특집 06

미래형 자동차의 정보 네트워크 기술

목 차

1. 서 론
2. 자동차 네트워크 비교분석
3. 차체 네트워크(CAN) 적용 기술
4. 결 론

김 병 우
(울산대학교)

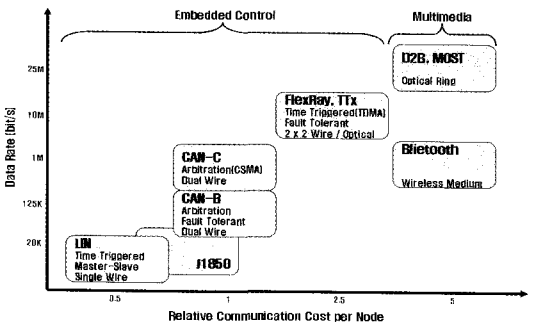
1. 서 론

최근 자동차의 전자화가 급속히 진전됨에 따라 전자 부품의 비율이 전체 부품의 30% 이상으로 증가되어 전자 부품의 증가에 따른 배선 및 통신 선로의 증가로 인한 자동차의 중량 및 제반 비용 증대를 초래하고 있다. 자동차 내부에 존재하는 다수의 전장 부품과 각종 센서들은 대략 수백에서 수 킬로미터 길이의 전선으로 구성되고 서로 연동되어 있다. 이 같은 기술동향에 의해서 각 제어기들 간의 정보 전달을 위한 인터페이스 매체로 사용되는 와어어하네스는 폭발적으로 증가하게 되었고 차량배선의 증가는 차량 설계의 유연성을 제한하고 차량의 중량을 증가시켜는 요인으로 작용하여 자동차 연비 및 생산성 저하를 야기하였다. 이러한 문제점 개선을 위하여, 각 자동차 회사에서는 차량 네트워크 표준인 2 와이어 방식의 CAN(Controller area network) Bus의 채용을 확대하는 한편으로 경제성 측면을 고려하여 간단한 통신이 가능한 Sub-bus로서 각광받고 있는 LIN(Local interconnect network) Bus를 채용하기 시작했다.

1970년대, 자동차에는 라디오와 앰프가 단순하게 장착되었는데, 전기전자 기술의 발전과 운전자 편의성 요구에 의하여 카세트 플레이어, CD 플레이어 등이 추가되었고, 최근에는 네비게이션 시스템, DVD 플레이어 등 다수의 멀티미디어 기기들이 장착되고 있는 추세이다. 더불어 차량 외부세계로부터 텔레매틱스 및 인포메이션 서비스 이용이 증가하여 사용하는 장치의 수가 증가될 뿐만 아니라 전자기술이 발달함에 따라 과거의 기계장치들이 전자장치로 대체되면서 전자장치와의 상호연결이 기하급수적으로 증가하고 있다. 이로 인하여, 자동차에 채용되고 있는 와이어 하네스 (Wire Harness)의 중량과 복잡성이 새로운 해결 과제로 대두되고 있다. 이의 대안으로 사용자에게 더 편리하고 효율적인 기능을 제공하기 위해 차량의 통신 네트워크화가 급부상하고 있다. 특히, 자동차 중심의 텔레매틱스 시스템을 구축하기 위해서는 자동차 내부 정보 수집용 유선 네트워크와 외부 정보 수집용 무선 네트워크의 유기적인 연계가 필요하다.

자동차로의 네트워크 기술 및 응용은 차체분야에서 시작되어 샤시분야, 동력계분야, 차량 내

부 멀티미디어 장치 제어까지 확대되고 있다. 자동차 네트워크는 기능적인 측면에서 샤시 및 동력계통(Powertrain & Chassis), 차체 및 편의장치(Body, Infotainment) 등으로 분류할 수 있고 속도 측면에서는 저속 및 고속의 데이터 통신으로 구분할 수 있다. 이와 같이, 자동차 네트워크는 일반 산업용에 비하여 가격적 측면 고려가 크기 때문에 응용 대상에 따라서 경제성 확보 측면에서 상이한 통신 프로토콜을 적용하게 된다.



(그림 1) 차량 네트워크 통신방식 분류

본 논문에서는 자동차에서 적용되는 다양한 네트워크 기술 및 응용에 대하여 소개하고 이종 네트워크 통합 방안을 제시하고자 한다.

2. 자동차 네트워크 비교분석

〈표 1〉 차량 네트워크 통신방식 분류

구 분		속도	통신 방식	적용OEM	비고
Body Network	유럽	10Kbps 이하	CAN-A,B CLASS	BENZ, BMW, VW	
	미국		SAE J1850 Low Speed	GM, FORD	
	일본		독자 PROTOCOL, CAN, LIN	Toyota, Nissan, Honda	
Power Train & Chassis Network	유럽	125Kbps ~ 1Mbps	CAN-C CLASS, Byte Flight	BENZ, BMW, VW	
	미국		SAE J1850 Hi Speed	GM, FORD	
	일본		독자 PROTOCOL, CAN, LIN	TOYOTA, NISSAN, HONDA	
Multi-Media Network	유럽	10Mbps 이상	D2B, MOST	BENZ, BMW, Audi	
	미국		IDB-M, IEEE1394(검토중)	GM Cadillac	
	일본		독자 PROTOCOL(Ebus), MOST	TOYOTA, HONDA	

자동차에 적용되는 네트워크를 크게 분류하면 차체 부분에 적용되는 CAN과 LIN, 동력계와 샤시 부분에 적용되는 Flexray, TTP-C, 정보통신에 적용되는 MOST 등을 들 수 있다. 먼저, 자동차에 적용되는 전체적인 네트워크 특징을 분류하고 가장 대표적 네트워크라 할 수 있는 CAN, LIN, Flexray, MOST를 중심으로 기술적 특징을 기술하고자 한다.

2.1 차체 및 동력계통 네트워크

〈표 2〉 CAN 및 LIN Network 비교

구 분	CAN	LIN
목표 응용분야	샤시 제어기 통신용바디 제어기 분산 제어용	바디 제어기와 센서 및 Actuator간 통신용
통신 속도	최대 1Mbps	최대 19.2 kbps
Bus 구조	Passive 방식 (Wire 결선)	Passive 방식 (Wire 결선)
통신 Line	2선	1선
전송 매체	일반 Wire (Twisted Pair)	일반 Wire
Fault Tolerant	1개 Line 단선 시에도 통신 가능 (Low Speed 만 해당)	단선시 통신 불가
Data 전송	우선 순위에 의한 중요 Data 우선 전송	주 제어기에서 통신 관장
H/W	통신 Controller, Transceiver	일반 Serial Port 이용
특 성	일반 제어 분야 통신 16 bit MCU Application	저가 단순 통신용8 bit MCU Application

CAN(Controller area network)은 독일의 자동차 부품 메이커인 Bosch에서 자동차 내부 전자제어유닛트(ECU : Electronic Control Unit)와 같은 각종 제어장치들을 직렬 통신방식을 이용하여 차량 정보를 공유가 가능하도록 개발한 것으로서 1993년에 ISO 국제표준규격으로 제정되었다. CAN은 Fault tolerant 기능을 지원하는 Low Speed CAN과 High Speed CAN으로 두 가닥의 일반 전선으로 구성되고, 최대 통신 속도는 1Mbps이며 125Kbps를 기준으로 Low Speed CAN(차량 차체계통)과 High Speed CAN(차량 제어계통)로 구분된다.

LIN(Local interconnect network)은 CAN이

적용되는 응용분야와 동일하나 데이터 전송량이 적은 차체의 서브 통신용으로 적용되고 있으며, 한 가닥의 일반 전선으로 최대 20Kbps의 전송속도와 최대 64개의 노드 지원이 가능하다.

2.2 샤시계통 네트워크

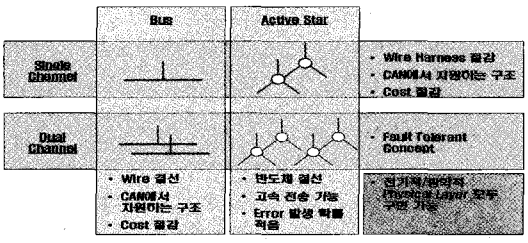
Flexray는 ESP, ABS, AT용 등의 Steer-by-wire나 Brake-by-wire등 높은 신뢰성이 요구되는 차내 시스템에 주목을 끌고 있는 프로토콜이다. 자동차의 각 제어 유닛 접속에는 표준 네트워크로서 CAN이 채용되어 여러 가지 정보를 공유하는 고도의 시스템 제어를 구현할 수 있었다. 그러나 자동차에서 요구하고 있는 사회적 요구사항(환경보호, 편의성, 안정성)이 증대되면서 유압 제어 시스템으로부터 전기제어시스템로의 전환이 급증하면서 전자제어장치(ECU)의 동작 예측성과 고속의 응답성이 필요하게 되었다. 이의 대안으로 대두되기 시작한 것이 Flexray Protocol로서 현재 가장 보편적으로 적용되고 있는 CAN과 경쟁 관계로 진입할 것이다.

Flexray의 적용분야는 ESP, ABS, AT 등의 높은 신뢰성이 요구되는 X-by Wire (Steer by Wire, Brake by Wire 등) 시스템의 차내 통신에 대해 주목을 끌고 있는 프로토콜이다. CAN과 같은 이벤트 트리거형의 엑세스 제어 프로토콜에서는 이벤트의 발생에 맞추어 노드가 통신 요구를 발생시키기 때문에 1개의 노드가 전체 통신 경로를 점거하여 통신지연이 발생될 수 있다.

타임 트리거드 통신 방식을 적용하고 있는 Flaxray는 각 노드마다 일정한 타이밍에 송신권한을 주는 통신 방식으로 통신의 버스 내부에 미리 필요한 시간의 슬롯을 정의한 버스 시스템을 설계함으로서 통신 지연 가능성을 배제시킨다. 또한, 데이터 전송속도는 최대 10Mbps로 이것은 CAN Network의 10배에 상당하는 고속의 데이터 전송 속도를 갖고 있다.

〈표 3〉 Flexray 및 CAN Network 비교

구 분	Flexray	CAN
목표 응용분야	X-by-Wire 통신용	사시 제어기 통신용, 바디 제어기 분산 제어용
통신 속도	최대 10 Mbps	최대 1Mbps
Bus 구조	Passive 방식 (Wire 결선), Active Star(반도체 결선)	Passive 방식 (Wire 결선)
통신 Line	2선 (1 Channel) 4선 (2 Channel)	2선
전송 매체	일반 Wire (Twisted Pair) 광 Cable	일반 Wire (Twisted Pair)
Fault Tolerant	2개 Channel 이용, 1개 Channel 고장시에도 통신 가능	1개 Line 단선 시에도 통신 가능(Low Speed 만 해당)
Data 전송	실시간 전송 보장, 선호 충돌 가능성 배제 (TDMA 방식)	우선 순위에 의한 중요 Data 우선 전송
H/W	통신 Controller, Bus Guardian, Transceiver	통신 Controller, Transceiver
특성	고가 고성능 통신 Protocol, 고성능 MCU 소요 (32 bit)	일반 제어 분야 통신, 16 bit MCU Application



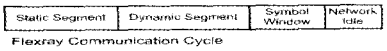
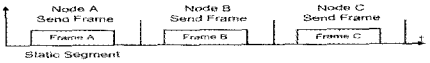
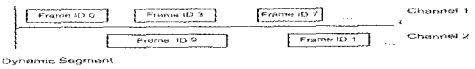
(그림 2) 차량 네트워크 통신방식 분류

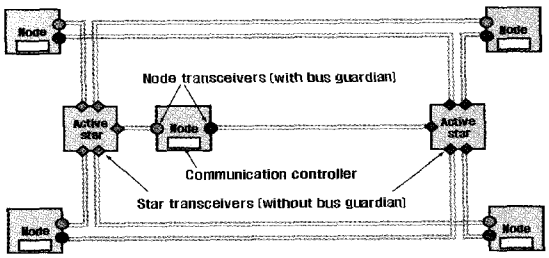
또한, 유연한 토폴로지(Topology)를 지원하고 있어 버스형, 패시브 스타형, 액티브 스타형, 이것들을 복합한 하이브리형을 선택할 수 있으며, 현재 FlexRay Protocol Spec은 2005년 5월 2.1 버전이 발표되어 거의 완성단계에 이르고 있으며, FlexRay를 지원하는 반도체도 시제품이 나오고 있으며 2006년에 BMW에서 최초로 양산차에 FlexRay를 적용하였다.

2.3 정보통신계통 네트워크

MOST(Media oriented systems transport)는 환경에 강하면서도 Cost-effective 통신 네트워크가 필요한 자동차 멀티미디어 네트워크용으로

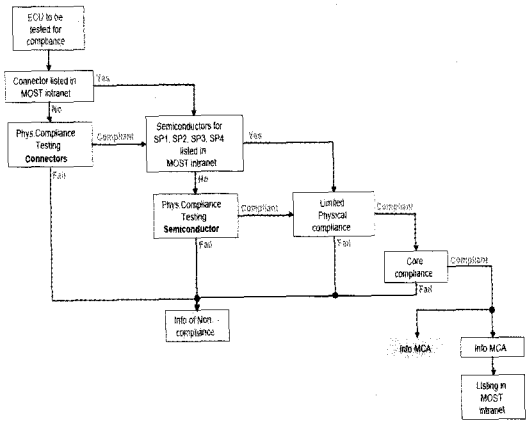
〈표 4〉 Flexray protocol 특성

Protocol 특성	비 고
- Flexray Frame Structure 	- CAN은 Dynamic Segment만 있음
- 고속 Real Time 통신 지원 - 최대 10Mbps 지원 - TDMA 원리를 이용한 통신 지연 및 Jitter 문제 해결 	- CAN : 125kbps - CAN에서는 실시간 통신 지원 불가
- Event성 신호 전송 대역 제공과 Dynamic segment 영역 활용 (모든 Node가 필요한 시간에 전송 가능) - 우선 순위에 의한 중요 Data 우선 전송 	- CAN 동일한 방식 - CAN은 2개 Channel 방식 지원 안함



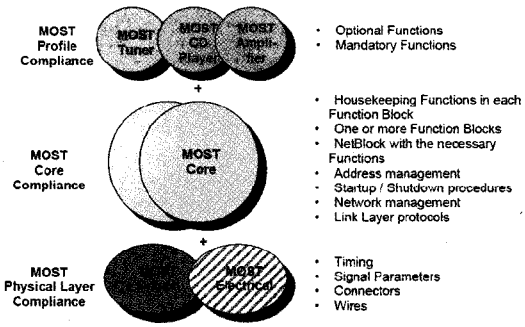
(그림 3) Active star topology를 적용한 X-by-wire Network

1998년 Daimler Cyrysler, Harmann/Becker, BMW, OASIS 에 의하여 개발되었다. 현재, 광통신을 이용하여 25Mbps의 전송속도와 64개의 노드를 지원하고, 현재 150Mbps까지 전송속도를 확대하기 위한 개발을 진행 중에 있다. 그리고 상대적으로 고가인 광케이블을 대체하기 위하여 일반 전선으로도 통신이 가능하도록 개발되고 있다. 차량 내부에서 MOST 네트워크 기반의 광통신 시스템의 적용이 증가함에 따라 MOST 협회에서는 MOST 네트워크를 이용하는 제품에 대하여 MOST Compliance Verification을 의무화하고 있다.



(그림 4) MOST compliance test

MOST Compliance Verification Program Requirement Document (MOST Compliance Requirements)는 MOST Compliance Verification Program의 주 Reference 문서로써 Program의 요구사양, 조직, 기능 및 정책에 대해 정의하고 있다. 또한, MOST Compliance Requirement는 MOST Specification에 준하며, MOST Compliance Supervisory Board (MCSB)에서 관리하고 있다.



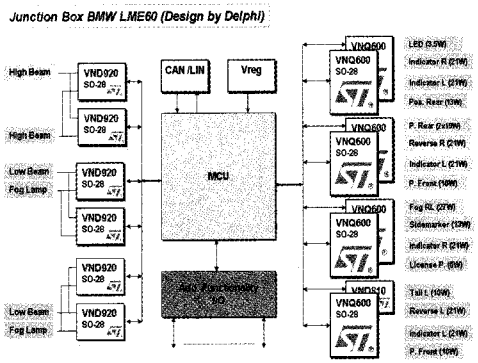
(그림 5) Levels of MOST compliance

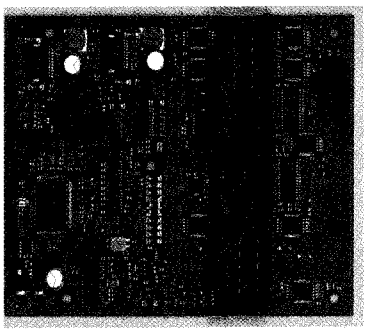
IDB-1394는 가정용으로 사용 중인 IEEE 1394를 기본으로 하고 있기 때문에 DVD, CD Changer, 오디오, 비디오 디스플레이뿐만 아니라 디지털 카메라나 게임기 같은 가전제품과 연결하여 사용할 수 있는 장점이 있으며 광통신을 이용하여 400Mbps의 전송 속도를 보장하고 있다. 현재 미국과 일본 완성차 업체를 중심으로 적용 가능성을 검토하고 있다.

3. 차체 네트워크(CAN) 적용 기술

앞서 언급한바와 같이 자동차에는 다양한 이종 네트워크가 적용되고 있음을 알수 있는바, 자동차 차체 및 네트워크 근간으로 이용되고 있는 CAN 네트워크를 활용한 지능형 전력분배 장치(Smart junction box)에 대하여 논하고자 한다. Smart J/B는 정션박스와 BCM(Body Control Module)을 하나의 Box 형태로 집약한 모듈로서, 릴레이를 사용하여 부하를 제어하는 방식에서 Power MOSTFT(Intelligent Power Switch-IPS)을 사용하여 부하를 제어한다. 자동차 내부에 4개에서 5개의 Smart J/B는 서로 다른 모듈과 통신(CAN/LIN)을 가능케 하여 전선을 절감하는 효과와 부하의 상태를 모니터링하여 운전자에게 전송하는 기능을 갖고 있다.

본 연구에서는 미국, 일본 등의 선진 자동차업체의 Smart junction box 적용 기술을 기반으로 국내 자동차 환경에 적합한 Smart junction box

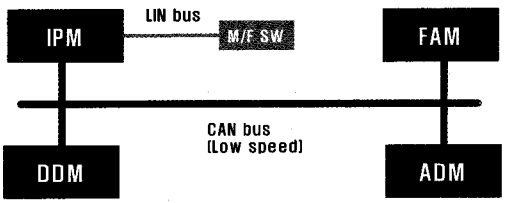




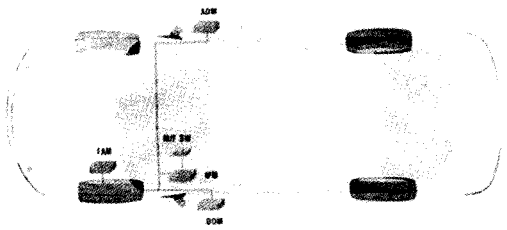
(그림 6) 자동차 지능형 J/B(BMW)

를 개발하였는데, 이에 대한 주요 특징을 기술하고자 한다.

자동차용 Smart junction box의 구성은 컨트롤러를 중심으로 전원 공급을 위한 Power, 스위치 입력과 같은 Digital Input, IPS를 모니터링하기 위한 Current 센서 입력용 ADC, IPS 동작을 위한 Digital Out 혹은 PWM, 다른 보드와 CAN 통신을 위한 CAN Transceiver, IPM 보드의 경우 LIN 통신을 위한 LIN Transceiver, 프로그램 다

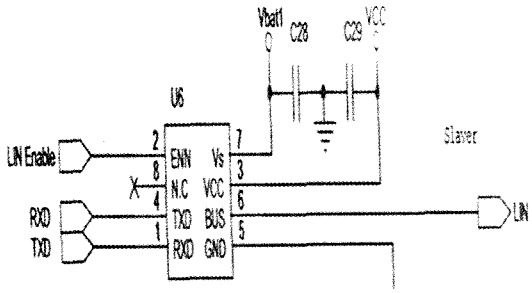


(그림 7) 개발 Smart junction box의 layout



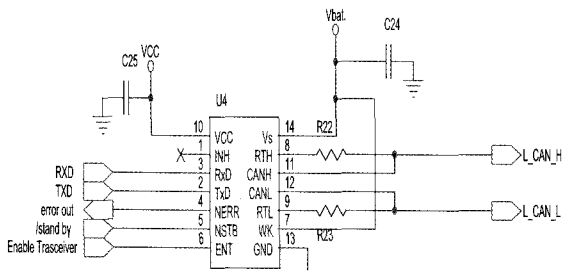
(그림 8) 대상 모듈의 장착 위치

운로드를 위한 RS232 및 BSL, C167CS 컨트롤러를 사용할 경우의 외장형 Flash ROM과 RAM 등으로 구성된다.



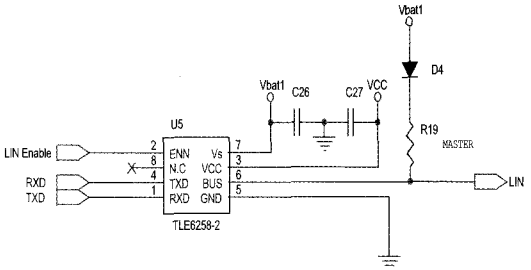
(그림 12) Transceiver interface(Slaver)

CAN은 High speed CAN과 Low speed CAN으로 구분할 수 있다. CAN Transceiver도 속도에 따라 High speed와 Low speed에 Fault tolerant 기능이 추가된 Fault tolerant CAN Transceiver가 사용된다. 기술지원에 사용된 FAM, IPM, DDM, 그리고 ADM은 low speed CAN으로 Infineon의 TLE6254-3G를 사용하였다.

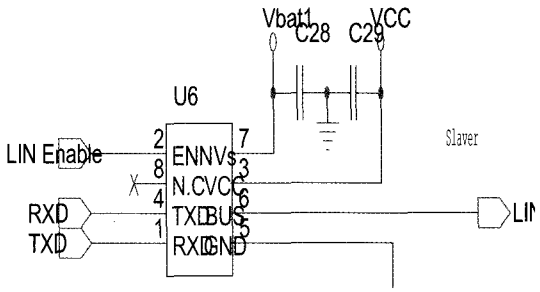


(그림 10) Fault tolerant CAN transceiver interface

LIN Transceiver로는 Infineon의 TLE6258-2G를 사용하였다. LIN은 Master와 Slaver로 나누어지며, LIN Interface 역시 달리 설계 된다. 두 개의 설계 Interface는 아래와 같다.

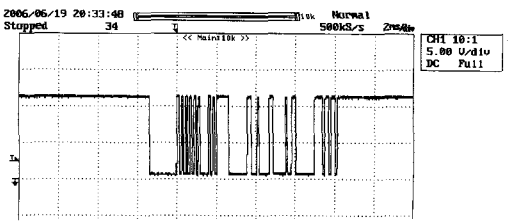


(그림 11) LIN Transceiver interface(Master)



(그림 12) Transceiver interface(Slaver)

LIN은 IPM 보드에만 사용되어지며, UART(ASC)를 사용한다. C167이나 XC164는 UART Port가 하나 밖에 없기 때문에 RS232와 LIN Transceiver를 동시에 사용할 수가 없다. 아래 그림은 LIN이 정상동작 할 때의 파형을 측정한 것이다.



(그림 13) LIN 실측 파형

4. 결 론

국내 자동차 산업은 급속하게 발전하고 있는 것은 주지의 사실이다. 그러나, 완성차 차원에서의 국제 경쟁력을 일부 확보하고 있으나 부품 특히, 전장부품에 대한 국제 경쟁력 확보에는 많은 문제점을 앉고 있다. 자동차 부품 산업의 국제 경쟁력 확보를 위하여 가장 시급히 수행하여야 할 분야가 네트워크 기반의 전장부품 개발이라 할 수 있다. 국가 차원에서 추진하고 있는 미래형자동차사업에서도 자동차 네트워크 기술은 모든 응용분야에 필수적으로 포함되어 있는 기술분야이다. 이 같이 중요한 기술적 특징을 지니고 있는 자동차 네트워크 기술임에도 불구하고 국내 자동차 부품업체들은 기술과 규모면에서 영세하기 때문에 이에 대한 능동적 대처를 못하고 있는 실정이다.

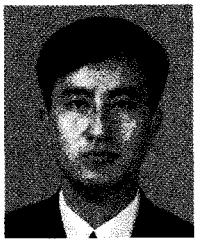
본 논문에서 자동차에서 적용되는 핵심적 네트워크에 대한 특징과 응용분야을 기술하였다. 특히, 자동차 전력을 분배하는 Smart junction box에 대한 실제 개발 사례를 제시하여 실질적 측면에서 활용 가능성을 나타냈다.

앞으로, 자동차 네트워크는 기존 CAN을 포함하여 MOST, Flexray 등 다양한 형태로 전개될 것으로 예상된다. 이 같은 국내외 기술 변화를 능동적으로 대응하기 위해서는 제품 기술개발과 함께 국내외 표준 제정에 적극 참여하여야 할 것이다.

참고문헌

[1] 자동차 반도체 기술 기획, 산업자원부, 2005.
[2] 자동차 시장 전망, Arthur D. Little Korea, 2004.
[3] Ronald K. Jurgen, "Automotive Electronics handbook", 1998.
[4] 미래형 자동차 기술 기획, 산업자원부, 2006.
[5] 공희식, "컴퓨터와 함께하는 산업용 네트워크", 두양사, 2004.
[6] 자동차 반도체 기술 기획, 산업자원부, 2005.
[7] Jean Walrand, "Communication Networks", 교보문고, 2000.
[8] 이백행, "차량용 CAN/LIN 네트워크 시스템 연구 기술지원", 산업자원부, 2006. 6.

저자약력



김 병 우

1987년 한양대학교 기계공학과 졸업(학사)
1989년 일본 KOSAKA연구소 초빙연구원
1990년 한양대학교 정밀기계공학과(석사)
1990년~1994년 (주)카스 센서연구소 주임연구원
2002년 한양대학교 정밀기계공학과(박사)
1994년~2006년 자동차부품연구원 전장기술연구센터장
2006년~현재 울산대학교 전기전자정보시스템공학부 조교수
관심분야 : 자동차 전자제어, 텔레매틱스, 고안전자동차 기술
이 메 일 : bywokim@ulsan.ac.kr