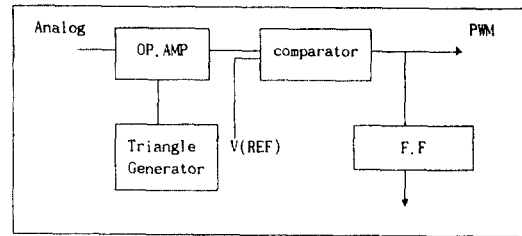


그림 8. PWM 신호의 발생회로

Fig. 8. PWM signal generator

(3) PWM 신호의 S/N비

PWM 신호의 펄스를 수신한 수신기는 펄스 진폭 변조의 샘플링된 펄스로 변환되어 연속 신호로 복조된다.[16]

이때 PWM의 펄스에 잡음이 포함되면 k번째 펄스

진폭 변조의 변환된 샘플링 펄스는

$$f_k' = f_k + \epsilon_k \text{ 가 된다.}$$

$$f'(t) = k_w g(t) + \epsilon(t)$$

$$= s_0(t) + n_0(t) \quad (3.5)$$

출력 신호 및 잡음 신호의 2승 평균은 각각

$$S_0 = [s_0^2(t)] = k_f^2 [g^2(t)] \quad (3.6)$$

$$N_0 = [n_0^2(t)] = [\epsilon^2(t)] \quad (3.7)$$

$\epsilon(t)$ 가 PWM펄스의 잡음을 의미하므로 PWM 펄스의 시간적 변화 $\delta\tau$ 는

$$\delta\tau = k_w \delta [gn(t)] = k_w \epsilon(t) \quad (3.8)$$

여기서 k_w 는 PWM 펄스의 복조 정수 따라서

$$\epsilon(t) = \frac{\delta\tau}{k_w}$$

잡음 출력 전력 N_0 는

$$N_0 = \epsilon^2(t) = \frac{\delta\tau^2}{k_w^2} = \left(\frac{t_r}{W}\right)^2 \cdot \frac{[n^2(t)]}{k_w^2} \quad (3.9)$$

복조 출력 신호 전력 S_0 는

$$S_0 = k_f^2 [g^2(t)] \quad (3.10)$$

따라서 수신기 출력의 S/N비는

$$\frac{S_0}{N_0} = \frac{k_f^2}{[n^2(t)]} \cdot \left(\frac{W^2}{t_r^2}\right) \cdot [g^2(t)] \cdot k_w^2 =$$

$$k_f^2 k_w^2 \frac{W^2}{[n^2(t)]} [g^2(t)] \cdot B^2 \quad (3.11)$$

식 (3.11)은 수신기 출력에서의 전력대 잡음의 비는 펄스 폭 W의 2승에 비례하고 대역폭 B의 2승에 비례함을 나타낸다. 이와같이 MWS의 전송 효율을 높이기 위해서는 PWM 신호의 대역폭을 늘려 구현하는 것이 바람직하다.

MWS의 PWM신호의 부호화 방식은 하드웨어 비용의 절약과 전송 효율의 증대등으로, NRZ신호 방식을 비롯한 기타 다른 부호화 방식보다 효과적이기 때문에 본 논문에서는 PWM 방식을 채택하였다.

PWM 방식의 장단점을 열거하면 다음과 같다.

PWM의 장점

- 매 비트마다 동기가 가능하다
- 클럭 발진기의 정밀성을 요하지 않으므로 가격이 저렴해진다.
- 전송 효율이 높다.
- 비트를 만드는데 있어서 더욱 단순하면서도 더욱 정확하게 할 수 있다.
- 오류 감지의 효율성이 높다.
- 하드웨어 비용이 절약된다.

단점 :

- 상승 및 하강 에지의 변화가 많으므로 EMI의 영향을 준다.(IC의 디자인으로 개선 될 수 있다.)

4. 소프트웨어 알고리즘

운전석과 조수석, 그리고 TAC유닛간의 신호 전송과 다중화 통신을 위한 알고리즘을 구현하고자 한다.

4.1 쌍방향 통신 알고리즘

그림 9는 쌍방향 통신을 위한 운전석 유니트의 알고리즘 플로우 차트이다. 맨처음 배터리를 연결하면 다

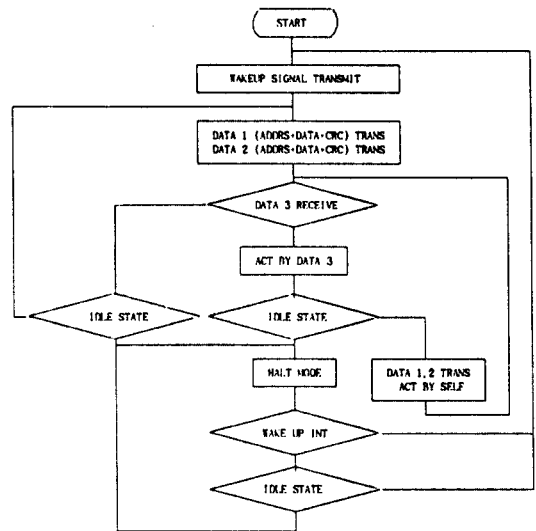


그림 9. 쌍방향 통신의 알고리즘

Fig 9. Algorithm of bidirectional communication

큰 유니트를 깨우기위해 Wake-Up 신호를 전송하고 이어서 차례대로 현재의 스위치 조작에 의해 데이터 1, 2를 구성하여 CRC를 덧붙인 후에 이것을 송신한다. 다음에는 수신모드로 들어가 데이터 3을 수신하고 수신된 데이터 3에 따라 액츄에이터를 동작시키고, 자신의 유니트가 아무런 동작도 하지않는 상태(Idle State)를 조사 한다음, 또다시 데이터 1,2를 송신하는 일을 반복한다. 만약 데이터 3을 수신하지 못하면, 자신의 상태를 조사한후, 데이터 1, 2를 송신하는 일을 반복한다. 만약 Idle 상태이면 정지상태로 들어가 배터리의 전력을 가능한한 소모되지 않도록 유지한다. 정지 상태에서 TAC 유니트로 부터 데이터가 송신 되거나, 자신의 유니트가 Idle상태가 아니면 다시 깨어나서, 맨 처음 부터 다시 시작한다.

4.2 TAC 유니트의 통신 알고리즘

그림 10은 TAC 유니트의 통신 플로우 차트인데, 맨 처음 배터리를 연결하면 데이터 2를 수신할 준비를 하고, 데이터 2를 수신하면, 그 데이터에 따라 액츄에이터를 동작시킨다. 자신의 유니트가 Idle 상태인가를

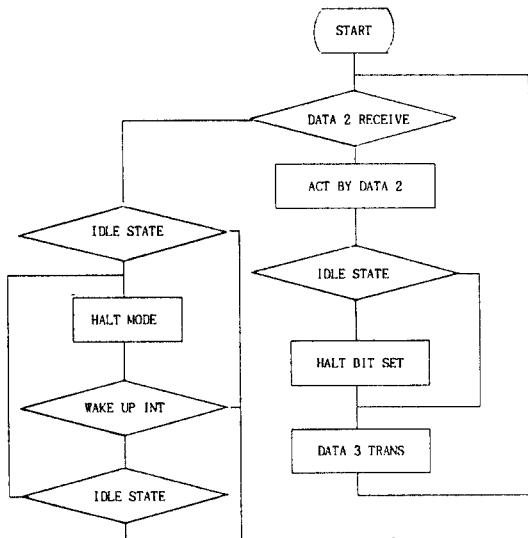


그림 10. TAC 유니트의 알고리즘
Fig 10. Algorithm of time & alarm control unit

조사한 후, Idle 상태이면 Halt메시지를 데이터 3에 실어 송신하고, 그렇지 않으면 현재 유니트의 상태에 따라 데이터 3을 구성하여 송신하고, 또다시 데이터 2를 수신한다. 만약 데이터 2를 수신하지 못하면 Idle 상태를 조사하고 Idle 상태이면 정지 상태로 들어가 배터리의 전력을 가능한 소모하지 않도록 유지한다. 정지 상태에서 운전석 유니트로 부터 데이터가 송신되면 다시 깨어나서, 맨처음부터 다시 시작한다.

5. 실험 결과

각 유니트의 송수신 데이터 파형 중에서 격납 미러와 도어록에 대한 데이터 파형을 고찰 한다.[15]

그림 11은 격납 미러 스위치를 눌렀을 때 통신라인을 통해 전달되는 데이터 파형을 추출한 것으로서 스타트 마크를 시작으로 1비트의 어드레스는 '00'으로서 데이터 1을 나타낸다. 데이터중 2번째비트는 '1'로 되어 미러가 격납됨을 의미하며, 그에따라 CRC도 '0001'로, 그리고 마지막으로 스톱마크가 이어진다.

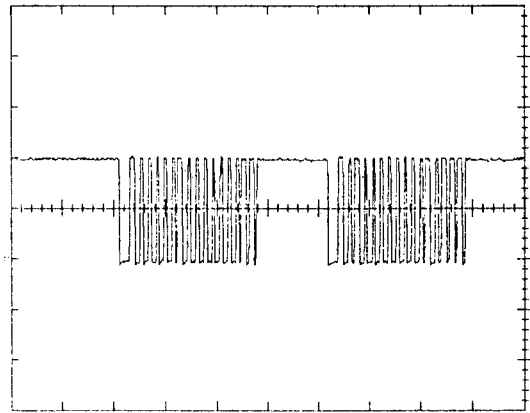


그림 11. 격납 미러 동작에 대한 데이터 파형
Fig 11. Data signal of passive mirror

그림 12는 운전석에서 도어록 스위치를 눌렀을때 통신 라인을 통해 전달되는 데이터 파형을 추출한 것으로서 스타트 마크를 시작으로 2비트의 어드레스는 '01'으로서 데이터 2를 나타내고, 데이터중 5번째 비트는 '1'로되어 도어 잠김을 의미하며, 그에 따라

CRC도 '1100'으로, 그리고 마지막으로 스톱마크가 이어진다.[11,12]

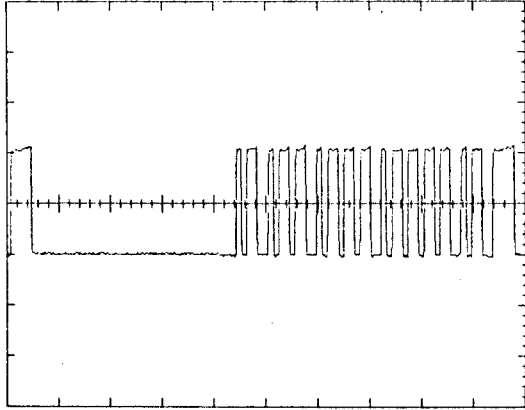


그림 12. 도어록 동작에 대한 데이터 파형
Fig 12. Data signal of door-lock

만약 위에서 고찰한 두가지 스위치 조작을 동시에 수행하여도 각 모듈은 정해진 시간에 데이터를 수신하기 때문에, 운전자는 두 액츄에이터를 동시에 동작 시킬수 있다. 또한 한 유니트로부터 다른 유니트로 두가지 데이터를 동시에 송신하여도 (운전석에서 조수석의 미러 쌍방향 스위치를 조작하면서, 동시에 조수석 창문을 내리는 스위치를 누른 경우) 수신 유니트는 수신된 데이터를 검사하여 각 비트에 따라 액츄에이터를 구동시키기 때문에 운전자는 두 액츄에이터를 동시에 동작 시킬 수 있다. 따라서 본 시스템은 실시간제어는 물론이고 멀티태스킹도 수행한다는 점을 입증 하였다.

결과 고찰

운전석과 조수석 그리고 TAC 유니트에 대한 자동차의 멀티플렉스 와이어링 시스템을 적용한 결과를 나타내면 표3과 같다. 표3에서 보는바와 같이 배선의 가닥수와 길이는 기존의 와이어 하네스보다 각각 58.5%와 52.6% 감소된 것으로 나타났다. 배선의 길이와 가닥수가 줄어든 반면, 3개의 유니트에 대한 마이크로프로세서를 비롯한 하드웨어 비용이 기존의 와이어하네스 비용을 초과하여, 자동차의 제조원가의 상승을 초래한다. 하지만 자동차설계의 신속성, 차량의 중량감

소, 그리고 조립공정에서의 생산성 증대등 많은 효과를 가져주는 시스템으로서 추후 MWS의 하드웨어 비용은 계속 감소되는 추세이다.

표 3. 기존 시스템과 MWS의 배선에 따른 와이어의 가닥수, 길이

Table 3. Number of wire and wire length, between conventional wiring system and MWS.

		D-A Module		D-E Module		감소율 (%)
		종전	본모델	종전	본모델	
가 닥 수	동력선	18	7	13	6	58.5
	신호선	7	2	3	2	
	소 계	25	9	16	8	
길 이 (M)	동력선	44	16	30	19	52.6
	신호선	16	4	7	7	
	소 계	60	20	37	26	

6. 결 론

SAE에서 제안한 J1850프로토콜을 적용하여 멀티플렉스 와이어링 시스템을 구현하였다. 3부분의 제어유니트의 알고리즘을 구현하여 안정된 파형을 얻었으며 실시간 처리와 각 프로세서간의 멀티태스킹이 가능함을 보였다. MWS와 기존의 하네스와의 비교를 통해서 가닥수와 길이에 대하여 각각 58.5%와 52.6%가 감소된 것으로 나타나, 그 가능성을 보여 주었다. MWS에 대한 연구개발은 미국을 비롯하여 일본, 유럽등에서 활발하게 전개되고 있으며, 통신프로토콜의 표준화가 계속 발표되어가고 있는 추세이다. 국내의 경우 일부 자동차업체에서 기초 연구를 하고 있는 실정이나 연구활동은 대단히 미약한 실정이다.

MWS가 활발하게 연구개발되고 실용화되기 위해서는 자동차 멀티플렉스 시스템의 전용 칩의 개발과 자동차설계의 전문성등이 제고되어야만 가능할 것으로 보여지며 이를 위해서 자동차업체와 반도체 제조업체간의 충분한 검토와 기술 협력이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 앞으로 MWS의 하드웨어 비용을 최소화 하기위한 노력과 와이어하네스의 설계기술, 프로토

콜 설계 기술 그리고 MWS연구개발 마인드 조성이 확립될 경우 그 실용화가 급속도로 전개될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. "Introduction to Local Area Networks" Digital Equipment Corp., pp. 29-38, 1982.
2. M. H. Westbrook, "Critical Factors in Multiplex Wiring System Development." Paper presented at Convergence 84, October 1984.
3. H. Rozman, "Electromagnetic Compatability : How to Achieve It." Automotive Engineering, Vol.93, No.8.
4. H. Ott, "Noise Reduction Techniques in Electronic System." John Wiley & Sons, pp. 110-114, 1976.
5. J. G. Rivardm "Automotive Electronics : Technologies for the '80s." Paper presented at Convergence 84, October 1984.
6. W. A. Rogers, T. F. Ristau, R. A. Meade, "Multiplex Systems for Automobiles", Convergence 80, September, 1980.
7. N. Yumoto, H. Ikeda, T. Sugimoto, "Optical Data Link for Multiplex Wiring.", SAE paper 830320.
8. SAE Multiplex Wiring Subcommittee, "Chart of Vehicle Multiplexing Characteristics" SAE Recommended Practice J1850.
9. D. E. Florence, M. C. Cwiedk, and G. S. Matthews, "Intergrated Vehicle Electronics - An Overview of Its Potential," SAE Paper 861031.
10. G. P. Esmer, F. O. R. Miesyerfeld, and R. R. Smisek, "Recommended Practice for a Class B Automotive Network", SAE paper 871554.
11. Y. Matsuzaki, and K. Baba, "Development of Multiplex Wiring System with Optical Data Link for Aitomobiles", SAE paper 840492.
12. N. S. "Microcontroller Databook", National Semiconductor Co., P. O. Box58090, Santa Clara, CA 95052-8090, USA.
13. Gallagher, R "Information Theory amd Reliable Communication." New York: Wiley 1968.
14. Freeman, D. "Fiber Optics Shine in Local Area Networks" Mini-Micro Systems, September 1983.
15. Michael J. Hillyer, "Using Motors in Automotive Multiplex Systems", SAE paper 860394.
16. Schwartz, M, "Information Transmission Modulation and Noise", 2nded. New York : McGraw-Hill, 1986.



金 榮 日 (Young Il Kim) 정회원
 1952년 10월 27日生
 1983년 2월 : 숭실대학교 공과대학 전기공학과 졸업
 1985년 2월 : 연세대학교 대학원 전기공학과 공학석사학위 취득
 1989년 8월 : 연세대학교 대학원 전기공학과 공학박사학위 취득

1989년 9월 : 금성산전연구소 제4연구소장 선임연구원 근무
 1992년 3월 : 동해중앙연구소 수석연구원(연구소장) 근무
 1994년 8월 : 영국 Sunderland University Teaching & Learning Program 과정 이수
 1994년 11월 ~ 현재 : 대림전문대학 전기과 전임강사 재직중



金 武 雄 (Moo Woong Kim) 정회원
 1941년 1월 7日生
 1963년 2월 : 한양대학교 공과대학 전기공학과 졸업
 1981년 2월 : 단국대학 대학원 전기공학과 졸업
 1989년 8월 : 성균관대학원 전기공학과 취득(공학박사)

1978년 12월 ~ 현재 : 대림전문대학 교수재직중