

지능형 자동차의 전자정보통신기술

전북대학교 | 임명섭

사무실과 가정의 컴퓨터, 대중화된 휴대폰 사용 그리고 인터넷으로 특징지어지는 정보통신 기술덕택에 현대인은 어느 정도 시간과 공간의 제약을 극복하고 있다. 그러나, 아직도 현대인은 예전에 비해 가까워진 지구촌을 여러 가지 이동체를 타고 이동을 하여야한다. 특히 현대인에게 있어서 자동차는 가정과 직장을 이어주고 업무 목적지와 휴식을 위한 휴양지를 찾아가기 위한 실질적인 이동 수단으로서 가정과 직장에 이은 또 하나의 정보통신기술이 필요한 중요한 영역이다.

따라서 미래형 자동차는 편의 주행, 쾌적 주행을 제공하고 그리고 안전 주행이 보장되는 지능형 자동차의 수요가 예견되고 있으며 이를 구현하기위해 첨단 정보통신, 전자, 제어 기술이 요구되고 있다[2,6,7].

이상과 같은 지능형 자동차 관련 응용 분야는 그림 1과 같이 자동차 여러 부위에 장착되는 첨단 전자장품들에 의해서 구현이 되며, 이들 전자장품들은 그림 2와 같이 다양한 종류의 센서, 신호 처리용 프로세서, 여러 가지 기능의 액츄에이터 그리고 이들 간 정보가 전달되는 차량 통신망으로 구성되는 시스템으로 표현 가능하다.

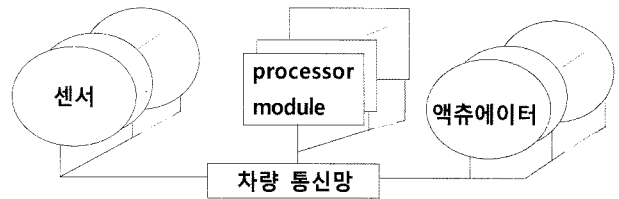


그림 2 차량 전자장치의 구성 시스템

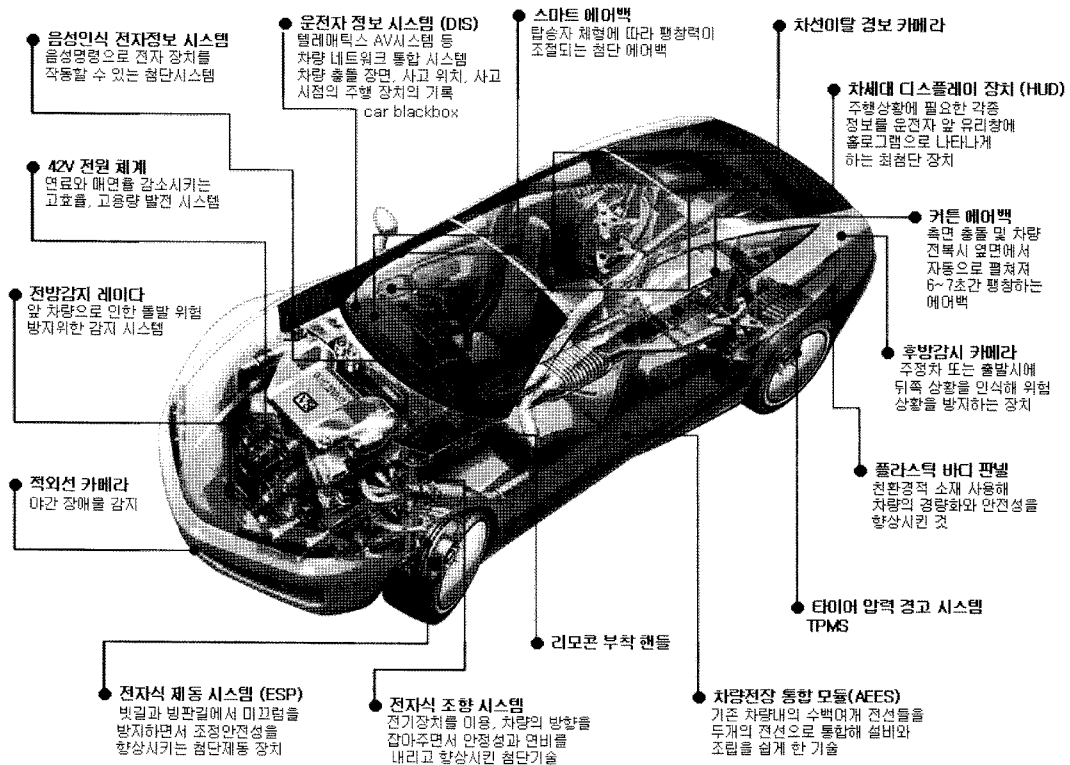


그림 1 지능형 자동차에 내장된 첨단 전자장치

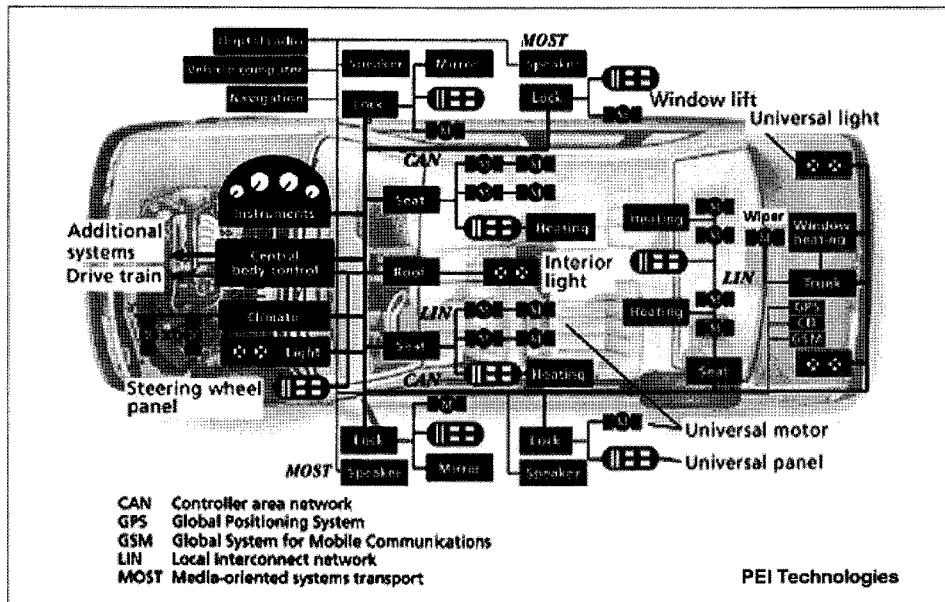


그림 3 차량 전자장치의 응용 분야별 network 구성 시스템
(참조: <http://ambroaes.tistory.com/entry/vehicleembeddedsystem070117>)

센서와 신호처리용 제어 프로세서, 액츄에이터 그리고 이들 간 신호를 연결하는 차량내 통신 network는 응용분야에 따라 그림 3과 같이 구성된다.

1. 차량 내 센서 기술 개요

현재 전 세계 자동차용 센서 시장규모는 2005년 현재 100억불 규모로 추정되며, 2010년까지 연평균 6.1%의 성장세를 나타내어 2010년에는 142억불 규모에 다다를 것으로 전망된다. 센서는 차량내 엔진 부위와 제동 장치, 조향 장치, 현가장치로 구성되는 샤시 부위를 중심으로 많이 활용되고 있다.

센서는 온도, 압력, 속도 등의 물리적 신호세기의 변화값을 측정할 수 있는 물질과 이를 전기 신호로 변환시키는 transducer로 구성된다. 또한 차량내 협소한 공간내 장착되어야 하는 특성상 센서는 MEMS(Micro Electro Mechanical system) 기술을 토대로 구현된다.

여러 부위별 적용되는 센서의 기능과 시장 규모는 표 1~4와 같다.

2. 차량 임베디드 시스템 기술 개요

자동차에는 보통 70여개의 임베디드 시스템을 이용한 전자장치 모듈이 장착되어 동작한다. 자동차용 임베디드 시스템은 일반적인 임베디드 시스템처럼 많은 부분에서 하드웨어 의존적이지만, MCU나 CPU 자원을 제어하는 부분이 일반 애플리케이션 부분과 명확히 분리되지 않은 영역도 있다. 제어기 중에는 아직 OS가 없는 것도 많이 있으며 HW 및 SW 엔지니어는 포트 제

표 1 엔진제어 시스템용 센서 시장 전망(단위 : 십억불)

Application	2003	2004	2005	2010	AAGR% 2005~2010
Position Sensors	0.68	0.72	0.74	1.07	7.7
Speed Sensors	0.59	0.63	0.65	0.76	3.2
Oxygen Sensors	1.66	1.70	1.72	2.08	3.9
Pressure Sensors	0.39	0.40	0.41	0.54	5.7
Accelerometers	0.29	0.31	0.32	0.38	3.5
Mass Air Flow Sensors	0.50	0.62	0.68	0.84	4.3
Temperature Sensors	0.16	0.24	0.26	0.32	4.2
Others	0.09	0.10	0.11	0.15	6.4
Totals	4.36	4.72	4.89	6.14	4.7

※ "Others" : knock sensors, torque sensors, engine oil quality sensors, flow sensors, and level sensors
* 자료: BCC, Automotive Sensors, 2005. 11

표 2 조향/현가장치용 센서 시장 전망(단위 : 십억불)

Application	2003	2004	2005	2010	AAGR% 2005~2010
Position Sensors	0.64	0.67	0.88	1.05	3.6
Speed Sensors	0.56	0.58	0.77	0.92	3.6
Oxygen Sensors	0.41	0.43	0.45	0.52	2.9
Pressure Sensors	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Accelerometers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Mass Air Flow Sensors	0.58	0.60	0.68	0.84	4.3
Temperature Sensors	0.06	0.07	0.10	0.12	3.7
Others	0.05	0.05	0.06	0.08	5.9
Totals	2.30	2.40	2.94	3.53	3.7

※ "Others" : shock sensors, vibration sensors, RF sensors, load sensors, displacement sensors, mirror sensors, passive entry, door, windows and driver identification sensors
* 자료: BCC, Automotive Sensors, 2005. 11

표 3 안전/보안장치용 센서 시장 전망(단위 : 십억불)

Application	2003	2004	2005	2010	AAGR% 2005~2010
Position Sensors	0.14	0.20	0.23	0.47	15.4
Speed Sensors	0.10	0.16	0.20	0.40	14.9
Oxygen Sensors	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Pressure Sensors	0.23	0.25	0.26	0.32	4.2
Accelerometers	0.32	0.34	0.58	0.95	10.4
Mass Air Flow Sensors	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Temperature Sensors	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Others	0.05	0.05	0.06	0.08	5.9
Totals	0.84	1.00	1.33	2.22	10.8

※ “Others” : radar sensors, optoelectric sensors, and infrared sensors

* 자료: BCC, Automotive Sensors, 2005. 11

표 4 실내환경/편의/텔레매틱스 센서 시장 전망(단위 : 십억불)

Application	2003	2004	2005	2010	AAGR% 2005~2010
Position Sensors	0.22	0.24	0.26	0.57	17.0
Speed Sensors	0.25	0.27	0.28	0.72	20.8
Oxygen Sensors	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Pressure Sensors	0.31	0.37	0.38	0.43	2.5
Accelerometers	0.19	0.21	0.25	0.28	2.3
Mass Air Flow Sensors	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Temperature Sensors	0.02	0.04	0.16	0.22	6.6
Others	0.06	0.08	0.08	0.09	2.4
Totals	1.05	1.21	1.41	2.31	10.4

※ “Others” : humidity sensors, fog sensors, MOS air quality sensors, ambient sensors, sunload sensors, daylight/twilight and exterior lighting control

* 자료: BCC, Automotive Sensor, 2005. 11

어, ADC 제어, 시리얼 통신, 플래시 제어 등등 여러 가지 분야에 대해 다양한 경험과 지식이 요구된다.

자동차의 새시에 사용되는 임베디드 시스템은 ABS(Anti-lock Braking System), TCS(Traction Control System), ESC(Electronic Stability Control)와 같은 조향관련 안전장치와 에어백과 같은 승객보호용 안전장치, 그리고 ACC(Adaptive Cruise Control: 적응형 크루즈 컨트롤) 및 자동 브레이크와 같은 편의형 안전장치가 있다. 그밖에도 TPMS(Tire Pressure Monitoring System)와 같은 진단형 안전장치 역시 최근 주목을 받고 있다.

파워트레인의 임베디드 시스템은 EMS(Engine Management System)가 전 차종에 적용되어 차량의 고성능을 이끌어내고 있다. EMS는 일찍이 자동차에 적용된 전자제어장치로써, 엔진의 효율 극대화를 위한 연료량, 점화 시기, 공기 유입량 등을 제어한다. 특히 자가 진단 기능을 갖춰 발생 가능한 위험요소를 미리 차단하

는 일련의 과정이 주목적이다. 자동차의 변속기를 제어하는 TMS(Transmission Management System)와 최근의 하이브리드 차량이나 연료 전지 차량의 동력원인 모터를 제어를 위한 MCS(Motor Control System)를 비롯해 BMS(Battery Management System)와 같은 임베디드 시스템이 개발되어 있다.

바디용 임베디드 시스템 역시 최근에 급속히 발전하고 있는 부분으로, 핵심인 BCM(Body Control Module)은 차 내외의 각종 램프와 원격 시동을 제어하는 역할을 한다. 과거에는 차량의 각 제어기와 전기 장치에 전력을 공급하는 정션 박스에 릴레이와 퓨즈가 장착되어 있었다. 그러나 현재는 점차 반도체 스위치(IPS: Intelligent Power Switch)로 대체되고 있는 추세이고, 이 IPS를 제어하기 위해서 MCU를 사용한다. 그밖에도 전조등, 방향 지시등과 같은 램프 제어 역시 기존의 스위치/릴레이/퓨즈 방식에서 MCU/IPS 제어로 변경되고 있다.

멀티미디어용 임베디드 시스템으로는 텔레매틱스, 내비게이션이 기본사양화 되는 추세이다. 내비게이션의 경우 사용자의 필요성에 의해 애프터마켓에서 먼저 활성화되었는데 최근에는 사양으로 반영되고 있다. 내비게이션 장치는 운전자에게 지도 정보, 최단 거리 등의 정보를 제공하고 있으며, 텔레매틱스의 경우 통신 위성을 통해 좀 더 강력한 지능형 내비게이션 기능을 제공하고 있다. 특히 텔레매틱스는 운전 시 발생한 화재, 도난, 추돌 등의 차량 사고를 비롯해 운전자가 불가항력한 상황에서도 구조연락과 필요한 조치를 강구할 수 있다는 장점이 있어 고급 자동차에 적극 채용중이다. 그밖에도 엔터테인먼트 시스템은 과거 자동차 라디오나 TV에서 점차 발전하여 최근에는 DVD, DMB 등의 영상 및 디지털 라디오, MP3P 등 첨단 멀티미디어 서비스를 차량 탑승자에게 제공하고 있다.

차량내 쓰이는 프로세서는 8 bit CPU부터 32 bit CPU까지 다양하다.

차량내 제어 부위에 부착되어 자동으로 제어를 하는 경우와 달리 사람과 차 그리고 차량 외부 정보 네트워크와 연결되는 경우는 정보계 시스템과 제어계 시스템을 동시에 처리해야 하므로 차량 전용 OS가 내장된 임베디드 시스템이 채용된다.

차량용 임베디드 시스템은 다음 그림 4와 같이 OS기반위에서 sensor에서 받은 신호를 받아 차량 dynamics 관련 안전주행, 편의주행을 위한 신호 처리를 하여 actuator를 제어하는 device driver를 구동하며, 차량내 network를 통해 멀티미디어 서비스를 선택할 수 있다.

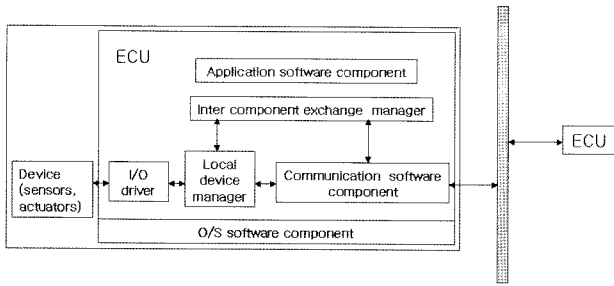


그림 4 차량용 임베디드 시스템 구조

다음 그림 5는 자동차에서 응용할 수 있는 소프트웨어를 각 분야별로 특화하여 개발할 수 있는 임베디드 소프트웨어 구조를 보여준다.

프리스케일 반도체에서 제작된 자동차용 i.MX31은 AEC(Automotive Electronics Council) Q-100 인증을 획득한 프로세서로서 핸즈프리 통화, 음성인식, 음성과 미디어의 고속 데이터 전송 등을 포함하여 운전자들의 요구사항을 긴밀하게 지원할 수 있는 솔루션을 제공할 수 있다. ARM11TM 플랫폼 기반의 i.MX31 프로세서는 고성능 차량 내 통신 및 인포테인먼트 시스템의 운영을 지원하는 동시에, 최고 400 MHz의 프로세싱 속도와 L2 캐시를 포함한 효율적인 메모리 시스템을 제공한다.

또한 다양한 운영 체제와 애플리케이션 프레임워크를 수행 할 수 있도록 설계되어 시장과 자동차 분야 OEM 업체의 다양한 요구를 지원하고, Microsoft Auto, Linux OS, QNX Neutrino 및 기타 주요 RTOS 등의 운영체제가 지원된다.

3. In Vehicular Network 기술 개요

차량 내 네트워킹은 직렬 데이터 버스를 통해 분산된 전자 모듈들 간에 데이터를 전달하는 방법이다. 직렬 네트워킹이 없을 경우 모듈 간 통신은 전용의 점대점 선을 요구하게 되고, 부피가 크고, 비경제적이고, 복잡하며, 직경 8cm 이상의 굵은 와이어 다발을 설치해야하는 어려움을 초래할 것이다. 결국 이러한 기존의 병렬식 인터페이스로는 경제성이나 기술적인 면을 고려할 때 더이상 경쟁력을 가지지 못한다.

이에 대해 직렬 데이터 버스를 적용하여 한 가닥의 선으로 시분할 멀티플렉싱을 통해 신호를 조합함으로써 필요한 선의 수를 줄일 수 있다. 정보는 ABS, 시트 제어, 온도 조절, 대쉬보드 디스플레이 등 각 기능을 제어하는 각각의 제어 모듈에 보내진다.

이로써 각 기능을 위한 전용 선의 수가 감소되어 이에 대한 배선 작업의 비용을 줄고 시스템 비용, 무게, 신뢰도, 서비스 용이성, 설치 등이 개선된다. 그리고 차량 속도, 엔진 온도 등과 같은 공통의 센서 데이터가 네트워크 상에 유용하므로 데이터 공유가 가능하며, 이에 따라서 여분의 센서에 대한 요구가 사라진다. 또한 직렬 데이터 버스 상에 새로운 하드웨어의 추가나 신뢰도의 감소 없이 기능을 추가할 수 있는 장점이 있다.

특히 오늘날 차량에 전자 장치의 탑재가 증가함에 따라서 이와 같은 네트워킹에 대한 요구는 더욱 명백해지고 있다.

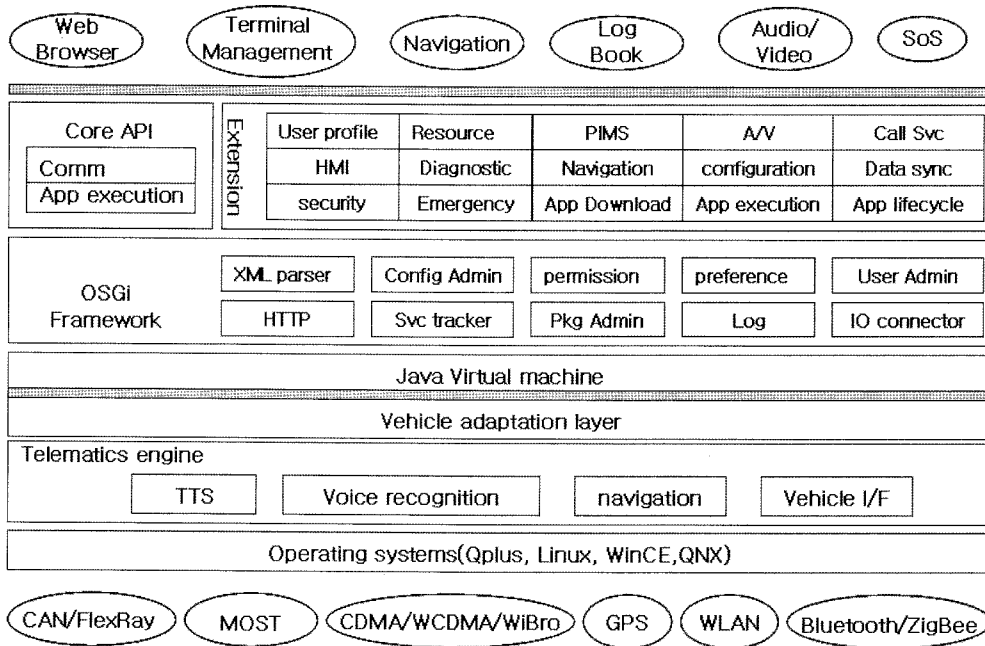


그림 5 차량 단말용 SW 플랫폼 구조

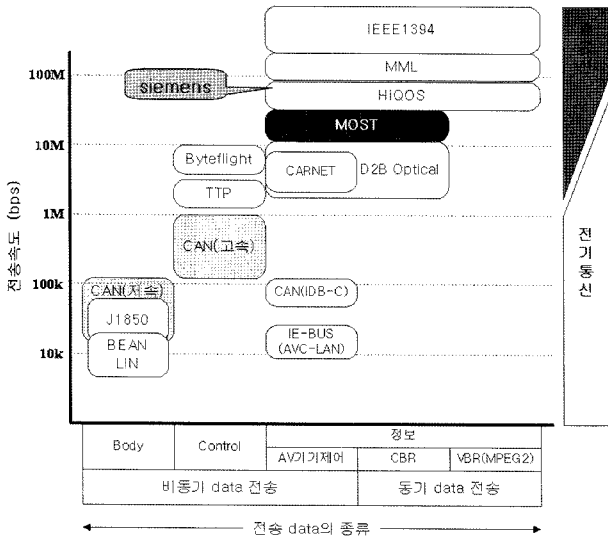


그림 6 데이터 속도별 IVN의 분류

In Vehicular network 기술은 그림 1과 같이 차량내 데이터의 속성과 전송속도에 따라 여러 가지 표준이 존재한다. 차량내 간단한 개폐장치용 제어 신호는 20 Kbps급의 LIN(local interconnect network)방식, 현재 많이 쓰이는 1Mbps 급은 CAN(controller area network) 방식, 그리고 최근에 표준화 작업 및 개발이 이루어지고 있는 10Mbps 급은 FlexRay 방식, 그리고 멀티미디어 정보통신용 신호전송으로서 MOST(media oriented system transport)방식이 대표적으로 쓰이고 있다.

차량 내의 모든 전자장치들을 연결할 수 있는 단일 네트워크를 구성하기 위해서 1980년대 후반 독일의 Bosch사에서 최초로 CAN을 제안하였고, 차량내 저속 제어 데이터 통신 네트워크를 위하여 LIN이 개발되었다. 1993년 고속 제어 데이터 전송을 위해 ISO 11898 (고속 애플리케이션용)과 ISO 11519(저속 애플리케이션용)의 CAN 규격이 제정되었다. 최근에는 차량내 멀티미디어 데이터 통신을 위해서 MOST가 연구되고 있다. 이들은 제조 산업과 항공 우주 산업들에서도 폭넓게 응용되고 있다. CAN관련 반도체 chip 제조업체로는 Atmel, Bosch, CiA, Dallas, Hitachi, Inicore, Microchips, Mishubishi, Motorola, NEC, NI, STM, TI 등이 있다.

국내에서는 현대 모비스 카트로닉스 연구소, 현대 오토넷 이천 연구소, 현대차 남양연구소, 만도 기흥 중앙 연구소, 쌍용 자동차 연구소, GM 대우 연구소 등에서 IVN 관련 표준화 및 모뎀 기술 개발을 위한 연구가 진행되고 있다. 이러한 노력에도 현재 배선수의 10%를 줄이는 정도에 그치고 있다. 제어신호를 송·수신하는 통신선을 하나로 통합하는 IVN 개발로 여러 다발의 배선 무게를 줄일 수 있어 향후 전기자동차의

성능 향상에 견인차 역할이 기대된다.

다음 장에서는 차량 내에 쓰이는 주요 In Vehicular network의 종류에 대해 좀 더 알아보고 LIN, MOST, CAN과 FlexRay 기술에 대한 개발 환경을 간단히 소개한다.

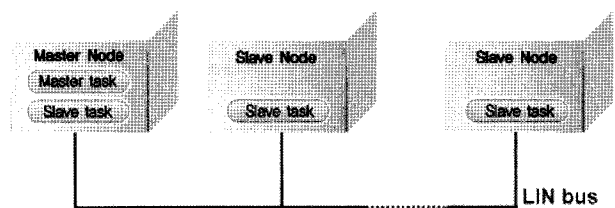
3.1 LIN(Local Interconnect Network)

LIN은 차량에서의 분산된 전자 시스템을 위한 저비용의 직렬 통신 시스템으로 현존하는 자동 다중화 네트워크를 보완하기 위해 CAN을 토대로 고안된 것이다. LIN은 네트워크 상에 간단하면서 속도가 중요치 않은 액추에이터와 스마트 센서와 같은 간단한 기능의 ECU를 컨트롤 하는데 사용되며, 그 주요 기능은 다음과 같다.

- 개선된 ISO 9141을 바탕으로 저비용의 single-wire 구현
- 최대 속도 20Kbit/s(EMI-이유로 제한)
- Single Master/Multiple Slave 개념으로 중재 불필요
- SCI(UART) Data 구조 기반
- 신호 전송을 위한 보증된 대기 시간. 따라서 예측 시스템 가능.
- 다른 slave 노드에서 H/W나 S/W를 변경하지 않고도 LIN 네트워크에 노드를 추가
- slave 모드에서 크리스탈 또는 세라믹 공진회로(resonator) 없는 self synchronization

○ LIN communication 개념

LIN 네트워크는 1개의 Master 노드와 여러 개의 Slave 노드로 구성되며, Master노드는 Master Task와 Slave Task 두 부분으로 구성되며, Slave 노드는 Slave Task만을 포함하고 있다. Master Task는 LIN 버스에 어떤 노드가 데이터를 전송 할지를 결정하고, Slave task는 Master Task에서 요청한 데이터 전송을 수행한다. 즉, CAN과 달리 LIN은 Master 노드에서 모든 네트워크 관리를 처리 한다. 아래 그림은 LIN 네트워크의 구조를 나타낸다.



○ LIN의 대상이 되는 애플리케이션

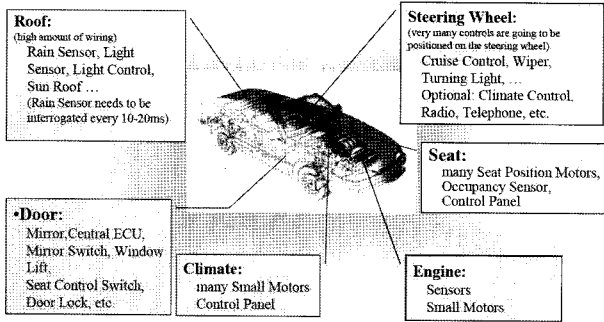


그림 7 LIN network 구조와 적용 예

3.2 MOST(Media Oriented System Transport)

MOST는 대용량의 멀티미디어 정보를 전달하기 위해 광케이블(Plastic Optical Fiber: POF)을 이용하여 오디오, 비디오 및 제어 정보를 전송하는 시리얼 통신 시스템이다[5].

동기화된 데이터 통신에 기반하고 있는 MOST는 다양한 기능과 향상된 성능의 멀티미디어 네트워크 기술로써 자동차 내에서 적용될 수 있는 다양한 분야의 멀티미디어 시스템을 위한 통신 매체로 적용되고 있는 추세이다. 그러나 로열티 문제와 복잡한 인터페이스 및 고비용이 단점이다.

○ MOST의 특징

MOST 네트워크는 일반적으로 Ring Topology 형태를 갖추며, 최대 64개(1 Timing Master + 63 Slaves)의 MOST 장치로 구성될 수 있다. 경우에 따라서는 Star Topology도 가능하며, 안전상 중요한 어플리케이션 구현을 위하여 Double Ring Topology 구성도 사용 가능하다. 플러그 앤 플레이가 가능하여 MOST 네트워크 상에 장치의 추가 및 제거가 용이하다.

MOST는 스트리밍 데이터(Synchronous Data Transmission) 전송과 패킷 데이터(Asynchronous Data Transmission) 전송을 위한 대역폭으로 최대 약 23Mbaud가 사용되며, 사용자 설정이 가능한 60개의 채널로 구성된다.

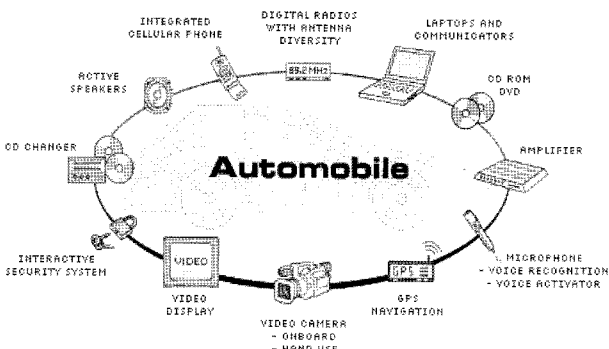


그림 8 MOST 네트워크 구조

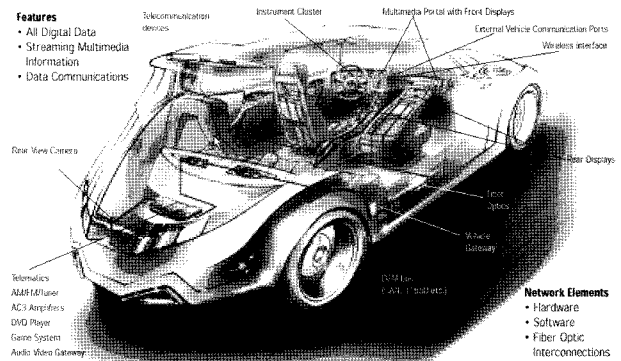


그림 9 MOST 네트워크 응용

○ MOST의 어플리케이션

MOST와 관련된 자동차내 멀티미디어 서비스 규격으로는 AMI-C(automotive multimedia interface collaboration) 단체가 형성되어 MOST외에도 IDB1394가 적용되고 있다.

3.3 CAN(Controller Area Network)

CAN은 초기에 자동차 산업(Automotive Industry) 분야에 적용하기 위해 고안된 serial network 통신방식으로 근래에는 자동차 분야뿐만 아니라 산업 전 분야에 폭 넓게 적용되고 있다[1-4]. 2가닥의 꼬임선(Twist Pair Wire)으로 구현된 CAN 버스로 임베디드 시스템(또는 마이크로 컨트롤러) 사이에서 통신망을 형성하며 외부의 요인(노이즈 등) 등에 강인성을 가져 통신 에러율을 최소화 하여 높은 신뢰성을 가지고 있고 최대 110개의 노드를 하나의 network 상에 연결하여 통신할 수 있다. 통신 속도는 실시간 제어가 가능한 1 Mbps(ISO 11898 규격)의 고속 통신을 제공하며 더불어 자동차 환경(자동차 엔진 룸의 경우 다양하고 심각한 전기적인 노이즈 상존)과 같은 심각한 노이즈 환경에 적합하도록 에러 검출 및 에러 보정의 기능이 있다.

CAN의 주요 응용 분야는 승용차, 트럭과 버스, 비포장도로 차량, 기차, 선박 전자장치, 비행기 및 우주 전자장치, 공장 자동화, 산업 기계 제어, 기중기와 에스컬레이터, 건물 자동화, 의료 장비 및 장치, 비산업 제어, 비산업 장비 등이다.

○ CAN의 주요 핵심 기술

- CSMA/CA

CAN 시스템의 주요 핵심기술은 단일 직렬버스에 연결된 여러 전자장치들간에 데이터를 전송하기 위해 버스 사용권을 획득하기 위한 다중 충돌을 조정하는 CSMA/CR(carrier sensing multiple access/collision resolution)이다. 다중 마스터 구조를 통해 우선순위의 메시지가 직렬 버스에 보내지는데, 그림 10에서와 같

이 2개 이상의 노드가 동시에 메시지를 보내려할 경우 SOF(start of frame) 다음의 11bit로 이루어진 identifier를 이용하는 프로토콜은 메시지 충돌을 중재한다.

물리적으로는 그림 11에서와 같이 wired AND 로직에 의해 0bit에 의해 결과 값이 결정된다. 즉 버스 레벨이 0V일 때 우선권이 주어지고 5V일 때 버스 사용권을 양보하게 된다. 이와 같이 여러 개의 node에서 발생된 identifier의 값이 0bit를 많이 가지고 있는 노드가 생존하게 되고 결국 버스 사용권을 획득하게 되어 정보를 전송하게 된다. CAN은 지연 없이 최소 우선순위를 갖는 메시지에 버스 접근을 승인하는 비파괴적인 중재 메카니즘을 기반으로 하며 중앙집중적인 버스 마스터가 존재하지 않는다. 또한 몇가지 어려움 풀 메카니즘을 제공하며, 잘못된 버스 노드의 자동적 연결 단절 기능을 두어 나머지 노드들 간의 통신을 유지하도록 한다. 전송 메시지들은 대부분의 버스 시스템들과 마찬가지로 송신기나 수신기의 노드 주소가 아니라 메시지의 내용에 의해 확인된다.

- bit timing 동기

두 번째 중요한 요소 기술은 각 노드간에 정보를 정확히 주고 받기위한 동기 기술이다. 각 노드간 상대적 버스 길이가 다르고 노드내의 clock을 발생하는 발진기의 주파수가 정확히 일치하지 않기 때문에 이를 보정할 수 있는 회로가 필요하다.

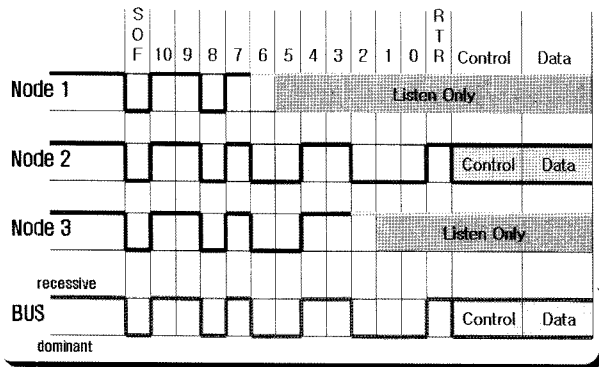


그림 10 CSMA/CA방식의 버스 접속

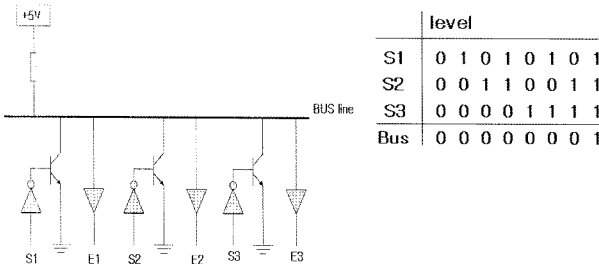


그림 11 CAN 버스 접속부의 Wired AND 구조

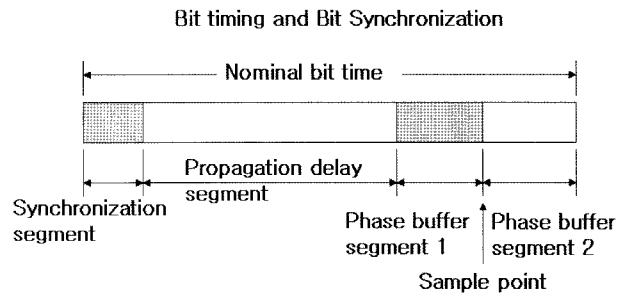


그림 12 CAN bit timing 동기

그림 12에서와 같이 주어진 차량내 버스 길이에서 최대 허용 데이터 전송속도를 고려하여 전송지연 시간이 주어진다. 그리고 실제 각 노드들의 송·수신기간에 clock 발생용 발진기의 빠른 위상 과 늦은 위상 오차를 고려해서 데이터가 포착되는 표본 시간을 중심으로 느린 clock timing 조정용 위상 버퍼와 빠른 clock timing 조정용 위상 버퍼를 두어 위상 오차를 보정한다. 이렇게 하여 각 노드들간 주고받는 데이터의 동기를 유지한다.

- CAN의 구조

CAN은 다음의 CAN transceiver와 CAN controller로 구성되어진다.

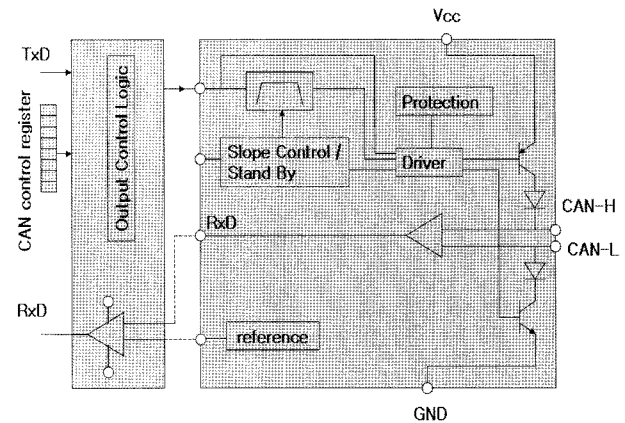


그림 13 CAN transceiver

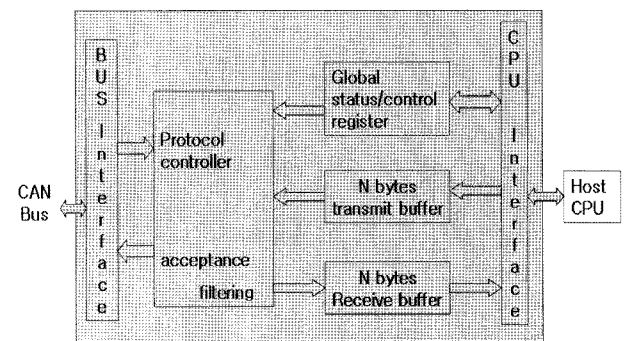


그림 14 CAN controller

CAN transceiver는 bus에 직접 연결되는 물리 계층 소자이고 수신된 신호를 CAN controller에 전달하고, 역으로 CAN controller에서 전달받은 신호를 물리계층의 조건에 맞게 변환한 후 버스에 실어 다른 노드로 전송한다.

CAN controller는 CAN transceiver에서 받은 신호를 이용하여 동기를 맞추는 후 데이터 format에 따른 프로토콜을 분석을 절차에 의해 버스 사용권 조정 획득 여부를 결정하고 host processor와 연동하여 데이터를 전송한다. 실제 차량내 버스에 새로운 전자장치를 연결할 때 노드별 우선 순위를 정하기 위한 identifier의 입력등 초기화 과정이 이루어진다.

CAN controller의 기능을 요약하면 다음과 같다.

- bus arbitration
- serialization and de-serialization of the frames to be sent or received
- calculation and checking of the cyclical redundancy sequence
- error detection and error signaling
- building of the CAN message formats
- inserting and deleting of the stuff bits
- generation and checking of the acknowledge bit
- synchronization of the received bit stream
- message filtering

3.4 FlexRay

차량의 전자제어 장치가 증가함에 따라 CAN(Controller Area Network)이 한계에 부딪히자 BMW, Motorola, Philips, DaimlerChrysler 등에 의해 2000년도에 설립된 컨소시움에 의해 개발된 FlexRay는 현재 Bosch, Freescale, Philips, Motorola, Honda, Toyota, Hyundai-Kia Motors 등 전 세계에서 150 여개의 자동차 회사와 반도체회사가 FlexRay Consortium Membership을 구성하였다[7]. 2003년에 첫 번째 프로토콜 사양의 제품이 발표되었고 최근 2006년 봄에는 세 번째 프로토콜 사양의 버전(Version 2.1 Revision)이 발표되었다. 기존에 널리 알려진 CAN은 데이터 전송용량이 1Mbps의 속도로 데이터를 전송하지만 FlexRay는 두개의 채널로 구성되었으며 매개 채널에서 최대로 10Mbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있으므로 두개의 채널을 모두 사용할 경우에는 최대로 20Mbps 대용량의 속도로 데이터를 전송하게 된다[8].

FlexRay 하드웨어는 그림 15와 같이 Host 프로세스, Communication controller(CC), Bus guardian(BG)과 Bus driver(BD)로 구성된다. Host 프로세스는 데이터를 공

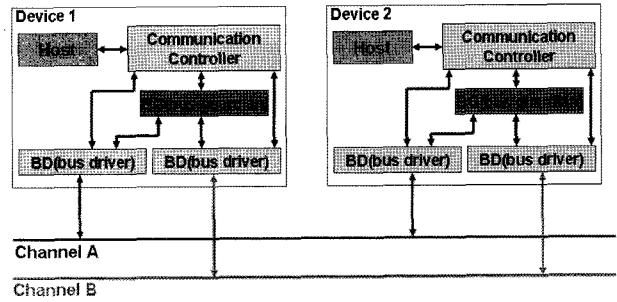


그림 15 FlexRay 노드 아키텍처

급하여 처리하고 CC는 데이터를 구성하고 액세스를 제어하고 동기를 맞추는 등 FlexRay 통신 프로토콜의 핵심부분이다. CC에서 출력되는 메시지는 BG를 거쳐 BD로 전송되어 각 채널에 전송되어 데이터를 송수신하고 이때 BG는 데이터를 송수신 할 때 버스 액세스(access)들을 감시하고 controller가 할당되어 있는 슬롯에서 액세스를 전송한다.

FlexRay는 그림 16과 같이 규칙적인 통신주기를 가진 단위로 정보를 전송하는 TDMA(Time Division Multiple Access) 원칙에 따라 동작하는 다중 접속 방식이다. 따라서 매개의 메시지들에 대한 버스 대역폭을 최대한으로 활용하기 위하여 사이클을 정적(static segment)인 시분할 다중접속(TDMA) 방식과 동적(dynamic segment)인 미니슬롯(minislot) 기반 방식으로 분할한다. 정적인 파트에는 고정된 시간 슬롯을 포함하고 있고 또한 매개 프레임은 똑같은 길이를 가지고 있다. 동적인 파트에는 시간 슬롯이 할당되는데 프레임의 길이는 임의로 변화할 수 있다. 여기에서 버스 액세스는 'minislot'으로 불리는 짧은 시간동안에만 enable된다. 시간 슬롯은 minislot 내에서 오직 버스 액세스가 발생할 때 요구되는 시간에 의해서만 확장되므로 대역폭은 실제로 필요할 경우에만 사용된다. 이렇게 두개의 부분으로 메시지를 분리함으로써 Time-critical 한 메시지가 전송된 후 event에 의해 생성되는 메시지가 전송되는데 message ID(0 혹은 1)를 추가함으로써 '0'

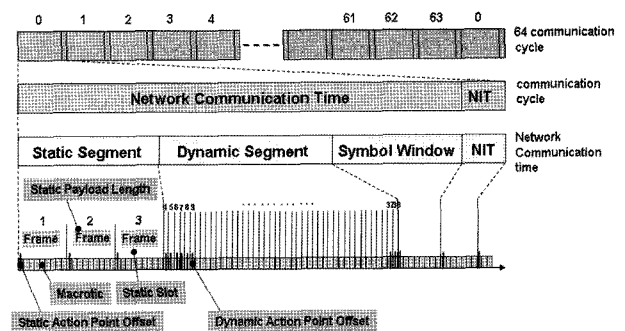


그림 16 FlexRay의 시간제도

을 우선순위를 가지게 함으로써 전송메시지가 중첩될 때 message ID에 의하여 데이터가 서로 경쟁하면서 통신할 수 있다. Symbol window는 미리 정의된 심벌 세트 중 하나의 심벌이 전송되어 테스트 목적으로 사용된다. NIT(network idle time)는 비어있는 통신주기로서 이러한 시간사이에 clock rate를 측정하여 교정할 값을 계산하고 다음 사이클의 동기를 맞추는데 필요한 클럭의 오차 값을 수정한다.

FlexRay에서 데이터 전송은 프레임의 단위로 데이터를 전송한다. 하나의 프레임 포맷은 그림 17과 같이 header segment, payload segment, trailer segment 등 3개의 부분으로 나뉜다. Header segment 부분은 5byte로 구성되었고 전송할 메시지의 길이, 우선순위, 네트워크와의 연결 상태 등 전송할 메시지의 기본 정보를 미리 알려주어 데이터 전송속도를 크게 높인다. Payload segment 부분은 실제로 전송하려는 메시지를 포함한 부분으로서 최대 254byte의 메시지를 추가할 수 있다. Trailer segment 부분은 24bit의 CRC(Cyclic Redundancy Check)로서 전송하려는 메시지의 에러를 검출하는 강력한 도구로 사용되고 있다.

이러한 FlexRay 프로토콜 명세는 SDL(Specification and Description Language) 프로그램 언어로 구현되었다[9,10]. 또한 SDL 프로그램은 그래픽 형식언어(formal language)로 구현되어 있어 C나 C++ 및 기타 언어로 작성된 문서보다 구조 및 원리를 알아보기 쉽고 SDL로 정의된 시스템을 분석하고 각 단계별로 시뮬레이션이 가능하여 오류나 인터페이스의 불일치를 쉽게 발견할 수 있으므로 시스템의 개발 시간을 줄이고 쉽게 소스를 수정 및 변화시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. SDL로부터 C나 C++, JAVA 등 언어로 자동 변환 툴이 포함되어 있어 사용자의 의도 및 목적에 따라 변환 가능할 수 있고 실시간 시스템을 구현할 수 있어 주로 통신 분야에서 많이 사용되고 있다[11,12].

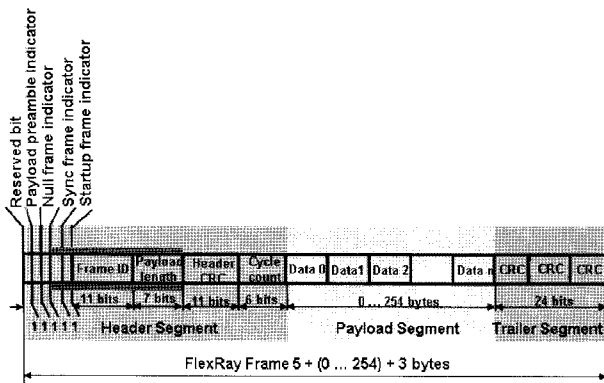


그림 17 FlexRay 프레임 포맷

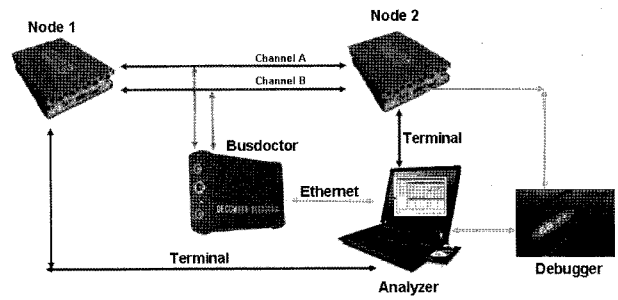


그림 18 FlexRay 네트워크의 구성

위의 그림 18은 오스트리아의 DECOMSYS GmbH 사의 FlexRay Starter Kit를 사용하여 FlexRay 네트워크를 구성한 예이다. 여기에서 노드와 노드사이에서 두 개의 채널을 통하여 데이터를 서로 송수신하게 되는데 이러한 데이터 통신 과정을 monitoring hardware를 통하여 analyzer 프로그램으로 통신 데이터를 실시간으로 분석하고 제어할 수 있다[13].

3.5 차량내 network의 확장 및 DC-PLC를 이용한 경량화

- gateway

차량내에는 목적에 따라 LIN, CAN, FlexRay, MOST 등의 이기종 network이 공존하고, 외부 telematics 단말기와의 연동에 따른 서로 다른 protocol을 가진 network간 정보를 주고 받을 수 있는 상황이 예견되므로 아래와 같은 구조를 갖는 gateway 개발이 필요하다.

- DC-PLC CAN

미래 지능형 자동차는 차량내 여러 부위에 많은 전자장치가 장착됨에 장치들 간에 신호 연결 및 전력선 공급을 위한 배선이 많이 소요된다. 향후 차량의 동력원으로 전기를 사용함에 따라 차량의 무게를 가볍게

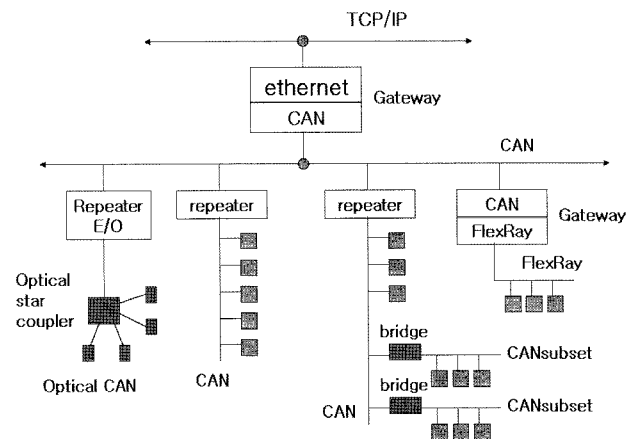


그림 19 Gateway를 통한 CAN, FlexRay, MOST 및 외부 망과의 연동

하는 것이 바람직하다. 따라서 DC 전원선에 신호를 공급할 수 있는 DC-PLC CAN이 개발되어 이러한 문제점을 해결 할 수 있다.

참고문헌

[1] BCC, Automotive Sensor
 [2] CAN Specification 2.0 part A and B, Robert Bosch Gmbg, Sept. 1991.
 [3] VHDL Reference CAN User' s Manual Revision Revision 2.2, Rebert Bosch Gmbg, 1999.
 [4] Wolfhard Lawrenz, CAN System Engineering - From Theory to Practical Applications. Springer-Verlag, 1997.
 [5] K. Etschberger, Controller Area Network - Basics, Protocols, Chips and Applications. Weingarten, 2001.
 [6] MOST Homepage, <http://www.oasis.de>
 [7] FlexRay Consortium, <http://www.flexray.com>
 [8] FlexRay Communications System Protocol Specification v2.1 Revision A, December 22 2005.
 [9] SDL-Forum, <http://www.sdl-forum.org>

[10] Telelogic AB, <http://www.telelogic.com>
 [11] Ferenc Belina, Dieter Hogrefe and Amardeo Sarma, SDL with Applications from Protocol Specification, Prentice Hall, 1991.
 [12] G. J. Holzmann, Design and Validation of Computer Protocols, Bell Kaboratories, Murray Hill, New Jersey, 1991
 [13] DECOMSYS GmbH, <http://www.decomsys.com>



임명섭

1976~1980 연세대 전자공학과 졸업(학사)
 1980~1982 연세대 전자공학과 졸업(석사)
 1984~1990 연세대 전자공학과 졸업(박사)
 1984~1985 대우통신 종합연구소 연구원
 1985~1996 한국전자통신연구원 책임연구원
 이동통신기술연구단 신호처리연구실장

1996~현재 전북대학교 전자정보공학부 교수
 관심분야 : CDMA, OFDM, UWB, MIMO, 통신 신호처리, vehicular infotonics
 E-mail : mslim@chonbuk.ac.kr

컴퓨터시스템연구회 2008년도 동계 워크샵

- 일 자 : 2008년 1월 28~30일
- 장 소 : 휘닉스 파크
- 내 용 : 논문발표 등
- 주 최 : 컴퓨터시스템연구회
- 상세안내 : <http://www.sigcs.or.kr/>