

ITS에서 인간공학의 역할

권오성*, 박민용**

* LG전자, ** 한양대학교 산업공학과

Abstract

ITS는 자동차, 운전자, 도로, 교통제어 시스템을 첨단 통신, 전자, 컴퓨터기술 등으로 묶는 종합 교통자동화 체계이다. 차세대 교통 시스템인 ITS는 교통혼잡을 덜고, 사고를 줄이며, 오염을 줄이고, 에너지를 더욱 효율적으로 이용하는 등의 결과를 가져올 것으로 기대되고 있다.

선진 각국에서는 ITS(Intelligent Transportation Systems; 미국), ATT(Advanced Transport Telematics; 유럽), SSVS(Super Smart Vehicle Systems; 일본)등의 이름으로 막대한 예산을 투입하여 ITS의 실현을 위한 연구 및 인프라를 구축 중이며, 우리 나라에서도 사회간접자본 투자기획단 (SOC)을 통해 기획중이고 정부 5개 부처 공동으로 추진될 예정이며, G7과제 후보로 올라있다.

인간공학은 ITS실현을 위한 주요 요소기술로 인식되고 있다. ITS는 궁극적으로 운전자의 workload를 덜어줄 것으로 예상되지만, user-oriented된 인터페이스의 설계가 뒷받침되지 않으면, 과부하, 혼동, 사고 등으로 이어져 ITS의 정착에 심각한 장애요인으로 작용할 것이다. 본 논문에서는 미국의 ITS를 중심으로 그 sub-systems들과 그에 해당하는 인간공학적 고려사항들 그리고 ITS 초기 단계에서 시급히 풀어나가야 할 인간공학적 과제에 대하여 논의하고자 한다.

1. 서론

자동차가 처음 소개되었을 때 사람들은 마차에 비해 훨씬 조용하고, 신속하고, 먼지나 냄새, 배출물이 적은 것에 대하여 열광하였다고 한다. 현재 자동차는 교통 체증, 사고, 배기가스 등으로 인하여 우리 생활의 질을 떨어뜨리는 주범중의 하나로 인식되고 있다.

유럽, 일본, 미국은 교통 혼잡으로 인한 손실을 연간100조원 전후로 추산하고 있으며, 우리나라의 경우 8조 6천억원 (93년, 교통개발 연구원)으로 국민 총생산의 3.25%에 달하며 매년 2조원 가까이 증가하고 있다. 선진 각국에서는 이러한 문제를 풀기 위해 80년대 중반부터 조직적인 노력을 해왔다. 1986년 시작된 유럽의 PROMETHEUS, DRIVE를 선두로 하여, 일본의 AMTICS, SSVC, 뒤늦게 시작된 미국의 IVHS, ITS 등 나라별로 추구하는 주목적에서 조금씩 차이가 있기는 하지만 궁극적인 목표는 동일하다고 할 수 있다. 일본은 실용화에서 가장 앞서있는데 ITS의 초기단계인 항법장치가 대중화에 들어갔고, 매년 100%이상의 신장율을 보이고 있다. 미국은 향후 2011년까지 160조의 예산을 연구 및 인프라 건설에 투입할 계획을 갖고있다. 우리나라는 이제 시작하는 단계로 사회간접자본 투자기획단 (SOC)을 통해 ITS를 기획 중이고, 정부 5개 부처에서 공동으로 추진할 계획으로 있으며, G7 과제 후보로 올라 있다. 우리나라의 추진 방향은 미국 ITS의 계획과 유사하므로 본문에서는 미국의 구도를 중심으로 하여 논의하고자한다.

ITS의 목적은 미국의 경우 안전, 일본의 경우 교통 혼잡을 줄이는 것이 최우선 과제로 설정되어 있고, 서행으로 인해 발생하는 배기가스를 통한 오염, 에너지 낭비 및 피로 등의 문제를 푸는데 큰 기여를 할 것으로 예상되고 있다. 이는 궁극적으로 국가 산업 경쟁력을 높이고 사람들의 생활의 질을 높이는 역할을 하게 될 것이다.

ITS는 크게 3단계로 나눌 수 있는데, 초기 단계의 목표는 경로 안내 시스템을 제공하는 것이다. 여기에는 인공위성에서 제공하는 자료를 바탕으로 차량의 위치를 파악하는 GPS와 도로의 지도를 보여주는 GIS가 필요하다. 이들을 바탕으로 하이 가고자 하는 목적지를 입력하면 차량내 컴퓨터가 목적지까지의 최단 경로를 계산하여 디스플레이를 통해 제시해 주는 것이다. 중기 목표는 갑자기 위험한 상황에 직면할 때 (차량이 끼어든다던가 사람이 뛰어들어오는 등) 운전자에게 경고를 주고, 운전자가 이에 적절히 대응하지 못할 경우 브레이크를 밟거나 핸들을 안전한 방향으로 틀어주는 등의 역할을 하고, 실시간으로 변화하는 실시간 교통정보를 제공해 주며, 이를 바탕으로 새로운 최적 루트를 제안하는 수준의 서비스를 제공하는 것이다. 마지막으로 궁극적인 ITS의 기술적 목표는 교통관제 센터를 통해 차량의 운전이 완전 자동화되는 것으로 운전자는 이러한 자동 운항 시스템이 올바르게 작동되고 있는지 감독하는 역할을 하게 된다. 이는 Platooning 이라고 부르는데 여러 차량들을 한 그룹으로 묶어 관제센터에서 직접 교통의 흐름을 제어하는 형태로 이를 통해 차간 전후 좌우의 간격을 줄이고도 더욱 빠르고 안전하게 흐름을 유지할 수 있는 것이다.

ITS는 운전자와 자동차, 도로, 교통제어를 고도의 통신, 컴퓨터, 센서, 인터페이스 기술 등으로 연결하는 종합기술로 정부, 대학, 자동차회사, 전자회사 등의 긴밀하고 유기적인 협조를 통해 이루어 질 수 있다. ITS의 실현은 기존 운전 작업 및 교통 제어의 기본적인 성격을 새롭게 규정하는 것으로 인간공학은 새로운 인간-자동차, 인간-도로, 교통관제 센터의 인터페이스, 초기 ITS 수용 등에 중요한 역할을 담당해야 할 것이다. 미국 ITS는 이러한 인간공학의 중요성을 초기단계부터 인식하여 이를 명시화하였고 인간공학 부서를 설치하여 전체 진행 과정에서 높은 우선 순위로 자리잡고 있다.

2. ITS Sub-Systems

ITS에서 인간공학의 중요성이 강조되고 있는 Sub-systems들은 Advanced Traffic Management Systems (ATMS), Advanced Traveler Information Systems (ATIS), Advanced Vehicle Control Systems (AVCS), Commercial Vehicle Operations (CVO)등이다. 본 장에서는 각 sub-systems들의 개요 및 구성요소들에 대하여 설명하고, 다음 장에서 이 sub-systems들에서 필요한 인간공학적 고려사항들이 논의되겠다.

2.1 Automated Traffic Management Systems (ATMS)

ATMS는 도로의 교통 흐름을 관찰하고, 제어, 운영하는 역할을 한다. 이에 교통흐름 파악을 위한 센서 기술, 이 정보를 교통관제 센터 (Traffic Management Center, 이후 TMC)와 쌍방향으로 전송하는 통신기술, 차량의 흐름을 직접 운영하는 제어기술, 시뮬레이션, 컨트롤 소프트웨어, expert systems, 하드웨어 및 소프트웨어 인터페이스 기술 등이 필요하다. 컴퓨터화된 TMC는 지역 도로망의 중추신경과 같은 역할을 하게 된다. 네트워크를 통해 들어오는 수많은 교통 정보는 이곳에서 수집되어 다양한 교통제어 전략에 의해 계산되고 이 정보가 도로와 자동차에 전달되어 차량 운전의 흐름을 직접 제어하게 된다. 현재에 운영중인 교통관제센터는 이러한 역할을 하기에 부적절한 것으로 알려져 있다. TMC는 충분한 backup과 redundant한 서브시스템을 통해 만일의 시스템 고장시에도 그 기능을 유지할 수 있도록 디자인 되어야한다. 수십, 수백 만대의 차량을 컨트롤하는 TMC는 원자력 발전소 제어실과 같은 복잡한 시스템이 될 것으로 예상되며 이러한 시스템이 정상 상황, 예외적 상황, 고장상황에서도 최대한의 기능을 발휘하기 위해서는 operator환경이 최적 인터페이스를 제공하도록 디자인 되어야한다.

2.2 Advanced Traveler Information Systems (ATIS)

ATIS의 목적은 운전자에게 제공되는 정보의 질을 높이는 것이다. 이에 도심과 외곽, 정상 소통시와 혼잡스러울 때, 악천우시, 위급한 상황 등의 환경을 포함한다. 초기의 ATIS는

CD-ROM형태로 제공되는 고정된 정보를 운전자들의 계획을 돕고 길을 안내하는 목적으로 제공하게 된다. 현재 일본에서 보급되고 있는 항법장치가 이러한 수준의 정보를 제공하는 시스템이다. 다음 단계에서는 시시각각으로 변화하는 실시간 정보를 제공하고, 이 정보를 바탕으로 새로운 운행루트를 제안하는 시스템으로 발전하게 된다. ATIS는 구체적 목표에 따라 4단계로 나눌 수 있다.

2.2.1 In-Vehicle Routing and Navigation Systems (IRANS)

IRANS는 GPS에서 제공하는 차량의 현위치 정보와 GIS에서 제공하는 도로정보를 바탕으로 하여 현재위치에서 목적지까지의 최적 경로를 제공한다. 매일 주기적으로 반복되는 교통정보 및 특별한 상황(교통사고 등)으로 인하여 발생하는 정보들이 위의 판단과정에서 이용되게 된다. 이 시스템은 다양한 정보들을 일방적으로 전달해 줄 수도 있고, 그 정보들을 바탕으로 하여 새로운 경로를 제안할 수도 있다. 길을 잃어버리거나 헤메는 차량으로 인하여 교통량이 훨씬 증가한다는 보고를 고려할 때, 이 시스템은 교통혼잡을 덜어주는데 큰 기여를 할 것으로 예상된다.

2.2.2 In-Vehicle Motorist Service Information (ISI)

ISI는 운전자들에게 상업성 정보를 제공한다. 이러한 정보에는 호텔, 레스토랑, 주유소, 휴게소, 유적지 등을 포함한다. 이 정보가 위의 IRANS와 결합하여 특정 시설을 찾아가는데 이용된다 (cf., TravTek, Fleischman et al., 1991).

2.2.3 In-Vehicle Safety Advisory and Warning Systems (IVSAWA)

IVSAWA는 운전자 앞에 존재하는 위험한 도로환경에 대한 경고를 제공한다. 이에는 교통사고나 도로공사와 같이 그때그때 일어나는 상황과 도로가 갑자기 굽는다던가 하는 지속적인 위험 상황에 대한 정보를 포함한다.

2.2.4 In-Vehicle Signing Information Systems (ISIS)

ISIS는 상업적이지 않은 사인들 즉, 도로 안내, 경고, 속도제한 등 현재 길가의 도로 사인을 통해 제공되는 정보들을 차량 내에서 제공한다. 이러한 정보들은 현재 운전자들에게서 가장 많은 불평을 받은 사항으로 “사인들은 너무 많고, 필요한 정보는 찾을 수 없다”는 평을 받고있다. ISIS는 현존하는 도로사인을 보조하는 역할을 하게 된다.

2.3 Advanced Vehicle Control Systems (AVCS)

AVCS는 운전자가 충돌 등 위급한 상황에 처했을 때 이를 피할 수 있도록 도움을 주는 시스템으로 궁극적으로는 일부 혹은 전체 운전을 대신하도록 하는 역할을 한다. AVCS는 다음과 같은 세 가지의 서브시스템으로 구성되어 있다.

2.3.1 Obstacle Detection and Avoidance Systems (ODAS)

ODAS는 고정되거나 움직이는 장애물에 대한 정보를 제공함으로써 운전자가 충돌 방지에 반응할 수 있는 더 많은 시간을 제공한다. 운전자가 위험상황에 적절히 대응하지 못할 경우 차량의 핸들, 액셀레이터, 브레이크 등에 대해 직접적인 제어를 수행한다.

2.3.2 Sensory Enhancement Systems (SES)

SES는 밤이나 악천우시에 시야를 돕고 확장시켜 줌으로써 운전을 돕고 사고를 예방한다.

2.3.3 Automated Control Systems (ACS)

ACS는 앞차나 옆차와의 간격을 일정하게 유지시켜주며, 궁극적으로 운전자로부터 운전 작업을 넘겨받아 중앙에서 제어하는 자동운전 시스템을 실현한다. 자동차들이 그룹을 지어 중앙에서 운전이 제어되는 궁극적인 형태를 “Platooning”이라고 부른다.

2.4 Commercial Vehicle Operations (CVO)

CVO는 ITS기술의 상업적 차량 류에 대한 응용을 뜻한다. 기술적으로는 위에서 언급된 사항들을 외에도 자동 차량 인식, 위치인식, 움직임 상태에서의 무게 감지, 차량전후의 물체인식, 운항자료기록 등을 포함한다. 주 대상은 트럭, 버스, 택시, 응급차량 등이다. 상업적 차량들의 경우 신속하고 효율적인 운행이 매우 중요하므로 ITS시스템의 가장 시범적인 응용대상이 될 것으로 예상되고있다. 특히 장시간 운전을 하는 직업적인 운전자들의 피로와 운전능력의 저하를 감지하여 적절히 대처토록 도움을 제공하고, 차량의 안전상태를 경고해주는 등의 기능은 사고방지에 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

3. ITS에서 인간공학의 역할

앞에서 언급된바와 같이 ITS의 완전한 실현을 위해서는 다양하고 복잡한 정보를 처리해야 하는 이 시스템의 인터페이스 설계가 매우 중요한 것으로 인식되고 있다. 각 서브시스템들의 주된 인간공학적 과제들은 ATMS의 경우 다양한 상황에서의 정보처리문제, 오퍼레이터의 역할, 의사결정 보조도구, ATIS는 디스플레이의 modality, 위치, 정보처리, AVCS는 수동-자동-수동 운전으로 넘어가는 과정에서의 자연스러움, 운전자의 운전능력 파악, CVO는 다양한 운전자와 차량들, 필요로 하는 정보의 종류에 대한 적절한 대응 등의 문제를 들 수 있다. ITS에서의 인간공학적 고려는 크게 TMC와 차량 내에서의 인터페이스로 나뉘 볼 수 있다. 이를 좀더 세분하여 설명하면 다음과 같다.

3.1 TMC에서의 인간공학적 고려사항들

TMC에서의 인간공학적 목표는 정상상황, 긴급상황, 고장시에 최적의 오퍼레이터 수행을 가능케 하는 것이다. 이것을 가능케 하기 위해서는 오퍼레이터 작업환경이 최적의 인터페이스를 제공하여야한다. 또한 적절한 오퍼레이터 팀의 구성과 오퍼레이터간의 의사소통이 가능하여야하고, 오퍼레이터 선정, 훈련, 보조 도구, user-oriented 소프트웨어 등에 대한 세심한 고려가 필요하다. 그 외 디자인 단계에서의 인간공학적 고려사항의 일부를 소개하면 다음과 같다.

1. TMC에서의 수행목적과 요구사항들은 무엇인가 ?
2. 오퍼레이터와 자동화의 역할 분담은 어느 정도까지인가 ?
3. 오퍼레이터가 일을 수행하는데 필요한 정보들은 무엇이고, 작업환경 디자인에서 어떻게 이것을 제공할 것인가 ?
4. 오퍼레이터는 특정 상황에서 어떻게 반응해야하며, 작업환경은 이러한 반응을 어떻게 수용하도록 만들어 주어야하는가 ?
5. 현존하는 유사한 류의 TMC에서 얻을 수 있는 정보는 무엇인가 ?
6. 오퍼레이터가 필요로 하는 지식, 기술은 어느 정도이고 어떻게 이것을 제공할 것인가 ?

3.2 차량 내에서의 인간공학적 고려사항들

차량 내에서의 주된 인간공학적 관심사는 어떻게 디스플레이와 컨트롤을 디자인할 것인가에 있다. 이에 는 하드웨어, 소프트웨어적인 측면, 다양한 사용자의 특성과 반응에 대한 연구 등이 필요하다.

3.2.1 운전자 인터페이스

1. 운전자에게 제공되는 정보에 대하여 다양한 디스플레이특성, 정보의 포매팅, 정보전달 방법, 음성출력 특성, modality 등의 장. 단점을 분석한다.
2. 가장 적절한 차량내의 정보전달 방법을 결정한다.

3. 다양한 차량내 장치들의 위치를 선정한다.
4. 운전자에게 필요한 지식, 기술 등을 파악하고, 어떻게 이를 교육, 훈련시킬 수 있는지를 연구한다.
5. 운전자의 피로 등 상태 변화를 감지하고 이에 적절히 반응할 수 있는 방안을 연구한다.

3.2.2 운전자 정보

1. 운전자에게 필요한 정보를 파악하고 이러한 정보가 운전자에게 미칠 영향에 대해 분석한다.
2. 운전자가 다양하고 많은 정보를 처리할 수 있는지에 대한 일반적 능력을 파악한다.
3. 차량안내, 차량 제어, 루트선정, 경고 등의 주제에 대하여 어느 시점에서 얼마나 많은 정보를 제공할 것인가를 결정한다.

3.2.3 행위적 문제

차량 내에서 제공되는 정보에 대한 운전자의 반응을 분석한다. 예를 들면, 차량 내에서 제공되는 조인에 대하여 운전자가 순순히 따를 것인가 하는 등이다. 또한 운전자가 수동에서 자동운전으로 차량 제어를 거부감 없이 넘겨줄 수 있는가 등에 대한 연구가 필요하다.

3.2.4 사용자 특성

ITS는 다양한 부류, 상태의 사용자를 염두에 두어야 하는데, 이에에는 나이, 신체적 장애, 지역에 대한 친숙도, 피로에 의한 능력의 저하 등을 포함한다. 이러한 다양성에 대하여 작업 수행 특성, 선호도, 요구하는 정보의 종류, 인지적 능력 등을 고려한 디자인이 준비되어야한다.

4. Urgent Human Factors' Issues in ITS

위에서 다루어진 이슈들은 ITS를 개발해 나가는 단계에서 일반적으로 고려될 사항들이었다. 본 장에서는 ITS를 시작하는 단계에서 우선적으로 풀어야 할 시급성이 높은 과제들에 대해 논하고자한다.

4.1 디스플레이의 위치선정과 HUD(Head-Up Display)의 이용

현재 이용되는 정보전달 디스플레이는 자동차 라디오가 차지하고있는 대쉬보드 부근에 장착되는 것이 일반적이다. 운전자는 정보를 얻기 위해 도로에서 눈을 떼고 디스플레이에 초점을 맞춰 정보를 받아들이고 다시 도로를 보기 위해 초점을 조정해야한다. 운전작업의 많은 부분이 시각적 정보처리와 관련되어 있음을 고려할 때 이 디스플레이는 근본적이 결함을 갖고 있다고 할 수 있다. 특히 나이가 들이갈수록 초점을 재조정하는 능력이 저하된다는 점을 고려하면 이 디스플레이의 위치는 재고되어야한다. 항공기에서 주로 사용되는 HUD는 정보를 제공받으면서도 길에서 눈을 떼지 않아도 되며, 초점의 재조정이 필요치 않다는 장점이 있다. HUD는 제공되는 정보의 인식 시간이 기존의 대쉬보드정보보다 빠르다는 장점에도 불구하고, 도로 상의 물체에 대해 시야를 가린다는지, 변화가 빠른 도로상의 환경에 대한 대처 등에서 문제점이 있다. 한편 시각적 정보처리와 독립적으로 이용될 수 있는 청각 정보를 최대한 활용할 수 있도록 역할 분담이 필요하다. ITS의 시작단계를 열어갈 정보전달용 디스플레이의 위치와 타입에 대해 시급한 인간공학적 평가가 요구된다.

4.2 고연령 운전자에 대한 고려

미국의 경우 2020년이 되면 17%의 인구가 65세를 넘어가고, 이에 대응하는 운전자 수가 5000만명을 넘어설 것이라는 보고가 있다. 우리 나라의 경우 2020년에 평균나이가 50세에 이르게

될 것이라고 한다. 장기적인 전망이 아니더라도 많은 고 연령의 운전자들이 현재 운전중에 있으며, ITS의 정보처리 요구 수준은 이들의 능력과 심리적 자세를 고려해 디자인되어야 한다. 고연령자들의 감각특성, 인지적 능력, 신체적 능력등에 대한 ITS상황에서의 올바른 평가와 이를 고려한 적응력 있는 (adaptive) 인터페이스를 제공하는 것이 필요하다.

4.3 인터페이스의 표준화

사고의 많은 부분이 빌리거나 새로 구입을 하여 차량에 대한 친숙도가 낮은 상황에서 발생한다는 보고가 있다 (Perel, 1983). 이러한 문제의 중요한 원인은 차량 내 디스플레이, 컨트롤 등의 표준화 부족에서 기인하고있다 (McGrath, 1975). 차량내의 컨트롤은 표준화 되어있지 않을 뿐만 아니라 사람들의 인지적 모델과도 일치하지 않고 심지어는 동일 회사에서 만들어진 다른 모델간에도 불일치하는 경우가 있다 (Kweon et al., 1992). ITS 인터페이스의 복잡성을 고려할 때 하드웨어, 소프트웨어적 포맷이 사람들의 선호도, 인지적 모델 등을 고려해 표준화되지 않을 경우 이 시스템의 대중화에 큰 어려움을 겪게될 것이다.

4.4 초보자에 대한 고려

ITS 인터페이스는 초기 사용자들에 대한 배려를 바탕으로 디자인되어야한다. 이는 ITS의 최대효용과 편의성이라는 상반될 수 있는 요소에 대하여 어느 정도의 trade-offs가 필요하다. 초보자를 위한 default 모드의 제공과 자체적인 트레이닝 프로그램의 제공 등이 필요하다.

4.5 사용자 수용도

사용자의 수용도는 ITS프로그램 성공여부의 가장 중요한 요소이다. 사용자의 수용을 얻기 위해서는 사용자가 원하는 것이 무엇인가에 대한 정보를 얻는 것이 중요하다. 사용자로부터의 정보는 나이, 계층, 욕구, 신체적 상태, 지리적 친근성 등의 다양성을 고려하여 수집되어야한다. 또한 초기 보급단계에서 이 시스템 이용을 촉진할 수 있는 동기부여 방법이 다양하게 고려되어야 한다.

5. 결론

과거에는 어떤 시스템이 개발될 때 하드웨어 기술자들이 우선적으로 일을 시작하고 인간공학자들은 마무리 단계에서 투입되는 경우가 일반적이었다. 그러나 일반 사용자의 편에서 보면 특정 시스템은 그 시스템이 제공하는 인터페이스의 수준만큼 밖에 능력을 발휘할 수 없다는 점에서 시스템의 디자인 단계에서부터 인간공학적 관점이 고려되어야 한다는 것은 필수적이다. ITS는 아직 시작하는 단계 있으므로 인간공학자들이 가장 큰 기여를 할 수 있는 시점이다. ITS에 적용시킬 수 있는 기존 인간공학적 연구가 많지 않은 현 단계에서 인간공학자들은 더욱 많은 문제들을 찾아내고 이를 풀어나가도록 해야 할 것이다.

참고문헌

IVHS KOREA연구기획단. IVHS 기본계획 수립 추진 배경. 서울. 1994.

Boehm-Davis, D. A., and Mast, T. M., "Human Factors and Commercial Vehicle Operations". Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting (pp. 1078-1081). Atlanta, GA, 1992.

- Emberger, M., The Contribution of PROMETHEUS to European Traffic Safety. In Parkes, A. M., and Franzen, S (Ed). *Driving Future Vehicles*, Taylor & Francis. London. 1993.
- Fleischman, R. N., Carpenter, J.T., and Dingus, T. A., "Human Factors in the TRAVTEK demonstration IVHS Project: Getting Information to the Driver." *Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting* (pp. 1115-1119). San Francisco, CA, 1991.
- Hancock, P. A., and Caird, J. K., "Intelligent Vehicle Highway Systems: Problems and Promises (Part 1). *Human Factors Society Bulletin*. 35(10), 1-4. 1992.
- Kweon, O., Schlegel, R. E., Purswell, J. L., "Power Window Control Stereotypes", *Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting* (pp. 485-489). Atlanta, GA, 1992.
- Mast, T. "Human Factors in Intelligent Vehicle-highway Systems: A Look to the Future". *Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting* (pp. 1125-1129). San Francisco, CA, 1991.
- McGrath, J. J., "Driver Expectancy and Performance In Locating Automotive Controls", *Vehicle Research Institute Report*, 14, 1. 1975.
- Perel, M., "Vehicle Familiarity and Safety", NHTSA Technical Note DOT HS-806-509, Washington, D.C.: US Department of Transportation. 1983.
- Perel, M., Brewer, H. K., and Allen, W., "Smart Vehicles: New Directions for Human Factors Safety Research". *Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting* (pp. 1025-1026). Orlando, FL, 1990.
- Perez, W. A., and Mast, T. M., "Human Factors and Advanced Traveller Information Systems". *Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting* (pp. 1073-1077). Atlanta, GA, 1992.
- Peters, J. I., and Roberts, K. M., "Human Factors and Advanced traffic Management Systems". *Proceedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting* (pp. 1068-1072). Atlanta, GA, 1992.
- Sheridan, T. B. "Human Factors of Intelligent Vehicle/Highway Systems", *Human Factors Society Bulletin*, 34(5), 11-12. 1991.