

지능형 자동차 정보시스템 기술



나도백

한국과학기술정보연구원



이상범

국민대학교

자동차공학전문대학원

1. 서론

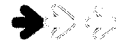
21세기의 자동차는 단순히 사람이나 화물을 운송하는 수단으로서의 기능뿐만 아니라 운전의 편의, 안전성, 업무의 효율성 등을 동시에 수행할 수 있는 방향으로 그 기능이 전환되고 있으며, 최근 전자, 제어, 정보통신, 인공지능 및 인터넷 관련 기술의 급속한 발전에 따라 모바일 오피스 기능을 갖는 지능형 차량의 구현이 현실화되기 시작하고 있다. 위성항법시스템(GPS : Global Positioning System)을 이용하여 목적지까지의 최적경로를 알려주는 최단경로안내시스템은 이미 상용화 단계에 도달하였으며, 차량에 내재된 모델을 통해 통신기지국과 접속하여 교통사고가 발생했을 경우, 즉시 응급기관에 연락이 가능한 시스템이 정보통신기술의 발달로 가능하게 되었다.

지능형 차량정보시스템은 전기·전자, 정보통신, 제어, 인터넷 및 소프트웨어 응용기술 등을 활용하는 첨단차량응용기술로서 엔진 네트워크, 파워트레인 네트워크(클러치, 트랜스미션 등의 네트워크), 바디 네트워크(도어, 시트 등의 네트워크) 및 새시 네트워크(현가장치, 조향장치, 제동

장치 등의 네트워크) 등과 같이 차량 내부적 데이터 전송을 위한 차내 네트워크 시스템과 효율적인 차량운행을 위해 도로정보 및 최적경로안내 등 주행정보를 교통정보센터와 유기적으로 교환하여 차량 흐름을 원활하게 하는 시스템인 네비게이션, 텔레매틱스, 모바일 폰 및 ITS 등 차외 통신네트워크를 통합한 고부가가치 첨단 차량응용기술이다. 이 시스템은 현 단계로서는 차량 내외의 각종 정보를 운전자 및 탑승자에게 제공함으로써 모바일 오피스 개념의 편리하고 안락한 환경 및 안전운행을 보조하며, 장기적으로는 지능형 새시통합제어 시스템, 지능형 안전시스템 등과 통합되면 전체 차량시스템의 중심이 되어 항공기 개념의 자율운행 차량의 핵심이 되는 기술이 될 것으로 예상된다.

2. 차량 네트워크 기술

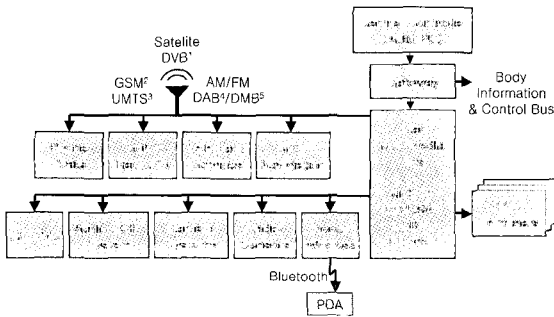
수많은 종류의 차량 부품 간 이루어지는 데이터 송수신을 수십 가닥의 와이어가 아닌 하나의 무선 통신망으로 해결하기 위한 기술로서, 현재 네비게이션, 텔레매틱스, 비디오, 오디오, 모바일 폰 등의 멀티미디어 분야는 MOST(Media



Oriented System Transport)가 주로 사용되며 바디(Body), 새시(Chassis) 및 파워트레인(Powertrain) 등의 기계적 분야는 CAN(Controller Area Network)이 주로 이용되고 있다.

2.1 MOST(Media Oriented System Transport)

MOST는 광섬유케이블(Optical Fiber Cables)을 통하여 오디오, 비디오, 음성 및 컨트롤 데이터를 전송하기 위한 직렬통신시스템(Serial Communication System)이다. 5~100 Mbit/s 정도의 데이터 전송속도가 요구되는 네비게이션, HMI 패널, 디스플레이 CDC, 모바일 폰 등 멀티미디어 네트워크 등은 주로 MOST를 이용하여 통신망을 구축한다. <그림 1>은 지능형 차량의 멀티미디어 네트워크를 나타내고 있다.



Notes :

1. DVB = digital video broadcast
2. GSM= global system for mobile communication
3. UMTS = universal mobile telecommunications system
4. DAB = digital audio broadcast
5. DMB = digital multimedia broadcast
6. GPS = global positioning system
7. DSP = digital signal processing
8. MOST = media oriented system transport
9. IDB1394 = intelligent transportation system data bus
10. USB = universal serial bus

그림 1. 지능형 차량의 멀티미디어 네트워크

2.2 CAN(Controller Area Network)

CAN은 실시간 분산제어 시스템에서 데이터를 전달하기 위한 직렬 통신 프로토콜로서 ISO 11898(for High-speed Application) 및 ISO 115192(for Lower-speed Application) 표준이다. CAN 프로토콜은 CSMA/CD+AMP(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection and Arbitration on Message Priority)방식으로 메시지를 전달하므로 동시에 네트워크를 구성하고 있는 모든 노드에서 수신 가능하다. CAN 메시지의 전달은 두 라인의 전압차를 이용하여 이루어지기 때문에 노이즈에 강한 내성을 가진다. 또한 각 메시지의 CRC 비트를 이용하여 오류검출능력이 우수하고, 최대 1Mbps의 빠른 전송속도를 갖고 있기 때문에 주행 중 많은 노이즈에 노출되는 자동차에 유리한 조건을 가지고 있기 때문에 새로 출시되는 차량에 많이 적용되고 있다.

CAN에서는 메시지 프레임에 데이터 전달을 위한 데이터 프레임(Data Frame)과 데이터 요청을 위한 원격 프레임(Remote Frame), 오류발생을 알리기 위한 에러 프레임(Error Frame), 그리고 CAN 컨트롤러가 연속된 프레임 사이에서 이전에 전송된 메시지의 처리를 마치지 못하였을 경우, 메시지의 재전송을 요청하고 다음 메시지의 전송을 지연시키기 위한 과부하 프레임(Overload Frame)으로 구분한다. CAN 메시지의 형식은 중재영역(Arbitration Field)의 크기에 따라 표준형과 확장형의 두 가지로 나뉘며, 각각 11비트와 29비트의 중재영역을 갖는다. 중재영역은 각 메시지의 식별자(Identifier)로 사용되고, 식별자는 전체 네트워크에서 고유하게 할당된 것으로 크기가 작을수록 높은 우선순위를 갖는다. 하나의 CAN 메시지에서 전송 가능한 데이터 영역의 크기는 최대 8바이트이다.

CAN 프로토콜은 차량의 파워트레인 네트워크와 바디 네트워크에 주로 사용되는데, 엔진, ABS, TCS, VDC, 트랜스미션, 현가장치 및 ACC 등의 네트워크에는 500 Kbit/s 정도의 데이터 전송속도가 사용되며, 도어, 시트 등의 네트워크는 125 Kbit/s 이하의 데이터 전송속도가 사용된다.

3. 차량 텔레매틱스 기술

텔레매틱스(Telematics)란 차량에 내장된 컴퓨터와 무선통신장치, 위성항법장치 및 인터넷에서 문자신호와 음성 신호를 바꾸는 기술 등에 의해 정보를 주고받을 수 있는 무선 데이터 기술로서 차량의 운전자와 탑승자에게 교통정보 안내, 긴급구난, 원격차량진단, 금융거래, 뉴스 및 이메일 등 인터넷 서비스를 제공하는 등 모바일 오피스·비즈니스 개념의 공간을 구현할 수 있는 통합기술을 의미한다. 이 기술을 이용하여 자동차가 주행 중에 고장이 발생하면 무선 통신으로 서비스센터에 연결되고, 운전석 앞의 컴퓨터 모니터를 통해 이메일을 받아보거나 도로지도를 볼 수 있다. 또한 뒷자석에 설치된 모니터를 통해 컴퓨터 게임을 즐길 수도 있고, 특히 엔진 속에 내장된 컴퓨터는 자동차 주요부분의 상태를 기록하고 있어 언제든지 정비사에게 정확한 고장위치와 원인을 알려준다.

텔레매틱스를 활용하기 위해서는 두 가지 통신 네트워크 즉, 차량 내부의 각종 모듈 간의 정보를 송수신하는 데이터 통신망인 차내 통신 네트워크 시스템과 이를 차량 외부 세계와 연결하는 무선 통신망인 차외 통신 네트워크 시스템의 통합이 필요하다. 즉, 텔레매틱스는 다양한 서비스를 제공하는 만큼, 차량 내부의 관련 유닛과 센서 간의 교신 및 제어를 하기 위한 차량용 네트워크의 구축을 전제로 한다. 이 네트워크를 통해 자동차는 각 부품의 고장 여부를 스스로 진단·치방하는 등 마치 유기체처럼 작동하게 되는 것이다. 현재 단계에서는 CAN이 주로 사용되고 있으며, 광섬유를 통해 초고속(24.5Mbps급)으로 정보를 송신할 수 있는 MOST가 새롭게 등장해 주목을 받고 있다. <그림 2>는 차량 텔레매틱스

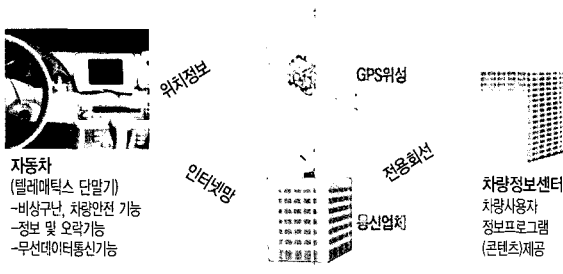
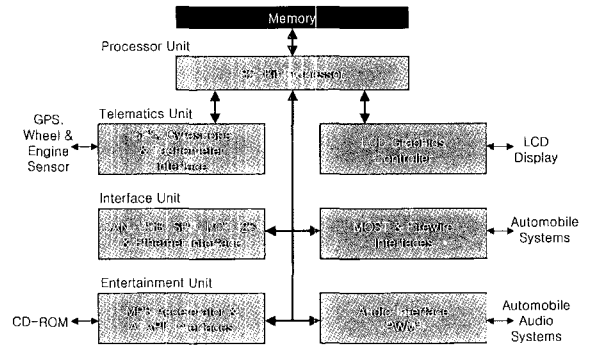


그림 2. 차량 텔레매틱스 시스템 네트워크

시스템의 전형적인 네트워크를 보여주고 있으며, <그림 3>은 텔레매틱스 컨트롤러의 개요도를 나타내고 있다.



Notes :

1. SPI = serial peripheral interface
2. I/C = inter-integrated circuit bus
3. I2S = inter-integrated circuit sound bus
4. ATAPI = AT attachment packet interface
5. PWM = pulse width modulation

그림 3. 텔레매틱스 컨트롤러의 개요도

4. 능동형 네비게이션

네비게이션 기술은 ITS 분야에 있어서 가장 먼저 상용화 단계에 도달한 분야로서 인공위성으로부터 제공되는 광역 위치 데이터(Global Positioning Data)를 네비게이션 시

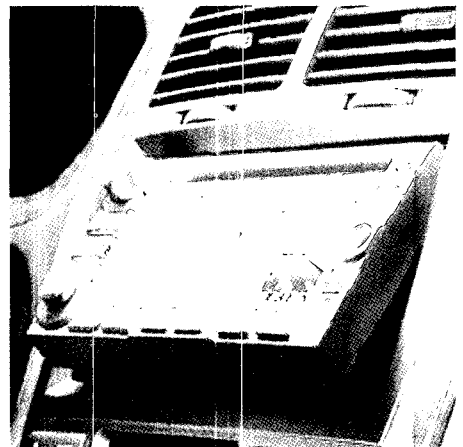


그림 4. 차량 네비게이션 시스템

스텝 본체나 외부의 무선 통신망으로 수신하여 최단거리, 여행자 정보 및 교통정보 등을 실시간으로 제공 받을 수 있는 정보통신 응용기술이다. <그림 4>는 차량에 장착된 능동형 네비게이션 시스템을 보여주고 있다.

5. 지능형 교통시스템

지능형 교통시스템(ITS : Intelligent Transport System)은 기존 교통시스템에서 한계로 여겨지는 교통사고의 위험, 환경 및 에너지 문제, 통행에 소요되는 시간과 비용, 스트레스 등과 같은 다양한 문제를 해결할 수 있도록 구현되는 교통시스템을 의미한다. ITS는 지능형 자동차와 도로 및 교통정보센터와의 유기적인 관계에서 지역 내부 또는 지역간 도로통행에 대해 교통정보와 운영 서비스를 한다. ITS 서비스 체계는 ITS 센터를 중심으로 연계되어 상호 기능을 보완하고 향상된 서비스를 제공하게 된다. ITS에 대한 기술적 분류를 다음의 <그림 5>에 제시하였다.

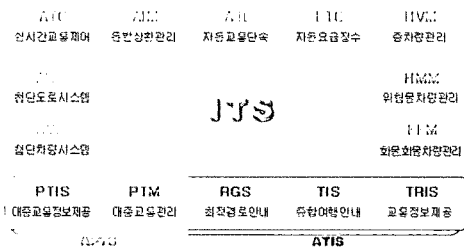


그림 5. ITS의 기술적 분류

5.1 첨단 교통관리 시스템(ATMS : Advanced Traffic Management System)

ATMS는 도로 상의 실시간교통제어(ATC), 돌발상황관리(AIM), 자동교통단속(ATE), 자동요금징수(ETC) 및 중차량관리(HVM) 등 모든 교통상황을 통합관리하는 시스템이다. 실시간으로 수집된 정보를 바탕으로 도로 상의 교통류를 관리하고 교통혼잡을 예측하여 각 차량에게 대체도로에 대한 정보를 제공하는 것이 ATMS의 주요 기능이다.

5.2 첨단 여행자정보 시스템(ATIS : Advanced Traveler Information System)

ATIS는 통행자가 승용차 또는 대중교통수단을 이용하여 최종 목적지까지 도달하는데 필요한 각종 교통 정보를 FM 라디오방송, 차량 내 단말기 등을 통해 운전자에게 신속·정확하게 제공함으로써 안전하고 원활한 최적 교통정보를 지원한다. 예로 최적경로안내(RGS), 종합여행안내(TIS) 및 교통정보제공(TRIS)시스템 등을 들 수 있다.

5.3 첨단 대중교통 시스템(APTS : Advanced Public Transportation System)

APTS는 대중교통 운영체계의 정보화를 바탕으로 시민들에게는 대중교통 수단의 운행 스케줄, 차량 위치 등의 정보를 제공하여 이용자 편의를 극대화하고, 대중교통 운송 회사 및 행정 부서에는 차량관리, 배차 및 모니터링 등을 위한 정보를 제공함으로써 업무의 효율성을 극대화한다. 예로 대중교통 정보제공(PTIS), 대중교통 관리(PTM) 시스템 등을 들 수 있다.

5.4 상용차량운영(CVO : Commercial Vehicle Operation)

CVO는 상용차량이 안전하고 효율적으로 운용되도록 하는 시스템이다. 화물차량이 안전하고 효율적으로 운용될 수 있게 하기 위해서는 AVL(Automatic Vehicle Location System)을 이용하여 화물차량의 자동위치추적이 가능하고 과적과 같은 안전저해요인이 파악되어야 한다. 예로 위험물 차량관리(HMM) 및 화물차량관리(FFM) 시스템 등이 있다.

5.5 첨단 차량-고속도로 시스템(AVHS : Advanced Vehicle and Highway System)

차량에 교통상황, 장애물 인식 등의 고성능센서와 자동 제어장치를 부착하여 운전을 자동화하며, 도로상에 지능형 통신시설을 설치하여 일정간격 주행으로 교통사고를 예방

하고 도로소통의 능력을 증대시킨다. 예로 첨단도로시스템(AHS) 및 첨단차량시스템(ASV)이 있다. <그림 6>은 AHS의 개념을 표현하고 있다.

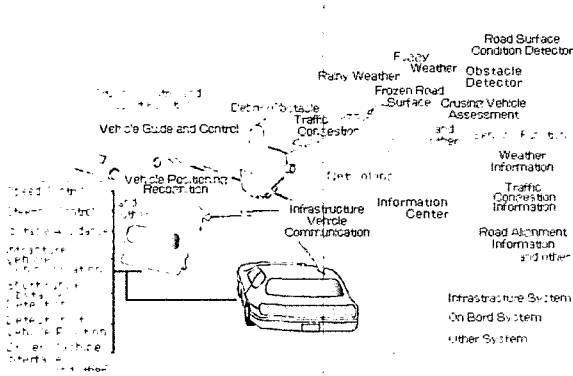


그림 6. AHS의 개요

AVHS는 기술 향상에 따라 적용되는 범위가 더욱 확대될 수 있다. 궁극적으로는 모든 차량이 자동으로 제어되고 자동제어도로(Automated Road)를 운영하는 것이다. 현재, 이에 대한 자동운행 속도장치, 사고경보장치, 자동정지장치, 차선변경 경보장치 등에 대한 연구개발이 활발하게 진행 중이다. <그림 7>은 개별차량의 안전성과 동시에 전체 차량군의 안전성을 보장하기 위해서 차량-차량 통신기술을 이용하여 적정수준의 차량군을 근거리의 간격을 유지하면서 동시에 제어할 수 있는 차량군집주행을 보여주고 있다. 도로 상에는 중앙제어센터, 네트워크 라인, 유도선로 등이 필요하다.

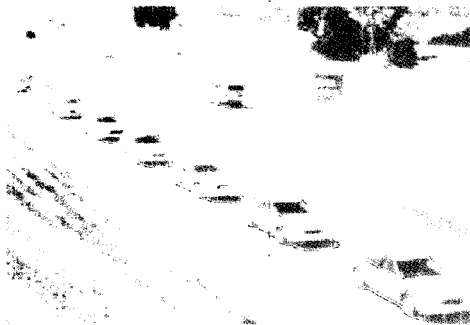


그림 7. 차량군집운행 시연

6. 인간-기계 인터페이스(HMI : Human Machine Interface)

6.1 VUI(Voice User Interface) 기술

자동차를 운전하는 운전자의 눈은 도로의 상황과 주위 차량의 상태를 주시해야 하며 손은 핸들에 위치해야 하는데, 운전 중 차량 내의 각종 기기 조작 및 텔레매틱스, 네비게이터 등의 단말기를 통한 모바일 서비스 사용 시, 운전자의 부주의로 인하여 교통사고가 발생할 위험이 많다. 인간에 있어서 가장 자연스러운 의사소통 수단인 음성을 텔레매틱스 시스템의 조작에 사용하면, 음성합성을 통하여 운전자에게 정보를 전달해주므로 디스플레이를 주시할 필요도 없고, 음성인식에 의해서 원하는 기능을 선택하여 안전하고 편리한 기기 조작을 실현할 수 있다. 음성인식 및 합성과 같은 VUI

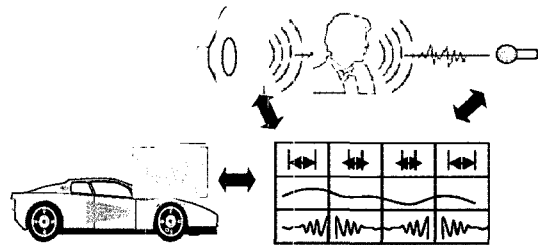


그림 8. 음성인식/음성합성 개념도

표 1. 음성처리기술의 종류

구분	기술내용	응용기능
음성인식	인간 소리의 특징을 추출하고 분석하여 소리의 의미를 기계가 인지할 수 있게 하는 기술	<ul style="list-style-type: none"> 편의기능 음성조작 음성 다이얼링 음성 Browser 화자인증
음성합성	문자정보에서 문장의 의미를 해석하고 이를 인간의 소리로 만들어 내는 기술	<ul style="list-style-type: none"> E-mail 음성변환 기능안내 음성알람
음성압축	소리를 압축·복원하는 기술로 소리의 저장·전송 등에 사용	<ul style="list-style-type: none"> MP3 음성메모 음성 E-mail
음색변환	소리의 변조 즉, 다른 음색으로 변환하는 기술로서 음성합성과 결합되어 다양한 소리로 재생	<ul style="list-style-type: none"> 특정인의 음성출력 감정표현



기술의 적용은 현재 텔레매틱스가 안고 있는 근본적인 문제점 즉, 운전 중 각종 장치를 작동할 때 생기는 사고 위험성을 대폭 줄여 준다는 점에서 앞으로 지능형 자동차 산업 발전에 핵심이 되는 기술이라 할 수 있다. <그림 8>은 음성인식·음성합성의 개념도를 보여주고 있으며, <표 1>은 음성처리기술의 종류를 나타내고 있다.

6.2 운전자 정보 시스템(DIS : Driver Information System)

차량의 컴퓨터와 네트워크를 바탕으로 고기능의 HMI 기술로 정보, 차량, 운전자를 통합하는 기술을 의미한다. <그림 9>은 차량의 운전자 정보 시스템인 통합표시장치를 보여주고 있다.

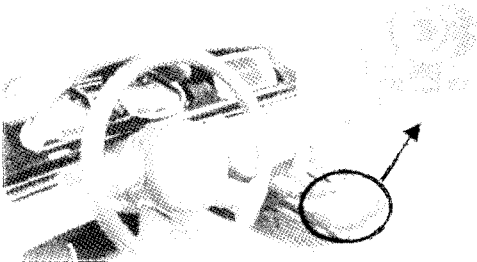


그림 9. 운전자 정보 시스템

7. 연구개발동향

7.1 해외기술동향

7.1.1 일본

ITS 분야에 있어서 일본은 이미 1960년대부터 정부차원에서 관심을 갖고 사업을 추진했다. 1980년대 후반부터 정부와 기업이 공동으로 RACS(Road/Automobile Communication System)와 AMTICS(Advanced Mobile Traffic Information and Communication System)의 두 개의 프로그램을 수행하고 있다. 2000년 10

월에는 일본 건설성, 교통성 등의 후원으로 ASV와 AHS 분야를 통합한 첨단도로에서 ASV 시스템들을 시연하는 행사가 AHSRA(Advanced Cruise-Assist Highway Research Association)의 주관으로 『Smart Cruise21 Demo 2000』이라는 이름으로 개최되었다.

텔레매틱스 분야에 있어서 도요타자동차는 크라운 애틀리트 세단에도 위성통신을 이용한 본격 텔레매틱스 시스템인 『MoNet』를 장착하여 판매하고 있다. 이 시스템은 자동차공학에서 말하는 텔레매틱스 전단계인 네비게이션으로부터 기술적으로 접근해서 발전을 거듭하고 있는 시스템이다. 닛산은 1998년부터 미쯔비시, 후지중공업과 공동으로 『Compass Link』를 장착하여 판매하고 있으며, 혼다자동차는 『InterNavi』시스템을 개발하여 자사 차량에 장착하고 있다. 수바루 자동차는 스테레오비전에 기반한 지능형 크루즈 시스템을 상품화 하였다.

7.1.2 미국

미국은 1990년대에 들어서면서 ITS에 대한 본격적인 관심을 제도화하고 계획으로 구체화하기 시작하였다. 최근에는 정부 및 지방자치단체와 학교가 공동으로 ITS에 관한 연구를 활발하게 진행하고 있다. 정부에서는 Mobility 2000이라는 이름으로 보다 안전하고 경제적이며 에너지 효율이 높고 환경오염을 일으키지 않는 기술개발에 적극적으로 지원하고 있으며, 지방자치단체는 기업과 연계하여 많은 연구를 수행하고 있다.

GM은 2001년 다양한 이동통신 서비스를 제공해주는 텔레매틱스 시스템인 『OnStar』를 개발하여 지금까지 약 100만대의 자동차에 이 시스템을 장착하였다. 또한 포드는 『Wing Cast』를 그리고 다임러크라이슬러는 『텔레에이드』를 개발하여 자사차량에 장착하였다. 모바일아리아는 자동차 운전자가 운전 중에 손을 사용하지 않고 음성인식 인터페이스를 통해 인터넷정보와 게임과 같은 엔터테인먼트 등을 이용할 수 있는 기반기술까지 완료한 상태이다. 모토롤라 TCG는 현재 텔레매틱스 시장을 개인통신을 중심으로 하는 『Connected Car』부문과 위급상황을 보조하기 위한 『Safe Car』, 음성 포털 인터넷 접속과 네비게이션 기능 중심의 『Productive Car』, 그리고 오락정보 제공을 위한

『Fun Car』 등 네 가지 부문으로 세분해서 각 부문에 맞추어 차별화된 서비스로 시장공략에 나서고 있다.

7.1.3 유럽

유럽에서는 ITS를 RTT(Road Transport Telematics)라는 이름으로 추진하고 있다. 대표적인 연구개발의 성과로는 1986년부터 1995년 사이에 민간부문인 EUREKA에 의해 추진된 PROMETHEUS와 EC에 의해 추진된 DRIVE(1989년-1991년)와 DRIVE II(1992년-1994년), T-TAP(1995년-1998년) 프로그램이 있다. T-TAP 프로젝트는 정보기술을 활용하여 교통, 교육, 의학부문의 효율성 향상을 통하여 유럽의 경쟁력 향상을 목적으로하는 텔레매틱스 프로그램의 한 분야이며, ASH에 사용 가능한 차량제어, 도로-차량 간 통신연구가 행해지고 있다.

7.2 국내

ITS 분야에서의 연구는 국가적으로 방대한 인프라가 요구되는 관계로 범국가적으로는 아직 시작되지 못한 상태이나 현대자동차를 중심으로 한 완성차 업체와 만도, 현대모비스 등 전문 부품업체들이 각 기업의 영역에서 개별적으로 적용 분야를 모색하고 있으며, 국책연구기관인 자동차 부품연구원에서 1998년에 세계에서 4번째로 군집운행 시범을 성공적으로 수행하였다. (주)센싱테크에서는 일본의 통신연구소와 공동개발하여 Gunn Diode를 이용하여 NRD Guide기술로서 자동차 레이더를 개발하였으며, Scanning 방식의 안테나 및 편파회로(전파 Polarization 회로), Narrow Beam의 전파 등 NRD Guide 기술을 통해 개발하였다. 현대모비스는 자동차 내 A/V기기 및 에어컨 등을 운전자의 음성으로 컨트롤하는 『음성인식 전자정보시스템』을 2004년까지 목표로 개발을 추진하고 있다. 또한 자동차의 전선길이 및 중량, 부품 수를 20% 절감할 수 있는 『자동차 전장 통합모듈』의 개발을 진행하고 있다. 그리고 네트워크를 통해 자동차, 정보센터 및 운전자를 하나로 통합정보를 송수신할 수 있는 『운전자 정보시스템』을 개발하고 있다.

8. 결론 및 전망

지능형 차량정보시스템은 전기·전자, 정보통신, 제어, 인터넷 및 소프트웨어 응용기술 등을 활용하는 첨단차량기술로서 차량 내부적 데이터 전송을 위한 차내 네트워크 시스템과 텔레매틱스, 네비게이션 등 차량 외부와의 정보 송수신을 위한 차외 통신 네트워크 시스템을 통합한 차세대 고부가가치 차량응용기술이다. 미국, 일본을 비롯한 선진각국의 자동차 메이커에서는 이러한 분야의 중요성을 인식하고 통신 네트워크 기술, 전자소자 기술 및 센서 기술 등 차량정보화 시스템의 기반이 되는 핵심기술을 개발을 하고 있으며, 새로 출시되는 고급차량에 이미 적용하기 시작하고 있다. 우리나라의 완성차 및 부품업체에서는 아직 선형기술 확보차원의 개별적 연구개발 단계에 있으며, 기초분야의 기술 부족으로 일부를 제외하고는 아직 사업화가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라의 경우, 세계적인 자동차 생산업체를 보유하고 있으며 세계수준의 정보통신기술을 갖고 있기 때문에 이러한 인프라를 잘 활용하면 선진국과의 기술격차를 줄이고 더 나아가 기술적 우위를 차지할 수 있을 것으로 사료된다. 21세기의 자동차는 단순히 사람이나 화물을 운송하는 수단으로서의 기능뿐만 아니라 운전의 편의, 안전성, 업무의 효율성 등을 동시에 수행할 수 있는 모바일 오피스 개념의 자동차로 그 기능이 변화되고 있기 때문에 지능형 자동차와 관련된 정보통신, 전자산업 등의 기술변화 추세를 정확히 파악하고, 상용화 가능한 기술개발을 체계적으로 수행해야 할 필요가 있다.

참고문헌

1. 정민화, "자동차용 음성 HMI 시스템 기술 개발", 정보처리학회지, 제11권, 제2호, pp.42-47, 2004.
2. 문영준, "텔레매틱스와 미래형 자동차/도로체계", 한국자동차공학회지, 제26권, 제4호, pp.17-22, 2004.
3. 신민석, 이우택, 선우명호, 한석영, "OSEK/VDX 표준과 CAN 프로토콜을 사용한 차체 네트워크 시스템 개발", 한국자동차공학회논문집, 제10권, 제4호, pp.175-180, 2002.
4. 이승환, "ITS와 첨단차량개발 현황 및 전망", 기계저널, 제



- 41권, 제1호, pp.53-56, 2001.
5. 정의섭, 배영문, 이수영, 지능형 자동차, 한국과학기술정보연구원 심층정보분석보고서, pp.12-20.
 6. 이준웅, "자동차 추돌경보 시스템 개발을 위한 컴퓨터 비전과 레이저레이더의 응용", 한국자동차공학회논문집, 제7권, 제5호, pp.258-267, 1999.
 7. 원제무, 오영태, 황준환, 첨단교통론, 도서출판 한울, 2003.
 8. Yamada, K. and Kosaka, E. M., "Standardization Status and Future Procedure of ISO/TC204/WG14 - Vehicle/Roadway Warning and Control Systems", 자동차공학회지, 제26권, 제4호, pp.26-31, 2004.
 9. Hadelier, R. and Mathony, H. J., "Design of Intelligent Body Network", SAE Technical Paper, No. 2000-01-0152, 2000.
 10. Vlacic, L., Parent, M. and Hrashima, F., Intelligent Vehicle Technologies, Society of Automotive Engineers, 2001.
 11. <http://www.itskorea.or.kr/korean/default.html>.
 12. <http://www.vics.or.jp>.