

교통안전에 대한 공학심리학적 접근

이 재 식

부산대학교 심리학과

본 논문에서는 교통사고의 두 가지 주요 원인(차량 통제 상실과 과속)의 심리적 기제에 대해 살펴보고, 교통사고 방지 및 교통안전을 확보하기 위한 공학적 개입 즉, 안전 운전을 보조해 줄 수 있는 시스템 설계(도로 설계, 추돌 경고 시스템 및 항법 시스템 설계)가 어떠한 방식으로 이루어져야 하는지 기존의 심리학적 연구 결과들을 바탕으로 논의하였다. 구체적으로, 도로 설계와 관련하여 회화적 단서들에 대한 운전자의 과속 행동을 방지하는데 어떻게 적용되는지 살펴보았고, 추돌 가능 상황에서 운전자의 추돌 회피 행동을 보조해 줄 수 있는 추돌 경고 시스템의 설계 방안과 그 효과를 구체적인 연구 결과와 함께 제시하였다. 특히 자동차 항법 시스템 설계에 운전자의 시각적 주시 특성, 작업기억 부담과 예측 능력, 심적 회전, 주의 자원 할당 등에 대한 심리학적 연구 결과들이 시스템의 물리적 위치, 디스플레이의 정보량 및 정보 제시 형태를 결정하는데 어떻게 활용될 수 있는지 구체적으로 기술하였다.

주요어: 교통안전, 교통사고, 도로설계, 추돌 경고 시스템, 자동차 항법 시스템

본 논문은 부산대학교 학술연구비(2년)에 의해 수행되었음
교신저자: 이재식, (609-735) 부산시 금정구 장전동, 부산대학교 심리학과
E-mail: jslee100@pusan.ac.kr

운전은 일반적으로 생산성(productivity)과 안전(safety)이라는 목표를 동시에 얻기 위해 수행되어지는 과제이다. 생산성은 빠른 시간 안에 목표 지점에 도달하고자 하는 것을 말하며, 이로 인해 운전자들은 과속을 할 수도 있다. 안전은 본인이나 다른 사람들에 의한 사고의 회피를 말하며, 때로 과속에 의해 이 목표가 손상된다. 높은 도로 교통 사고율과 사고 피해자 및 보험 회사에게 돌아오는 엄청난 손실 등으로 인해 도로 교통안전이 국가적으로 중요한 문제로 떠올랐다. 또한 그러한 사고의 대부분이 인간의 에러(90 퍼센트 이상)에 의한 것이라는 사실은 이러한 문제들을 심리학인간공학의 관심 영역으로 가져오게 하는 원인이 되었다.

교통사고의 예방을 위해 자동차와 도로에 여러 형태의 안전장치를 구현하고자 하는 노력은 이미 오래전에 시작되었다. 그러나 그러한 노력에 인간이 갖는 신체적/정신적 능력과 한계가 무엇인지를 밝히고자 시도하였던 심리학자들의 연구 결과가 상당 부분 중요한 바탕이 되었다는 사실은 일반인들에게는 많이 소개되지 못한 것으로 보인다.

본고에서는 지각심리학이나 인지심리학 등의 기초 심리학 연구들이 밝혀낸 인간 행동의 다양한 측면들에 대한 인과적 설명들이 교통안전에 대한 공학적 접근에서 고려되어야 하는 가장 중요한 원리를 제공한다는 것을 여러 시스템 설계 사례들을 들어 기술할 것이다. 구체적으로 심리학에서 밝혀진 인간 행동에 관한 다양한 이론들 중에서 교통사고와 관련된 여러 연구 결과들을 기술하는 것으로 시작하여, 이러한 이론을 바탕으로 안전 운전을 보조해 줄 수 있는 시스템 설계가 어떠한 방식으로 이루어져야 하는지 논의할 것이다.

교통사고의 분석

부상이나 사망을 야기하는 대부분의 교통사고는 두 가지의 원인들, 즉, 고속 주행시 차량에 대한 통제의 상실(횡적 축적의 실패)과 도로상에 있는 위험 요소와의 충돌(종적 축적이거나 속도 제어의 실패) 중 한 가지 때문에 발생한다. 특히 도로상에 있는 위험 요소와의 충돌은 위험 요소들(보행자, 주차된 차량 혹은 회전하는 차량)을 탐지하지 못했거나, 혹은 도로상의 장애물이나 교차로와의 접근 시간을 잘못 판단하여 발생한다.

통제 상실

차량에 대한 통제 상실은 여러 요인에 의해 발생할 수 있다. 예를 들어, 도로가 미끄럽거나 얼어있는 경우는 말할 것도 없고, 차선이 원래 좁거나 혹은 차선을 유지하고자 하는 주의를 순간적으로 놓치는 것(이때는 차선 침범을 야기할 수 있다) 등이 이에 포함된다. 핸들의 급작스런 과다보정(overcorrection)에 의한 차선 침범은 불안정적인 동요를 유발할 수 있고, 빠르게 운전할수록 보정에 대한 요구가 더 시급해진다. 그러나 빠른 운전 속도에서의 과다보정은 궁극적으로는 차량 통제의 상실(예를 들어, 전복 사고) 가능성도 증가시킨다.

차량의 통제 상실 문제에 대한 인간 공학적 해결책들은 여러 가지 방식으로 적용될 수 있다. 기본적으로, 운전자의 시야가 도로를 벗어나지 않도록 하는 하거나, (피로 등에 의해 야기된) 주의를 순간적 실패를 방지할 수 있는 것들이 유용할 것이다. 마찬가지로, 도로의 폭이 넓다면 차량의 통제 상실 가능성을 줄여줄 것이다. 예를 들어, 교통사고로 인한 사망 가

능성은 (도로 폭이 넓은) 고속도로 보다 (도로 폭이 좁은) 2 차선 지방 도로인 경우 거의 8 배 이상 높다는 연구도 있다(Evans, 1996).

운전 속도도 아주 중요한 변인이기 때문에, 곡선으로 된 도로인 경우 속도를 줄일 수 있도록 제한 속도를 변경하는 것이 도움이 될 것이다. 그러나 무엇보다 중요한 것은 빠른 운전 속도에 대한 자연스러운 피드백을 운전자들에게 제공해 줄 수 있는 피드백 장치들이다. 도로의 가장자리를 나타내는 가시적인 표식들은 운전자들이 차선을 유지하는데 도움을 줄 수 있고, 이것은 야간 운전에도 특히 유용하다. 또한 도로의 차선이나 도로 위에 직접 간혹들을 새겨(전자의 경우 터널 안에서, 후자의 경우 고속도로 톨게이트 직전에서 많이 볼 수 있다) 운전자들에게 차선을 침범했다거나 전방에 속도를 늦춰야 하는 대상(예를 들어, 벼랑이나 톨게이트)이 있다는 것을 청각적이고 촉각적으로 경고해 줄 수 있는 방안 등은 차선 유지나 운전 속도 제어에 대한 아주 좋은 피드백으로 작용한다(Godley, Fildes, & Triggs, 1997).

과 속

왜 사람들이 과속하는 것일까? 분명히 이것은 때로는 의식적으로 형성된 목표의 결과(예를 들어, 늦게 출발했기 때문에 제 시간에 목적지에 도착하기 위해서 서두른 결과)이다. 그러나 브레이크 조작 역량을 넘는 과도한 속도로 운전자들이 운전하게 하는 데는 또 다른 이유들도 있다(이순철, 2003; Evans, 1991, 1996; Summala, 1988; Wasielewski, 1984). 예를 들어, Wasielewski(1984)는 안전한 정지를 위해 권고되는 최소 차간 거리가 2초임에도 불구하고,

복잡한 고속도로에서 평균 차간 거리는 1.32 초라는 것을 발견하였다. 그와 같은 편파의 원천은 지각적인 것(예를 들어, 실제 운전 속도에 대한 과소평가일 수도 있고 인지적인 것(예를 들어, 차량을 정지시킬 수 있는 자신의 역량에 대한 과대 평가일 수도 있다. 예를 들어, 지각적 편파는 Eberts와 MacMillan(1985)의 연구에서 볼 수 있는데, 이 연구에서는 편파된 거리-크기의 판단 때문에(즉, 작은 차들은 실제보다 더 멀리 떨어져 있는 것으로 지각된다) 크기가 작은 차들에 대한 추돌 가능성이 더 크다는 것을 발견하였다.

실제와는 다른 외견상의 운전 속도감을 감소시켜주는 다른 요인들도 운전자들이 과속하도록 할 수 있다(Evans, 1991). 예를 들어, 엔진 소음이 더 작다거나(공대호, 이준범 및 이재식, 2005), 운전자들의 눈높이가 더 높다거나(이재식, 1996), 혹은 지면의 결들을 잘 볼 수 없는 경우에는 운전 속도감을 더 감소시킨다. 속도 순응도 중요한 역할을 한다. 고속도로와 같은 비교적 일정한 환경에서 장시간 운전한 운전자들은 자신의 운전 속도를 실제보다 더 낮게 평가하기 때문에, 고속도로를 빠져나가기 위한 출구 근처에서는 더 과속하는 경향을 보인다. 이와 대조적으로, 높은 속도감을 제공하는 지각적 착시를 만들어낼 수 있는 기법들은 운전자들이 속도를 낮추도록 하는데 사용될 수 있다. 스코틀랜드의 어느 한 원형 교차로 위에 직접 결의 폭이 다른 띠들을 제시함으로써 교통 사고수를 급격히 감소시켰던 Denton(1980)의 연구가 대표적인 예라 할 수 있다(Godley 등, 1997; Denton의 연구는 다음에 좀 더 자세하게 기술되어 있다).

운전자의 과속을 이끄는 데 지각적 편파만큼 중요한 역할을 하지만 좀처럼 수량화하기 어

려운 것은 인지적 편파(cognitive bias)이다. 그와 같은 편파들은 운전자들이 위험 요소들은 갑자기 출현하지는 않을 것이라는 것과, 만일 갑자기 출현한다 해도 자신이 충분히 차량을 정지시킬 수 있을 것이라는 과다확신감(overconfidence)에 의해 유도된다. 즉, 과다확신은 위험가능성(risk)에 대한 과소평가를 가져오는 것이다(Brown, Groeger, & Biehl, 1988; Summala, 1988).

심리학자들은 다양한 형태를 통해 나타나는 과다확신감을 확인하였는데, 예를 들어, 다른 “평균적인 운전자”들에 비해 자신은 교통사고에 휘말리지 않을 것이라는 운전자의 믿음 같은 것이다. 우리는 이러한 위험가능성 지각에서의 편파를 단순한 기대감의 효과에서도 원인을 찾을 수 있을 것이다. 즉, 실제 대부분의 운전자들은 전방에 나타난 장애물과의 충돌 경험이 없었기 때문에, 세상에 대한 그들의 정신 모형은 이러한 충돌 가능성을 매우 낮게 혹은 거의 불가능한 것으로 생각하게 할 수 있다는 것이다(Summala, 1988; Evans, 1991). 예를 들어, 일반적인 운전자들은 자신의 앞에서 달리고 있는 차량의 운전자가 브레이크를 갑자기(그리고 강하게) 밟을 것이라거나, 차들이 달리는 도로 위에서 어떤 차가 멈추어 있을 가능성은 거의 마음에 두고 있지 않다. 운전자의 과속 행동에 대한 심리학적 설명들은 이 순철(2003)의 우수한 연구 논문에 자세하게 기술되어 있다.

교통안전을 위한 시스템 설계

운전자들은 비교적 복잡한 중다 과제를 수행해야 한다. 뿐만 아니라 다양한 요인들에 의해 교통사고에 노출될 위험도 항상 존재한

다. 지금부터는 운전자를 보호하고 운전을 도울 수 있는 좀더 적극적인 노력에 대해 언급하고자 한다. 이러한 “적극적” 노력은 도로와 자동차 측면에 모두 적용 가능하다. 특히 이러한 시스템 설계를 통해 좀더 적극적으로 교통안전을 확보하고자 하는 노력들에 대해서는 기존의 심리학 영역에서 밝혀진 이론이나 연구결과가 그러한 시스템 설계에 어떻게 적용되었는지 집중적으로 기술할 것이다.

도로 설계

인간은 3차원의 세계를 항행하고 조작하는데, 대개 이러한 행위들은 매우 정확하고 자동적으로 이루어진다. 3차원 공간에서 우리 자신과 대상들 사이의 거리(그리고, 대상들 사이의 거리) 혹은 공간 속에서 우리 자신의 항행 속도를 판단하기 위해서는, 우리에게 사물들이 시간에 따라 어떻게 변화하는지를 알려 줄 수 있는 단서(cues)들이 요구된다. 이러한 단서들 중에는 인간의 시각각 체계의 생리적 구조와 연결 상태에 따라 본래부터 정해져 있는 것들도 있지만(예를 들어, 서로 다른 거리에 있는 대상에 초점을 맞추기 위한 안구 수정체의 조절, 하나의 이미지가 두 눈의 망막 위에서 일치하는 부위에 맺히도록 하는 안구의 수렴, 그리고 한 대상이 관찰자로부터 가깝게 위치해 있을수록, 각각의 안구에 의해 수용되는 대상의 모양의 상이한 정도에 따라 입체감을 경험하게 하는 양안 부등) 좀 더 멀리 떨어져 있는 대상이나 표면에 대한 깊이 거리의 판단은 때로는, “회화적(pictorial)” 단서들이라고 불리는 것에도 의존한다.

이러한 회화적 단서들에는 직선 조망(쭈뻏어있는 도로처럼 좀 더 먼 지점으로 뻗어 있

는 평행선들의 수렴), 상대적 크기(만일 두 개의 같은 크기를 갖는 대상들이 있다면, 더 작은 대상이 더 멀리 있을 것이라는 지식에 바탕을 둔 단서, 중첩(더 가까이 있는 대상들은 더 멀리 있는 대상들의 윤곽을 가리는 경향, 음영(3차원 대상들은 비춰지는 빛에 의해 그림자를 만들고, 자신들의 표면에도 밝은 부분과 어두운 부분을 차별적으로 만드는 경향), 그리고 표면결 구배(더 조밀한 표면결은 더 멀리 떨어져 있는 경험을 제공) 등이 포함된다. 이러한 단서들은 화가들이 그림에 깊이감을 주기 위해 사용하는 단서들의 종류이기 때문에 그렇게 불린다. 회화적 단서들은 과거 경험에 바탕을 두기 때문에, 하향 처리의 영향을 더 많이 갖는 경향이 있다.

이러한 단서들은, 모두 3차원 공간에서의 우리의 위치나 운동에 대한 매우 풍부한 감각을 제공해준다. 그러나 이러한 단서들에 의해 깊이 지각이 왜곡될 수 있다. 이러한 것은 때로는 위험한 상황에 이르기도 한다. 예를 들어, 야간에 혹은 표면결이 없는 눈 덮인 곳의 상공을 비행하는 조종사는 지상에 대해 자신의 위치가 어디인지 알려줄 수 있는 시각 단

서들을 갖고 있지 못하기 때문에, 좀더 정확한 비행 계기들에 의해 필요한 정보가 제공되어야 한다.

그러나 연구자들을 이러한 왜곡을 현명하게 이점으로 바꾸어 놓기도 한다. 이러한 사례가 스코틀랜드에 있는 어느 한 원형 교차로(traffic circle)의 재설계이다(Denton, 1980). 운전자들은 원형 교차로에 들어왔을 때, 과속을 하는 경향을 보였고, 그 결과 이 지점에서의 사고율이 매우 높았다. Denton은 그림 1에서 보이는 것처럼, 도로 위에 간격이 점점 더 좁혀지는 선들을 그려 놓음으로써, 운전자의 지각 시스템을 “속이는” 방식으로 이 문제에 대한 해결책을 제시하였다. 회전 로터리에 일정한 운전 속도(물론, 과속으로) 접근함에 따라, 운전자들은 자동차가 지나가는 표면결 흐름이 더 빨라지고 있다는(예를 들어, 가속되고 있다는 것을) 것을 경험할 것이다. 많은 지각적 측면들이 거의 자동적 방식으로 처리되기 때문에, 운전자들은 지각된 가속에 반응하기 위해 본능적으로 브레이크를 밟을 것이고, 그 결과 바람직한 안전 속도에 더 가까운 운전 속도로 달리게 만든다. 이것은 실제로 도로에 선을

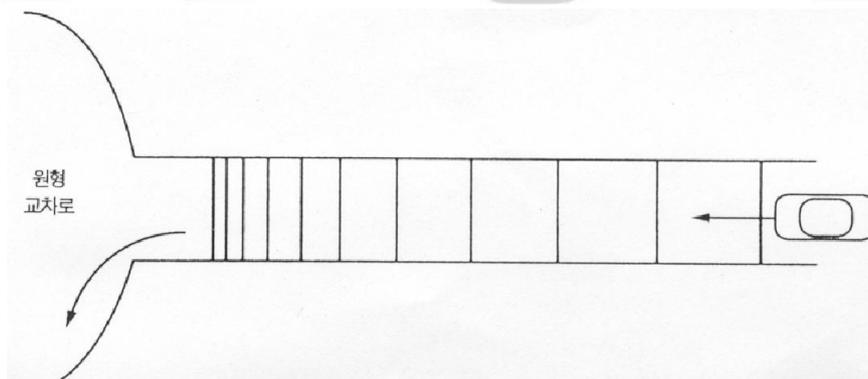


그림 1. 원형 교차로에 접근하는 자동차의 운전 속도를 줄이기 위해 Denton(1980)이 사용한 기법.

그러 놓은 다음에 운전 행동과 관련하여 관찰된 효과이며, 회전식 교차로에서의 사망 사고율을 상당히 줄였을 뿐만 아니라, 몇 년 동안이나 이 결과가 유지되었다.

자동차 안전장치 설계

사고를 미리 방지하는 노력 중 하나는 (사고 자체의 빈도를 감소시키는 것보다는) 사고 발생시 충돌의 효과를 감소시킬 수 있는 장치들(예를 들면, 안전벨트나 에어 백을 의무적으로 자동차에 장착하여 사용하도록 하는 것인데, 그와 같은 장치들의 효과에 대해서는 이미 잘 알려져 있다(Evans, 1996). 예를 들어, 안전벨트를 착용하지 않았을 때의 사망 가능성은 40 퍼센트 정도 증가하고(Evans, 1991), 반대로 에어백을 장착하면 사망 가능성을 약 40 퍼센트 정도 줄여주는 보호 효과를 갖는다(Status Report, 1995). 그러나 안전벨트와 같은 보호 장치들을 의무적으로 차량에 장착하는 것만으로는 그것들이 제대로 사용되리라는 보장은 물론 하지 못한다. 이에 따라 여러 나라에서는 안전벨트 착용을 의무화하고 있으며, 이러한 강제 규정으로 안전벨트 착용 비율의 증가뿐만 아니라 안전성의 향상도 가져온 것으로 보고되고 있다(Campbell 등, 1988).

마찬가지로, 오토바이 운전자들에 대한 통행 방법과 헬멧 착용에 대한 의무 규정을 통해서도 안전성이 많이 향상이 향상되었다(Evans, 1991). 차량에 대한 안전벨트 장착 의무와 운전자에 대한 안전벨트 착용 의무 조항의 도입으로, 미국 North Carolina의 경우 안전벨트 착용 비율이 25 퍼센트에서 74 퍼센트로 증가하였고, 사망률은 11.6 퍼센트, 그리고 중상률은 14.6 퍼센트 감소한 것으로 추정되고

있다(Reinfurt, Campbell, Stewart, & Stutts, 1990). “체찍” 보다는 “당근”을 사용했던 접근 방식에 대한 한 가지 흥미있는 연구는 교통 경찰관들이 무선적으로 안전벨트를 착용한 운전자들에게 현금이나 쿠폰과 같은 것으로 “보상”을 준다면, 그 지역에서 안전벨트를 착용하는 사람의 수의 비율이 증가할 뿐만 아니라 단순한 강제 수단보다는 그러한 행동이 더 오랫동안 유지될 수 있다는 발견하였다(Mortimer, Goldsteen, Armstrong, & Macrina, 1990).

도로 안전과 관련된 문제들을 해결하기 위해 자동차에 몇 가지 자동화된 요소들 예를 들어, 충돌 감시 장치, 자동차 항법 장치, 운전자 감시 장치 등이 구현될 수 있다. 이러한 시스템에 포함되어 있는 다양한 장치들의 개발은 많은 기술(technology)의 진보 여부에 달려 있다. 예를 들어, 자동 항행 보조 장치가 제어 역할을 다하기 위해서는, 자동차 안에 설치된 컴퓨터가 인공위성을 통한 전지구 위치 파악 시스템(global positioning system)이나 지능형 도로 센서들(이것은 도로에 설치되어 지나가는 자동차의 순간적 위치에 대한 정보를 제공해 준다)을 활용하여 움직이는 자동차의 현재 위치를 순간적으로 파악할 수 있는 능력이 있어야 한다. 또한 충돌 경고 시스템에는 선행 차량과의 접근 비율을 탐지할 수 있는 감지 장치들이 있어야 하고, 지능형 경로 안내 시스템에도 주변에 있는 도로의 상태에 대한 최근의 정보를 정확하게 알려줄 수 있는 장치가 요구된다.

공학심리학적 관점에서 고려해야 하는 중요한 측면 중의 하나는 운전자와 자동차의 상호 작용 방식이다. 즉 운전자와 자동차를 한 시스템 안에서 효율적으로 “연결” 지음으로써 양자간의 관계가 정립된다. 예를 들어, 자동차를

주어진 도로 상황에서 안전하고 효율적으로 운전하기 위해서는 정상적인 운전에서 이탈되는 모든 정보가 자동차의 계기판들을 통해 인간의 감각 기관에 전달될 수 있어야 하고, 이러한 이탈을 수정하기 위한 운전자의 노력이 다시 자동차에 전달되어야 한다.

추돌 경고/방지 시스템 자동차 사고 중에 가장 빈번한 것 중의 하나는 추돌 사고이다. 이러한 추돌 사고는 운전자의 부주의, 안전거리 미확보, 혹은 운전자의 속도 추정 능력에서의 결함과 같은 많은 요인들에 의해 발생한다(이재식, 2000). 이 때문에 운전 중 운전자에게 추돌의 위험을 알려주거나 선행 차량의 거동을 신속하고 정확하게 파악할 수 있는 보조수단이 개발되었다. 예를 들어 1983년 9월 1일 이후 만들어진 모든 미국 자동차에는 뒷 유리 중앙에 설치된 정지등(Center High Mounted Stop Lamps)을 부착하도록 하기도 하였다(그림 2). 이 시스템은 기본적으로 운전자의 일차적 주시 영역에 선행 차량의 정지등이 위치하게 함으로서 보다 빠르게 추돌 회피를 개시할 수 있도록 한 것이다. 이것은 추돌 사고가 발생했을 때의 사망자 수를 감소시켰을 뿐만 아니라(Digges, Nicholson, & Rouse, 1985), 추돌 사고가 50~60%까지 감소될 수 있음을 보여주었다(Kahane, 1989).

이러한 노력뿐만 아니라 좀더 적극적으로 운전자의 추돌 회피 행동을 도울 수 있는 시스템이 있는데, 차량내 추돌 방지 시스템(Front To Rear End Collision Avoidance System)이나 추돌 경고 시스템(Front To Rear End Collision Warning System)등이 여기에 해당한다. 차량내 추돌 방지 시스템과 추돌 경고 시스템은 그 개념상 약간의 차이가 있다. 즉, 전자의 경우



그림 2. Center High Mounted Stop Lamps

는 자동차가 앞 차와의 거리를 계산하여 위험 범위 안에 있을 때 자동차가 스스로 브레이크를 작동시키는 방식을 취하는 반면, 후자의 경우는 말 그대로 운전자에게 위험 상황을 경고만 해주고 차량의 통제는 운전자가 스스로 판단하여 하도록 한다. 이 두 가지 시스템의 효과성에 대해서는 아직 논란의 여지가 있지만, 전자의 경우 앞 차와의 거리를 계산하는 센서가 부정확할 경우, 실제로 위험하지 않은 상황에서 브레이크가 작동됨으로써 운전자를 당황하게 할 수 있다는 단점이 있다(따라서, 운전자들이 이렇게 자동화된 시스템에 대해 불신을 갖는 결과를 초래할 수 있다).

이러한 이유로 운전자에게 차량 통제의 선택을 주는 추돌 경고 시스템에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 예를 들어, Lee, McGehee, Dingus 및 Wilson(1997)과 이재식(2002)은 시각 추돌 경고 디스플레이와 청각 경고 디스플레이의 형태를 체계적으로 변화하여 운전자에게 제시한 후, 추돌 위험 가능 상황에서 운전자의 추돌 회피 효율성에 이러한 시스템이 얼마나 도움이 되는지 검토하였다. 이 연구들은 추돌 가능 상황에서 운전자에게 미리 경고해주는 것의 이점을 다양한 측면에서 보고하고

있다. 특히 이재식(2003)은 추돌 경고 시스템이 운전자의 추돌 회피 반응의 어느 측면에 더 많은 영향을 주고 궁극적으로 효율적인 추돌 회피 행동을 보이는데는 살펴보기 위하여, 운전자들이 최초로 추돌 회피 행동을 보이기 시작하는 시점과 추돌을 피하기 위해 최대의 노력이 실행되기까지의 시간을 비교하였다. 그 결과가 그림 3에 제시되어 있다. 그림 3에서 보이듯이 추돌 경고 시스템은 최대 추돌 회피 노력(즉, 최대 브레이크 입력)보다는 위험을 인식하고 추돌을 회피하기 위하여 최초로 보이는 반응(즉, 브레이크를 밟기 위해 액셀러레이터로부터 발을 떼는 것에 더 많은 영향을 준다는 것을 보여준다. 이러한 결과는 추돌 경고 시스템이 운전자가 주의를 더 빠르게 기울일 수 있게 하여 추돌 가능 상황에서 미리 대처할 수 있도록 하는 효과가 있음을 시사한다.

자동차 항법 시스템 운전과 관련된 정보의 유용성은 Ayland와 Bright(1991)에 의해 연구되

었다. 이 연구와 관련된 대부분의 발견들은 운전자들이 제시된 경로 변화의 이유를 알고자 했다는 것이다. 만약 자동차 항법 시스템이 운전자에게 정상적인 경로에서 이탈하라고 하거나, 익숙하지 않은 방향으로 방향 전환을 하라고 한다면 운전자는 “왼쪽으로 빠져나가라, 앞에 사고가 났음”과 같은 경로 변경의 이유에 대한 정보를 알기를 원한다. Bonsal과 Joint(1991)도 경로변경의 이유와 관련하여 똑같은 제안을 했다. 이 연구는 또한 정확한 정보의 필요성을 지적하였다. 특히 만약 시스템 사용자가 항법 시스템의 부정확성을 많이 경험했다면, 운전자들은 시스템에서 주는 정보에 의존하기보다는 가장 적절한 경로에 대한 운전자의 개인적 판단에 따르게 될 것이다.

자동차 항법 시스템을 통해 정보를 제시하는 것의 유용성뿐만 아니라 그러한 정보들의 가장 적합한 정보 제시 형태가 무엇인지에 대해서도 지금까지 많은 연구들이 수행되었다. 운전자는 항법 장치에서 제공되는 정보를 획득하고, 이해하며, 타당한 의사결정을 내려야

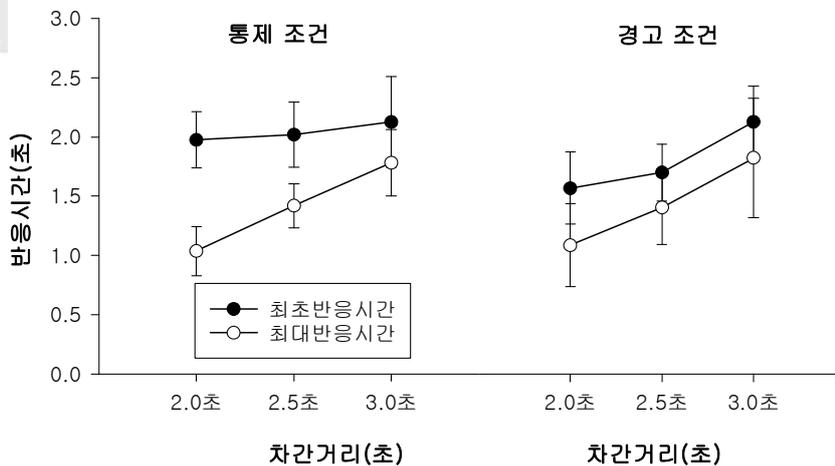


그림 3. 통제조건과 경고 조건에 따른 최초 추돌 회피 반응과 최대 추돌 회피 반응

하기 때문에, 항행 정보의 내용이 너무 많거나 복잡하여 운전자의 인지적 과부하를 초래한다면, 이는 운전 수행의 저하를 초래한다. 따라서 주어진 상황에서 반드시 필요하다고 여겨지는 항행 정보를 제외하고는 다른 항행 정보들의 제시를 가급적 제한한다. 문제는 어떤 정보들이 반드시 필요한 정보인지를 결정하는 것이다. 이러한 문제는 운전자의 운전 상황을 좀더 세밀하게 분석할 것을 요구하는데, 예를 들어, Streeter(1985)는 미리 정해진 길을 따라갈 때의 유용한 정보는 다음번에 회전(turn)해야 할 교차로의 지도, 교차로까지의 거리, 회전해야 하는 교차로의 이름, 그리고 어느 방향으로 돌아야 하는지에 관한 정보들을 포함할 것을 권장한다. 또한 Streeter(1985)는 운전하는 지역에 대한 운전자들의 친숙도에 따라서도 항행 정보의 제시 내용이 달라져야 한다고 주장하였는데, 예를 들어, 어느 지역에 익숙한 운전자들은 교차로에 관한 정보가 주어지는 것을 더 선호하는 반면, 그 지역에 익숙하지 못한 사람들은 교차로까지의 거리 정보를 더 선호한다.

자동차가 접근해 가고 있는 교차로에 대한 정보 이외에도, 앞으로 나타날 장애물이나 교통정체에 대해 아는 것 또한 잠재적으로 운전자에게 큰 도움이 된다(이러한 측면은 상황인식의 예측 요소와 직접적으로 관련된다). 그러한 정보들은 분명히 운전이라는 복합적인 과제를 더 안전하게 해 줄 수 있고, 많은 양의 운전자 정보 처리 용량을 요구하지 않고도 디스플레이 될 수 있다(Dingus, Antin, Hulse, & Wierwille, 1989). 정보는 또한 적시에 운전자에게 제공되어야 한다. 운전자가 어떤 정보에라도 반응하기 위해서는 충분한 시간이 있어야만 한다. 운전자가 정보를 듣거나 보는(혹은

듣기와 보기를 동시에 하는) 시간, 정보가 적절하지 아닌지를 판단하는 시간, 그리고 판단한 것을 행동에 옮길 시간이 필요하다. 즉, 대부분(95% 또는 99%)의 운전자들은 운전 환경 아래에서 반응할 충분한 시간을 가져야만 한다. 운전자가 정보를 처리하는 시간은 수행해야 하는 과제와 선택된 디스플레이 포맷의 유형 등과 같은 많은 요소들에 따라 달라진다. 자동차 항법 시스템이 운전자의 상황인식을 보조한다는 측면에서 다음과 같은 요소들이 고려되어야 할 것이다.

항법 시스템의 물리적 위치: 운전자의 시각적 주시: 운전 과제의 주요한 구성 요소는 운전자가 운전하고 있는 주위 환경을 시각적으로 주시(scanning)하여 차량을 적절하게 통제하는 것과, 또한 예기치 못한 일에 적절하게 반응하는 것들을 포함한다. 다행히 인간은 외부의 운동에 매우 민감하다. 주위에서 움직이고 있는 물체는 종종 즉각적으로 주의를 끈다. 실제로 전문가들이 주변시(peripheral vision)라고 생각하는 인간의 한 부분은 운전 과제에 있어서는 중심시(foveal vision) 만큼이나 중요하다(Dingus 등, 1989).

앞서 고찰한 것들을 가정해 보면, 정보 디스플레이의 위치는 중요한 것이 된다. 잘 설계된 디스플레이 시스템에서조차 정보는 비교적 많은 양의 주의를 필요로 한다. 따라서 만약 디스플레이가 시각장(field of view)을 벗어나서 위치한다면, 운전자의 주변시도 차량 앞쪽의 예기치 못한 움직임을 탐지하는 데 효과적으로 사용될 수 없다. 시각장 앞쪽으로 멀리 떨어지게 디스플레이를 배치하는 것의 또 다른 문제는 전환시간(switching time)이 증가하는 것이다. 전형적인 운전자의 시각 검색 행동

(visual monitoring behavior)은 도로와 디스플레이 사이를 번갈아 주시하는 것으로 특징 지워지는데, 이것을 흔히 전환(switching)이라 한다. Dingus 등(1989)은 대부분의 자동차 과제가 수행되는 동안, 전환이 매 1.0-1.5초마다 발생한다는 것을 알아냈다. 디스플레이가 도로에서 멀리 떨어져 있으면 있을수록, 전환은 더 길어지며 운전 중에 있는 도로에 더 짧은 시간이 투자될 수 있다(Weintraud, Haines 및 Randle, 1985). 국내에서 초기에 도입된 항법 시스템은 운전석 대쉬보드의 하단에 설치되어 있었는데, 이는 앞에서 말한 시각적 전환 시간의 증가를 초래하여 결과적으로 안전한 운전을 방해했을 것이다(물론 현재는 많은 시스템들이 운전자를 중심으로 차량 대쉬보드의 우측 상단에 부착되는 것이 일반적이다).

자동차 설계자들은 운전자들이 고개를 숙여 대쉬보드를 주시하지 않고도 속도계와 같은 정보를 얻을 수 있게 하는 헤드업 디스플레이(head-up displays: HUD)의 사용을 제안하기도 하였다(그림 4; Kaptein, 1994; Kiefer, 1995; Kiefer & Gellatly, 1996; Sojourner & Antin, 1990). 운전자들의 시각적 주시 활동에 대한 측정치들은 정보가 HUD 상에 제시된 경우 주사에 요구되는 시간이 더 짧았을 뿐만 아니라(Kiefer, 1995), 주변시에서 발생하는 사상(event)에 대한 반응 시간도 더 빨랐음을 보여 주었다(Srinivasan & Jovanis, 1997). HUD를 사용할 경우 차선 유지나 속도 유지와 같은 수행들도 더 나아진다는 증거도 있다(Kiefer, 1995; Kaptein, 1994).

그러나, 도로 위에 있는 위험 요소들이 HUD상에 제시된 정보들에 의해 차폐되는 경우에 생기는 위험성 때문에 HUD에 의한 주시 감소의 이득이 상쇄될 수 있다. 만일 HUD 상에 제시된 이미지가 디지털형 속도계와 같



그림 4. 자동차 헤드업 디스플레이의 일례

이 비교적 단순한 형태라면 그러한 차폐는 크게 문제되지 않을 것이지만(Kiefer & Gellatly, 1996), 헤드업 디스플레이 상에 더 복잡한 이미지를 제시하고자 할수록 이러한 차폐의 문제는 매우 심각해 질 수 있다.

디스플레이 정보량: 작업기억 부담과 예측: 항법 장치의 설계에서 어떤 형태로 정보를 제시할 것인지를 결정하기 앞서 기본적으로 충족되어야 할 전제 조건은 정보 제시의 형태와 상관없이 정보 디스플레이에 제시되는 모든 정보는 한 눈에 알아볼 수 있도록 설계되어야만 한다는 것이다. 또한 디스플레이는 운전자의 주의를 분산시켜서는 안 된다(Lunenfeld, 1989). 시각 디스플레이에서 제시되는 정보를 획득하기 위해 요구되는 주의의 양을 생각해 보면, 전체적인 경로가 모두 포함된 지도 형태로 제시될 때 보다는 회전해야 하거나 지나쳐야 하는 각각의 교차로만을(turn-by-turn) 제시한 형태가 일반적으로 운전자의 주의를 덜 요구한다. 왜냐하면 디스플레이에서 각각의 교차로는 단순화된 일종의 그림 형태로 제시되며, 여기에는 단지 회전해야 하는 도로의 방향, 회전해야 할 지점까지의

거리, 그리고 회전해야 할 지점의 거리 이름만이 포함되기 때문이다.

그러나 전체적인 경로에 대한 정보를 디스플레이해 주는 데는 몇 가지 이점들도 있다. 한 가지 이점은 운전자가 항행해야 할 경로에 대해 사전 검토할 수 있는 기회를 제공한다는 점이다. 비록 운전 중에 있다고 하여도 운전자의 주의력을 별로 요구하지 않는 운전 상황이 있을 수 있으며, 이러한 운전 상황에서 운전자는 바로 다음에 발생할 일에 대한 정보 이외에 더 먼 지점에 대한 정보를 통해 앞으로 취해야 할 책략들을 미리 계획할 수 있는 기회를 갖는다. 미리 항행할 지점들에 대한 정보를 갖는 것은 실제 일상생활에서 있음직한 일(예를 들어, 우리는 친숙하지 않은 먼 곳을 가기 위해 미리 지도를 보고 여행 계획을 설정한다)인 동시에 합리적인 것이다. 또한 항행 경로가 복잡할 경우의 이러한 사전 정보는 운전자가 어떠한 책략으로 경로를 결정하고 항행할 것인가에 대해 여러 가지 가능성을 제시해 줄 수 있으며, 그만큼 운전자의 선택 폭이 증가하게 된다.

전체적인 경로정보가 제공하는 두 번째 이점은 운전자의 운전 속도가 빠르거나 신속하게 방향 전환이나 차선 변경이 요구되는, 즉, 주요 방향 전환 지점들이 물리적으로 매우 근접해 있을 때, 운전자들의 빠른 운전 책략 설정을 도와준다. 실제 운전할 때, 두 번(혹은 그 이상)의 빠른 방향 회전이 필요한 상황들은 많다. 앞에서 언급한 각각의 교차로 지점에 대한 상징적 디스플레이의 경우에는 두 번째 방향 회전을 위한 정보가 너무 빨리 나와서(혹은 운전 수행을 위한 운전자 주의가 많이 요구되는 상황이어서), 두 번째 책략을 안전하게 수행하지 못할 수도 있다. 그러나 경

로지도의 경우에는 그러한 가능성에 대해 미리 계획하고 대비할 수 있게 한다(Dingus & Hulse, 1990).

자동차 항법 시스템은 어찌되었건 운전자가 운전 과제를 수행하는데 필요한 정보를 최적의 상태로, 그리고 적시에 제공해 줌으로써 운전자의 상황인식을 보조해 주어야 한다. 도로의 복잡성, 운전자의 운전 속도, 그리고 운전자의 작업 부하량 등이 전체 지도와 부분 지도 중 어느 것이 선택되어야 하는지를 결정할 것이다. 그러나 본 연구자는 전체 지도를 제시할 것인지 아니면 부분 지도를 제시할 것인지의 이분법적 선택보다는 이 두 가지 형태가 한 화면에 동시에 제시될 수 있도록 하는 또 다른 방식을 제안하고자 한다.

이러한 방식은 흔히 시각 타성(visual momentum)이라는 인간의 시각적 주시 특성과 밀접한 관계가 있으며, 또한 현재 사용되고 있는 방식이기도 하다. 예를 들어, 일반적인 지도를 보면 전체 지역에 대한 지도 옆에 중점적으로 자세한 내용이 요구되는 부분은 따로 확대하여 제시하는 방식이 여기에 해당한다. 이러한 이중 지도 축척을 이용한 항법 시스템의 예가 그림 5에 제시되어 있다. 이러한 지도 제시



그림 5. 시각 타성을 이용하여 전체 지도와 부분 지도가 함께 제시되는 복합(이중) 지도

방식의 경우 운전자는 먼 지역에 대한 전반적인 상황인식뿐만 아니라 현재 주행 중인 지역에 대한 상황인식과 함께 곧바로 수행해야 하는 과제(예를 들면 교차로에서의 회전)에 대한 예측을 미리 할 수 있을 것이다.

항행 방향과 디스플레이의 방향: 심적 회전: 운전자의 상황인식과 관련된 경로 지도 디스플레이 형태의 선택에서 고려해야 하는 또 다른 측면은 항행 방향을 어떻게 제시하여 줄 것인가 하는 문제이다. 예를 들어 차가 움직이고 있는 방향을 디스플레이에서 항상 위쪽으로 하든지(head-up), 아니면 일반적인 지도에서 그러한 것처럼 북쪽을 항상 위쪽 방향(north-up)으로 하는 것이다. 진행방향을 위쪽으로 하는 것과 북쪽을 위쪽으로 하는 것과 관련된 가장 중요한 문제는 디스플레이 상에 제시된 정보의 어느 형태가 운전자의 더 빠르고 정확한 해석을 유도하는가 하는 문제일 것이다. 그림 6은 이 두 가지 유형의 전자 지도를 예시해 주고 있다.

운전자 상황인식의 관점에서 두 종류의 경로 제시 방법은 각각 장단점을 갖고 있다. 우선 진행 방향과 상관없이 디스플레이의 위쪽이 항상 북쪽을 가리키도록 제시한다면, 남쪽으로 운전하고 있는 운전자는 제시된 지도를 마음속으로 180도 회전시켜서 이해해야 한다. 이 경우 요구되는 부가적인 과제(즉, 지도의 정신적 회전)가 더 많은 주의와 정보 처리 시간을 요구하고, 또한 전반적으로 더 많은 실수를 야기시킨다(Dingus & Hulse, 1990).

이러한 연구 결과는 심리학 영역에서 이미 오래전에 입증된 사실이다. 예를 들어, Cooper와 Shephard(1973)는 수직으로부터 각도를 달리 하여 회전시킨 형태를 갖는 낱자 자극들을 사



[고정모드]



[회전모드]

그림 6. 방위가 고정된 지도(고정모드)와 운전자의 진행 방향에 따라 방위가 회전하는 지도(회전모드)의 예시

용하여 심적 회전(mental rotation)에 따른 피험자들의 수행을 비교하였다. 피험자들은 낱자 자극들 중 하나를 제시받고 그 자극이 정상인지 뒤집어진 'R'인지를 판단해야 했다. 그 결과 수직으로부터 방향 이탈의 함수로서 낱자가 정상인지를 판단하는데 걸린 시간은 수직에서 180도로 이탈함에 따라 증가하였다. 이 결과는 자극이 화면상 수직까지 회전된 다음 그것이 정상인지 뒤집어진 것인지 판단하기까지 심적 회전 과정이 일어남을 시사한다.

반면 북쪽이 위쪽인 지도의 제시가 주는 한 가지 이점은 자동차의 진행 방향에 따라 일일이 항행 정보를 회전시키지 않아도 된다는 점이다. 즉, 차가 움직이는 방향의 변화에 관계없이 디스플레이의 위쪽을 항상 북쪽을 가리키도록 제시해 주기만 하면 되고, 이러한 제시방법은 항법 시스템의 설계에 노력과 비용

을 절감시켜 줄 수 있다. 이에 비해 진행 방향을 항상 위쪽으로 유지시켜야 하는 제시 형태는 계속적으로 지도의 방향이(운전하는 방향에 따라) 회전해야만 한다. 즉, 이러한 회전을 지원하는 별도의 알고리즘과 자동차의 위치와 진행 방향을 파악하는 탐지 시스템이 더 필요하게 된다. 자주 회전되는 시각적인 디스플레이의 제시는 다소 주의를 분산시킬 수 있다. 따라서 운전자의 마음속으로 지도를 회전하는 것과 실제 디스플레이 상에서 지도를 회전시켜 주는 것의 상대적인 이점을 결정하는 것이 필요하다.

운전자의 시각적 주의를 움직이는 디스플레이가 고정된 것에 비해 운전자의 시각적 주의를 더 많이 분산시킨다면, 움직이는 디스플레이는 앞에서 언급한 장점에도 불구하고 운전자의 안전한 운전이란 측면에서 고정된 디스플레이에 비해 열등하다고 단정지을 수 있을까? 필자의 생각을 결론적으로 말하면 만드시 그렇지 않다는 것이다. 왜냐하면 운전자들은 특정한 시점과 상황에서 자신들에게 주어진 주의 부담에 정도에 따라 적절히 주의를 분산시키거나 운전 수행의 변화를 통해 주어진 상황에 적응하는 경향을 보이기 때문이다. 주의 부담이 많은 운전 상황에서 운전 속도를 낮추는 경향이 바로 운전 수행의 변화를 통한 주의 부담에 대한 적응의 좋은 예이다. 항법 시스템과의 상호 과정 중에 발생하는 시각적 주시 패턴에서도 이러한 적응 과정을 볼 수 있는 증거는 Dingus 등(1988)에서 찾을 수 있다. Dingus 등(1988)은 운전과제 이외에 부가적인 과제의 수행 요구가 있을 때, 운전자들은 증가된 인지 부담에 적응하기 위해 시각적 주시 행동을 변화시킴으로써 새로운 운전 상황에 적응할 수 있다는 것을 밝혔다. 예를 들어, 운

전자들이 운전 중에 도로 중앙을 주시하는 확률은 복잡하지 않은 교통 상황에서는 0.51이었던 반면, 복잡한 교통 상황에서는 0.61로 증가하였다. 이러한 행동의 변화는 움직이는 지도 시스템의 도입에 의한 시각적 주시 패턴의 변화에도 일어나며, 움직이는 디스플레이의 사용으로 어느 정도의 주의 분산이 실제로 발생하지만, 만약 어떤 운전 상황에서 도로에 더 많은 시각적 주의를 기울이기를 요구한다면 운전자들은 분명히(적어도 어느 정도는) 움직이는 디스플레이들에 대한 시각적 주시의 양을 감소시킬 수 있다.

항법 장치의 청각적 요소: 주의 자원 분할: 대부분의 항법 시스템들은 시각 디스플레이와 함께 음성에 근거한 시스템들을 포함하는 청각 디스플레이를 같이 사용하고 있다. 청각적 정보의 제시 형태는(즉, 자동차의 문이 제대로 닫히지 않았을 때 들리는 경고음과 같은) 의미가 포함되지 않은 단순한 소리음으로부터(항법 장치에서 제시되는 “500 미터 앞에서 왼쪽으로 회전하십시오”)와 같은 명령이나 (“현재 엔진이 과열되었습니다”)와 같은 상태를 나타내는 유의미한 언어 정보에 이르기까지 다양하다. 언어적인 청각 정보인 경우, 실제 사람의 목소리(즉, 자연어)를 미리 데이터 베이스에 녹음하여 저장한 후 필요에 따라 인출하여 운전자에게 제시하기도 하고, 기계적인 합성어(예를 들어, 전화번호 안내처럼)의 형태로 제시되기도 한다.

Walker 와 Brockelsby(1991)는 청각적 항행 시스템을 사용한 운전자들이 시각적 항행 시스템을 사용한 운전자들보다 더 안전하게 운전한다고 보고했다. 시각적 시스템을 사용한 피험자들은 계기판의 변화들을 더 많이 놓치거

나, 반응시간이 더 길었으며, 또한 더 느리게 운전했다. Labiale(1990)의 연구에서는 운전자에게 시각적으로 항행 정보를 제시하는 것과 청각적으로 항행 정보를 제시하는 했을 때의 인지 부하 차이를 평가했는데, 그의 연구 결과는 항행 정보가 시각적으로 제시될 때보다 청각적으로 제시될 때 인지 부하가 더 낮았음을 보여 주었다. 또한 운전자의 인지적 부하의 정도와 관련하여 운전자들에게 어떤 시스템이 운전을 방해하지 않고 더 안전하게 느껴지는지를 선택하게 했을 때, 운전자들은 시각 정보 시스템에 비해 청각 정보 시스템이 더 안전한 시스템이라고 평정하였다.

시각적 디스플레이를 능가하는 청각 시스템의 명백한 이점들에도 불구하고, Dingus와 Hulse(1990)는 청각 정보의 제시가 운전자의 주의와 정보 처리 부하에 관한 모든 문제의 해결책은 될 수 없다고 지적한다. 예를 들어, 진행 방향에 있는 교차로에 대해 일일이 말로 운전자에게 설명해 줘야 하는 경우를 설정해보자. 교차로의 이름, 회전해야 하는 방향, 회전하는 지점까지의 거리 등의 운전자가 필요로 하는 정보들을 제공하기 위한 언어적 디스플레이는 짧은 시간 안에 많은 메시지의 제공을 필요로 하게 된다. 또한 그러한 메시지는 시각적인 정보의 제공에 비해 단순화되거나 명세화될 수 없다. 예를 들어, 시각적 디스플레이에서 텍스트를 이용한 정보의 제공보다 심벌을 이용한 정보의 제공은 더 간단하면서 동시에 명료하다. 메시지의 단순성이나 명료함이 감소함에 따라 청각적 메시지를 처리하는 데 요구되는 부하는 증가한다.

청각 자극들은 시각 자극과는 달리 운전자들에게 어느 방향에서나 제시될 수 있는 특성, 즉 전방향적(omni-directional) 특성을 가지고 있

을 뿐만 아니라, 시각적 주의처럼 정보의 선택을 위한 특별한 행동(예를 들어 시각적 주사)이 필요하지 않다. 이러한 특성은 청각적 정보들을 위급한 상황에서의 경고 신호로 사용되거나 혹은 시각적으로 제시해야 하는 정보들에 시선을 유도하는 하나의 안내자로서 사용되는 것이 바람직하도록 만들어 준다.

청각 정보의 또 다른 이점은 시각적 정보에 비해 운전자들이 메시지의 내용을 더 잘 기억하며 복잡하지만 반복적으로 제시되는 청각적 정보에 대한 반응 시간이 시각적 정보에 비해 점차 빨라진다는 것이다. 예를 들어, Mollenhauer, Lee, Cho, Hulse, 그리고 Dingus(1994)는 운전 시뮬레이션을 이용한 항법 장치에서의 정보 제공 양식(즉, 시각 vs. 청각)의 상대적 장단점을 비교한 연구에서, 운전자들은 시각적 정보보다는 청각적으로 제시된 정보들을 더 잘 기억하고 회상해내는 것을 관찰하였다. 또한 Lee, Dingus, Mollenhauer, 그리고 Brown(1995)은 청각적 메시지에 대한 반응 시간은 같은 메시지가 반복됨에 따라 청각 메시지의 내용이 복잡하고 비교적 긴 문장이더라도 시각적 정보보다 정보처리가 빨라진다는 것을 보여 주었다. 이러한 연구 결과들은 청각적 항행 정보의 제공이 운전자의 경험과 운전 상황에 따라서 시각적 항행 정보보다 더 유용할 수 있다는 것을 시사한다.

결 론

차량의 운전은 매우 위험스럽게 수행되어지는 과제이다. 또한 자동차 사고의 원인도 매우 다양하며 이에 따라 교통사고를 줄이고 교통안전을 확보하기 위한 접근 방식도 다양하다. 본 논문에서는 교통안전을 위한 이러한

다양한 접근 방식 중에서 공학적 개입에 대해 주로 논의하였다. 인간 운전자를 보조하여 사고를 방지하고 보다 안전한 운전을 가능하게 하는 공학 기술의 적용은 앞으로도 많이 이루어질 것으로 전망된다.

여기에서 특히 강조하고자 하는 것은 교통 안전에 대한 이러한 공학적 개입은 운전자의 심리적 속성에 대한 이해에 바탕을 둔 인간-중심적 설계의 범위 안에서 이루어져야 한다는 것이다. 이 때문에 다양한 시각에서 인간 행동을 이해할 수 있는 심리학자들의 노력이 필수적이다. 예를 들어, 자동차에 구현되는 자동화 장치들의 도입은 자동화된 시스템에 대한 사용자의 신뢰나 지나친 안심감의 문제를 고려하여 이루어져야 한다(Stanton & Marsden, 1996). 실제로, 자동화된 제동 장치와 관련된 한 연구에서 Young과 Stanton(1997)은 많은 운전자들이 추돌을 방지하기에는 너무 느리게 반응하여 자동화된 브레이크가 제대로 작동하지 못하는 것을 관찰한 바 있다. 자동화된 장치들에 대한 지나친 신뢰나 안심감 때문에 이러한 장치가 갖는 전체적 효과가 상쇄되는 것은 아닌지, 그리고 자동화된 시스템들의 신뢰도가 매우 높은 것 자체가 지나친 안심감을 더 많이 유도할 가능성은 없는지 신중히 고려해야 할 것이다.

또한 항법 장치를 통해 이차적 정보를 제공해 주고자 할 경우, 운전자들이 자동차 안에서 제시되는 중요한 정보들을 처리해감에 따라 운전자의 주의를 일차적 시각 주의 영역을 벗어나 자동차 안으로 더욱 집중될 위험성이 있다는 문제(Dingus 등, 1988; Lee 등, 1997)는 자동차에 시스템을 구현하고자 할 때 운전자의 정보처리 특성에 대한 좀더 광범위한 지식을 바탕으로 이루어져야 한다는 것을 시사한

다. 따라서 심리학 영역에서 이미 발견한 인간의 정보처리 특성들이 이러한 시스템 설계에 다양한 측면에서 응용될 수 있을 것이다.

더구나 연구자들에 따라서는 공학적 개입보다 좀더 추상적인 수준의 심리적 속성을 더 강조하기도 한다. 예를 들어, Evans(1991)는 다양한 교통-안전 향상 프로그램들과 사고 통계치들, 그리고 안전을 위한 개입 방안들(safety intervention)을 모두 포괄적으로 개관한 후, 안전 운전에 도움을 줄 수 있는 최상의 방법이 무엇인지 확인해 보고자 하였다. 그의 결론을 한마디로 요약하면 사고 방지를 위한 장치 개발과 같은 공학적인 개입보다는 안전에 대한 태도 변화와 같은 사람에 대한 개입이 더 효과적이라는 것이다. 이러한 결론은 사고 방지를 위한 여러 해결책들의 상대적 효과성에 대한 판단에도 근거하고 있다. 예를 들어 음주 운전으로 인한 높은 사고 위험의 가능성과 자신의 과속 운전에 의해 무고한 다른 사람들을 희생시킬 수 있다는 사실을 강조함으로써 운전자들이 스스로 음주 운전이나 과속 운전을 하지 않도록 하는 사회적 규범을 확립하는 것이 교통안전의 향상에 매우 효과적인 방법일 수 있다.

마지막으로, 자동차 기술의 발달로 운전자를 사고로부터 보호할 수 있는 차량내 안전장치들에 대한 공학적 설계는 비교적 적극적으로 이루어지고 있는 반면, 운전자의 안전 운전에 매우 중요한 요소인 도로 설계나 도로 표시, 교통 표지판 등은 아직 여러 측면에서 미흡하다고 판단된다. 모든 운전자들이 자동차에 구현된 추돌 경고 시스템이나 항법 시스템의 도움을 받는 것이 아니고 시스템에 따라서 운전자의 주의를 분산시키는 역효과를 가질 수 있다는 점을 감안하면 보다 자연스러운

“운전 정보 제공 시스템”인 도로 자체나 각종의 도로 표지 설계에도 심리학자들의 연구 결과가 충분히 반영될 수 있는 방안이 모색되어야 할 것이다.

참고문헌

- 공대호, 이준범, 이재식 (2005). 운전 중 실내 소음의 유형 및 강도에 따른 주관적 속도감에 관한 연구, 한국심리학회지: 사회문제, 11, 31-46.
- 이순철 (2003). 과속운전의 행동배경과 형성과정에 미치는 사회심리적 요인, 한국심리학회지: 사회문제, 9, 특집호, 57-73.
- 이재식 (1996). 운전자의 속도통제와 정보처리에서의 인간요인: 운전자의 눈높이와 인지 부하의 효과, 한국심리학회지: 실험 및 인지, 8, 345-366.
- 이재식 (2000). 운전 시뮬레이션을 이용한 운전자의 추돌 회피 행동에 관한 연구, 한국심리학회지: 산업 및 조직, 13, 53-73.
- 이재식 (2002). 추돌 경고시스템의 정보 제공 방식에 따른 운전자의 추돌 회피 행동 및 주관적 평가에 관한 연구, 한국심리학회지: 산업 및 조직, 15, 125-146.
- 이재식 (2003). 운전 시뮬레이션을 이용한 추돌상황 재현 및 차량내 추돌 경고 시스템의 효과에 관한 연구, 한국심리학회지: 산업 및 조직, 16, 33-56.
- Ayland, N., & Bright, J. (1991). *Real-time responses to in-vehicle intelligent vehicle-highway system technologies: A European evaluation*. Transportation Research Record No. 1318. Washington, DC: National Research Council.
- Bonsall, P. W., & Joint, M. (1991). Driver compliance with route guidance advice: The evidence and its implications. In *Vehicle Navigation and Information Systems Conference Proceedings*, 47-59. Dearborn, MI.
- Brown, I. D., Groeger, J. A., and Biehl, B. (1988). Is driver training contributing enough towards road safety? In J. A. Rothergatter, and R. A. de Bruin (eds.), *Road users and traffic safety* (pp. 135-156). Assen/Maastricht, Netherlands: Van Corcum.
- Campbell, B. J., Stewart, J. R., and Campbell, F. A. (1988). *Changes with death and injury associated with safety belt laws 1985-1987* (Report HSRC-A138). Chapel Hill, NC: University of North Carolina Highway Safety Res. Ctr.
- Cooper, L. A., & Shephard, R. N., (1973). Chronometric studies of rotation of mental images. In Chase, W. G., *Visual Information Processing*. New York: Academic Press
- Denton, G. G. (1980). The influence of visual pattern on perceived speed. *Perception*, 9, 393-402.
- Digges, K. Nicholson, R., & Rouse, E. (1985). *The technical base for center high mounted stop lamp*. Report 851240, SAE. Annapolis, MD.
- Dingus, T. A., & Hulse, M. C. (1990). *Preliminary human factors test and evaluation of the TravTek and highway driver's assistant conceptual designs*. (submitted to General Motors) Moscow, ID: Human Factors Research Institute, University of Idaho
- Dingus, T. A., Antin, J. F, Hulse, M. C., and Wierwille, W. (1988). Human factors issues associated with in-car navigation system

- usage. *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Human Factors Society* (pp. 1448-1453). Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- Dingus, T. A., Antin, J. F., Hulse, M. C., & Wierwille, W. W. (1989). Attentional demand requirements of an automobile moving-map navigation system. *Transportation Research*, 23A, 301-315.
- Eberts, R. E., and MacMillan, A. G. (1985). Misperception of small cars. In R.E. Eberts and C. G. Eberts(eds.). *Trends in Ergonomics/Human Factors II* (pp. 33-39). North Holland, The Netherlands: Elsevier Science Publishers, B.V.
- Evans, L. (1991). *Traffic Safety and the Driver*. New York: Van Nostrand.
- Evans, L. (1996). A crash course in traffic safety. *1997 Medical and Health Annual*, Chicago: Encyclopedia Britannica.
- Godley, S., Fildes, B. N., and Triggs, T. J. (1997). Perceptual counter measures to speeding. In D. Harris (ed.), *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. London England: Ashgate.
- Kahane, C. J. (1989). *An evaluation of center high mounted stop lamps based on 1987 data*(DOT HS 807 442). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Kaptein, N. A. (1994). *Benefits of in-car head-up displays*(Technical report #TNO-TM 1994 B-20). Soesterberg, The Netherlands: TNO Human Factors Research Institute.
- Kiefer, R. and Gellatly, A. W. (1996). *Quantifying the consequences of the "Eyes on the Road" benefit attributed to Head Up Displays*. Society of Automotive Engineers Publication 960946. Warrendale, PA: Society for Automotive Engineers.
- Kiefer, R. J. (1995). Defining the HUD benefit time window.", In *Vision in vehicle VI Conference*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.
- Labiale, G. (1990). In-car road information: Comparison of auditory and visual presentation. In *Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting*, 623-627. Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- Lee, J., Dingus, T. A., Mollenhauer, M. A., & Brown, T. (1995). *Commercial vehicle operators (CVOs) driver fatigue and complex in-vehicle information systems*, Technical Report submitted to NHATSA, U.S. DOT. The University of Iowa, CCAD & IDS.
- Lee, J., McGehee, D. V., Dingus, T. A., & Wilson, T. (1998). Collision avoiding behavior of unalerted driver using a front-to-rear-end collision warning display on the Iowa driving simulator. *Transportation Research Record*, 1573, 1-7.
- Lunenfeld, H. (1989). Human factor considerations of motorist navigation and information systems. In *Vehicle Navigation and Information Systems Conference Proceedings*, 35-42. Toronto, Ontario, Canada.
- Mollenhauer, M. A., Lee, J., Cho, K., Hulse, M. C. & Dingus, T. A. 1994. The effects of visual and auditory display on in-vehicle signing and information system. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting*, Nashville, Tennessee. p.

- 1072-1076.
- Mortimer, R. G., Goldstein, K., Armstrong, R. W., and Macrina, D.(1990). Effects of incentives and enforcement on the use of seat belts by drivers. *Journal of Safety Research*, 21, 25-37.
- Reinfurt D. W., Campbell, B. J., Stewart, J. R., and Stutts, J. C. (1990). Evaluating the North Carolina safety belt wearing law. *Accident Analysis & Prevention*, 22, 197-210.
- Sojourner, R. J., and Antin, J. F. (1990). The effect of a simulated head-up display speed meter on perceptual task performance, *Human Factors*, 32, 329-340.
- Srinivasan, R. and Jovanis, P. P. (1997). Effect of selected in-vehicle route guidance systems on driver reaction times. *Human Factors*, 39, 200-215.
- Stanton, N. A., and Marsden, P. (1996). From fly-by-wire to drive-by-wire: Safety implications of automation in vehicles. *Safety Science*, 24, 35-49.
- Status Report (March 18, 1995). Airbags Save Lives. 30 #3. Arlington, VA: Insurance Institute for Highway safety.
- Streeter, L. A. (1985). *Interface considerations in the design of an electronic navigator*. Auto Carta.
- Summala, H. (1988). Zero-Risk theory of driver behaviour. *Ergonomics*, 31, 491-506.
- Walker, C. M., & Brockelsby, W. K. (1991). Automatic vehicle identification (AVI) technology design considerations for highway applications. *IEEE*, 805-811.
- Wasielewski, P. (1984). Speed as a measure of driver risk: Observed speeds versus driver and vehicle characteristics. *Accident Analysis and Prevention*, 16, 89-103.
- Weintraub, D. J., Haines, R. F., & Randle, R. J. (1985). Head-up display (HUD) utility. II. Runway to HUD transition monitoring eye focus and decision times. *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Human Factors Society*, 615-619. Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- Young, M.,and Stanton, N.(1997). Automotive automation: Effects, problems and implications for driver mental workload. In D. Harris (ed.), *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*. London, UK: Ashgate.

1차원고 접수: 2005. 8. 17
최종게재결정: 2005. 9. 22

Perspective of Engineering Psychology on Traffic Safety

Jaesik Lee

Department of Psychology, Pusan National University

In the present paper, two major sources of traffic accident(loss of vehicle control and speeding) were described in terms of driver's information-processing. Also, several guidelines for designing driver-aid systems such as front-to-rear-end collision warning system and in-vehicle navigation system as well as road configuration were considered based on the psychological research findings. For example, careful implementation of pictorial cues(in particular, texture gradient) can be used in designing road to prevent driver from speeding. Similarly, visual or auditory warnings can prepare the drivers for avoiding collision. Other research findings related to information-processing characteristics of drivers(i.e., visual scanning pattern, workload, ability of anticipation, mental rotation, and resource allocation) can also be applied to designing in-vehicle navigation system.

Keywords: traffic safety, road accident, road design, front-to-rear-end collision warning system, in-vehicle navigation system