
운전중 전자기기 사용유형에 따른 추돌경고 형태의 차별적 효과

이세원* · 이재식*

Differential Effectiveness of In-Vehicle Front-to-Rear-End Collision Warnings
when Drivers Using Various Electronic Devices during Driving

Se-Won Lee* · Jae-Sik Lee*

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음

요 약

본 연구는 다양한 전자기기 사용 유형이 추돌 가능상황에서 운전자의 추돌회피 행동에 대해 어떠한 효과를 갖는지 상대적으로 평가하고, 이러한 추돌 가능 상황에서 운전자의 추돌 회피를 위한 가장 효과적인 추돌 경고 형태가 무엇인지 검토하는 것을 목적으로 수행되었다. 선행차량과의 추돌비율과 추돌회피를 위한 최초의 반응시간을 종속 측정치로 사용하여 분석한 결과, (1) 다양한 전자기기 사용과제 유형 중에서 항행을 위한 목적지 검색과제가 다른 과제들(TV 시청 혹은 휴대전화 사용)에 비해 상대적으로 더 높은 추돌비율을 보였고, (2) 이러한 추돌을 방지하는데 청각경고의 형태가 가장 효과적이라는 것이 발견되었다. 특히, 운전 과제 자체뿐만 아니라, 전자기기와의 다양한 상호작용이 주로 시각적 부하를 초래하는 과제들이라는 점을 감안하면 추돌 방지를 위한 경고 형태 중에서 시각경고 형태는 상대적으로 그 효과성이 감소될 수 있다는 것이 시사되었다.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to compare and analyze the differential effects of in-vehicle electronic device usage types(searching for targeted destinations in navigational purpose, watching TV in entertain purpose, and dialing a cellular-phone in phone-usage purpose) on driver's front-to-rear-end collision avoidance behavior, and to find effective collision warning format for this behavior. The results indicated that (1) the drivers showed more impaired collision avoidance performances when they were asked to search the name of targeted destination than the other task requirements, and (2) auditory warning appeared to be most effective among the other types of warning. In particular, it was suggested that the "Visual-Only" collision warning could induce most undesirable result when the drivers were engaged in both visual and auditory information processing.

키워드

Telematics, Driving Simulation, Collision Warnings, Driver Distraction

I. 서 론

운전 중에 있는 운전자의 주의를 여러 가지 이유로 분산되기 마련이다. 운전자는 운전 수행 자체를 위해서 여러 대상들(예를 들어, 주변의 다른 차량, 도로표지판, 보행자 등)에 동시에 주의를 분산시켜야 할뿐만 아니라, 차량내의 다른 기기들(예를 들어, 차량제어와 관련된 디스플레이와 컨트롤, 라디오/카세트 등과 같은 부가적 기기장치들)에 의해서도 주의가 분산될 수 있다.

운전자의 부주의(*inattention*)는 추돌 사고의 중요한 원인들 중 하나이다. 실제로 해마다 최소 20만 건 이상 발생하고 있는 교통사고 가운데 49% 정도는 주의력 저하, 불충분한 집중력, 교통상황의 해석 오류, 무성의한 관찰, 그리고 거리와 속도 판단 오류 등에 따른 운전자의 부주의에 의한 것이다. 또한 운전 중 시각 주의분산은 핸들각도의 편차, 가속 페달 각도, 주행속도 등에서 정상 운전 때보다 위험도가 높은 것으로 보고된 바 있다[1].

특히, 최근 들어 운전 중에 있는 운전자가 차량내 자극에 주의를 빼앗기는 대표적인 경우는 차량 네비게이션 시스템(*in-car navigation system*)과의 상호작용 상황이다. 국내 자가용 운전자 10명 중 1명이 네비게이션 시스템을 사용하고 있을 만큼 국내 운전자들의 차량 네비게이션 시스템에 대한 의존도는 상당히 높다. 그러나 운전 중 네비게이션 시스템에 의존하여 길을 찾는 것은 운전자의 주의를 빼앗을 뿐만 아니라, 네비게이션 시스템을 사용하기 위해서는 손을 사용해야 하는 경우도 있기 때문에 매우 위험할 수 있다. 또한 차량 네비게이션 시스템 사용에는 지도정보나 도로정보 탐색 등과 같은 기능 뿐만 아니라, DMB(*digital multimedia broadcasting*) 기능을 통한 운전 중 TV 시청도 운전자의 주의를 분산시킬 수 있다. 또한, 운전 중 휴대전화 사용은 운전자의 운전 수행에 부정적인 영향을 미친다는 것은 이미 많이 알려진 사실이다.

이러한 운전 중 차량 네비게이션 시스템이나 휴대전화 사용 등으로 인한 주의분산은 운전과제 수행에 필수적인 지각적 정보처리, 운동협응 능력 등에 부정적인 영향을 미침으로써, 차선유지, 속도유지 및 가속·감속 통제, 반응시간, 차간거리 유지, 운전자의 주관적 운전 부하량 등과 같은 운전-관련 요인들에 부정적 효과를 갖는

다. 운전자의 주의분산은 차선을 유지하거나 속도를 유지하는데 어려움을 야기하여 차선 안에서의 차량위치 편차나 운전 속도에서의 편차를 증가시킨다. 또한 핸들이나 페달 반응시간은 정상 주행 조건에 비해 약 30% 증가하고, 선행 차량과의 차간거리(*gap acceptance*)가 감소한다(특히, 회전할 때는 차간거리유지 수행이 더 저하된다). 그리고 운전 중 휴대전화의 사용은 운전자의 운전 부하 수준을 증가시킨다[1].

아래에서는 운전자의 주의를 분산시킬 수 있는 운전 중 전자기기 사용의 대표적 형태를 세 가지로 구분하고(즉, 네비게이션 시스템 조작, DMB를 통한 TV 시청 및 휴대전화 사용), 이것이 운전자의 운전 수행에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 선행 연구를 개관하고자 한다. 그리고 지금까지 개발된 추돌 경고 시스템의 효과성에 대한 연구들도 간략히 소개하고자 한다.

1.1 운전 중 전자기기 사용과 주의분산

운전자에게 요구되는 운전 이외의 과제들은 운전 중에 있는 운전자에게는 부가적인 정보처리를 요구하게 되며, 이 때문에 교통사고가 발생할 수도 있다. 운전에도움이 된다고 생각되어지는 차량 네비게이션 시스템도 운전자의 주의를 분산시킬 수 있다. 네비게이션 시스템은 운전자 차량의 현재 위치를 지도에 표시해 주고 목적지까지 가는 경로를 제공하지만, 시스템 크기가 상대적으로 작기 때문에 운전 중에 네비게이션 시스템에 나타난 정보를 읽기가 어렵다. 따라서 운전 중에 있는 운전자가 네비게이션 시스템을 사용할 경우 주의용량의 과부하로 안전에 문제가 될 수 있다[2]. 특히 운전자의 시선이 도로에서 2초 이상 벗어날 경우, 교통사고의 위험이 유의미하게 증가하며[3], 이러한 ‘도로로부터 주의가 벗어난’ 상황은 위험을 야기하는 중요한 요인들 중 하나이다[4][5].

운전 중 TV 시청이 운전수행에 미치는 효과에 대한 연구는 많지 않으나, 국내에서 보고된 한 운전 시뮬레이션 연구에서 운전 중 TV를 시청하는 집단이 시청하지 않는 집단에 비해서 상대적으로 시각적 주의 분포의 폭이 좁고, 불안정한 운전수행을 보였으며, 페달을 급하게 조작하는 것으로 나타났다[6]. 또한 “장애물”, “급제동”, “끼어들기”로 구성된 위험상황에 대한 반응시간을 보면, 운전 중 TV 시청 집단이 비시청 집단에 비해 약 40% 이상 반응속도가 지연되어 사고의 직접적 원인으로 작

용할 가능성이 매우 높았는데, 운전 중 TV 시청은 혈중 알코올 농도 0.10% 상태에서 운전하는 것과 유사한 사고위험성을 보였다[7].

운전 중 휴대전화 사용으로 인한 운전 수행능력 손상과 주의분산에 대해서는 지금까지 많은 연구가 수행되어져 왔다. 이와 관련된 지난 20년 동안의 연구와 조사들이 운전 중 휴대전화 사용이 운전수행에 미치는 부정적인 영향을 증명하였다[8]. 예를 들어, 운전 중 휴대전화를 사용하는 경우가 사용하지 않는 경우보다 약 4배 정도 더 높은 교통사고 가능성을 가지고 있다[9].

1.2 추돌경보 시스템

운전은 기본적으로 시각적인 부하가 주어지기 때문에, 많은 연구자들은 운전자들에게 시각적인 과부하를 줄이기 위해 다양한 비시각적인 추돌경보 시스템에 대해 연구해왔다[10]. 예를 들어, 최근 많은 경험적 연구들은 청각적이나 촉각적인 경고 신호가 전방 추돌사고에 대한 반응을 증진시킨다고 제안하였고[11], 이러한 비시각적인 경고 신호가 전방 접촉 사고의 수를 줄임을 보여주었다[12]. 또한 동일한 사건에 대해 일치된 정보를 제공하는 중다 양상(대개, 시청각) 신호는 단일 양상의 신호가 제공되었을 때 보다 더 반응이 빨랐다. 현재, 중다 양상 신호의 효과는 많은 인지 신경 과학적 증거들이 뒷받침하고 있다[13].

II. 연구 목적

위의 선행 연구들은 일반적으로 운전 중 운전 이외의 행동(네비게이션 시스템 조작, TV 시청, 그리고 휴대전화 사용)들이 운전자의 운전 수행을 저하시킨다는 것을 시사한다. 그러나 기존 연구들에 대한 연구 개관에서도 보이듯이, 거의 대부분의 운전 중 전자기기 사용과 관련한 연구들은 하나의 특정 전자기기 사용에 따른 운전자의 운전수행상의 변화나 정보처리에서의 문제점들을 지적한 것이었다. 이렇게 하나의 전자기기 사용이 운전자의 운전수행이나 주의분산에 미치는 효과를 분석할 경우, 특정 전자기기 사용이 운전자의 운전수행 혹은 주의분산에 미치는 영향을 알아볼 수는 있지만 여러 전자기기 사용 유형에 따른 상대적 비교는

어렵다. 즉, 운전자는 운전 중에 각각의 전자기기만을 일관적으로 사용하는 것은 아니고 때에 따라 다양한 전자기기를 번갈아가며 사용할 것이기 때문에, 각각의 전자기기 사용 유형에 따른 운전자의 주의분산과 운전수행에서의 차이를 하나의 실험 환경 속에서 통합적으로 비교하는 것은 좀 더 실제적인 현상에 근접한 분석이 될 수 있을 것이다.

본 연구의 두 번째 목적은, 운전자가 사고를 당할 가능성이 높은 인위적 추돌 가능 상황을 운전 시뮬레이션을 통해 재현하고, 이러한 추돌 가능상황에서 추돌경보 시스템 유형을 달리 제공했을 때, 각각의 전자기기 사용 유형에 따라 어떤 유형의 추돌경보 시스템을 제공하는 것이 추돌을 회피하는데 효과적인지 비교하는 것이다. 이를 통해 전자기기 사용에 의한 운전자의 주의분산과 운전수행 저하에 효과적으로 대처할 수 있는 공학적 개입 방안을 제안할 수 있을 것이다.

III. 연구 방법

3.1 실험참가자

부산 P대학교 학부생과 대학원생들 중 유효한 운전 면허증을 소지한 80명(평균 23.95세, SD = 2.74)이 실험에 참가하였다. 이들은 아무런 추돌 경고 시스템이 제공되지 않는 조건(비사용 조건), 청각경고조건, 시각경고 조건, 그리고 청각경고고야 시각 경고가 혼합되어 동시에 제시되는 혼합조건에 각각 20명씩 무선할당되었다.

3.2 운전 시뮬레이터, 기구 및 실험과제

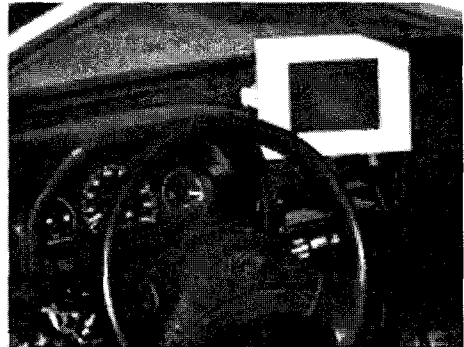
실험에 사용된 운전 시뮬레이터는 90년식 액셀 차체인 고정형 시뮬레이터였다. 운전 프로그램은 MS Visual C++로 구현 되었고, 운전 장면에 대한 그래픽은 50×40도 크기의 화면을 지원하는 프로젝터(OPTOMA DLP-EP763)에 의해 운전자 전방 1.5m에 있는 대형 화면(4×3m)에 투사되었다. 또한 차량의 앞쪽 좌우에 설치된 스피커(Inkel, DJ-81) 두 대를 통해 엔진 소음 등 실제 운전 상황과 유사한 청각적인 요소들을 제시하였다. 그리고 운전 프로그램을 지원하고 데이터를 저장하는 주통제 컴퓨터는 펜티엄 IV(2.4GHz, 512MB) 급으로 그래픽 가속기(voodoo 2)와 2분할 화면을 지원하는 Matrox G

450 chip set이 부착된 것을 사용하였다. 또한 음성 생성 프로그램(Magic English Plus)을 사용하여 과제 지시문을 제작하고, 그 음성 파일을 실험참가자에게 들려주었다. 네비게이션 시스템과 추돌 경고 시스템은 7인치 단말기(TFT LCD monitor, TV 06VP)를 통해 구현되었다(그림 1a).

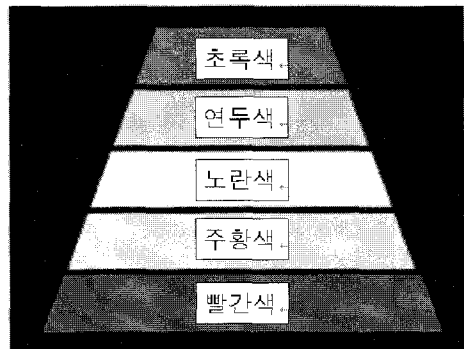
Microsoft Power Point 프로그램을 사용하여 네비게이션 조작 과제와 TV 시청 과제를 수행하는데 필요한 영상 및 소리를 제시하였다. 또한 추돌 가능 상황이 발생했을 때 이 시스템을 통해 세 가지 유형의 추돌 경고가 제시되었다. 선행 차량이 정지해서 차간 거리가 가까워짐에 따라 추돌경보가 제공되었는데, 추돌경고는 시각양상 추돌경고만 제공되는 시각양상 추돌경고 조건(이하 시각경고 조건), 청각양상 추돌경고만 제공되는 청각양상 추돌경고 조건(이하 청각경보 조건), 시각양상과 청각양상 추돌경고가 동시에 제공되는 혼합양상 추돌경고 조건(이하 혼합 경고 조건)으로 구분되었다. 그리고 추돌경고를 제공하지 않은 조건(비사용 조건)이 추가되었다.

추돌 가능 상황에서 시각경고는 단말기 화면이 네비게이션 또는 TV 화면에서 시각 추돌경고 시스템으로 전환되어 차간거리가 가까워질수록 초록색 사다리꼴 모양의 막대에서 빨간색 사다리꼴 모양의 막대로 순차적으로 제시되었다. 청각 경고는 “정지”라는 100dB의 음성 메시지를 2Hz의 속도로 들려주었다. 혼합조건에서는 이 두 가지 경고가 동시에 제공되었다(그림 1b).

실험참가자들은 세 가지의 전자기기 사용과제와 하나의 통제 조건 과제(즉, 전자기기를 사용하지 않는 조건)를 수행하였다. 먼저 네비게이션 시스템 사용 유형 중 항행관련 과제는 특정한 목적지를 검색하는 것이었고, TV 시청과제는 실험참가자가 직접 TV를 켜고 이를 시청하면서 운전하는 과제였는데, 실험참가자들에게는 실험 종료 후 시청한 TV 내용에 대해 질문할 것이라고 미리 알려주었다. 휴대전화 사용과제는 실험참가자가 자신의 휴대전화를 이용하여 지정된 번호로 전화를 거는 방식으로 이루어졌다. 통제 조건은 전자기기의 사용 없이 운전 수행만 하는 조건이었다.



(a)



(b)

그림 1. 본 실험에 사용된 추돌경고 시스템(a)과 시각경고 형태(b)의 예시

Fig. 1 Collision Warning System(a) and Visual Warning(b) in this Experiment

80명의 실험참가자들이 비사용조건과 세 가지의 추돌경고 유형 조건에 각 20명씩 할당되었다. 본 실험은 각 실험참가자가 모든 조건(세 가지의 전자기기 사용조건과 통제 조건)에 할당되는 4×4 혼합 요인 설계(mixed factorial design)였으며, 각 전자기기 과제조건 및 통제조건에 할당되는 순서는 역균형화 되었다.

3.3 종속변인 및 분석

본 실험의 종속변인은 (1) 선행 차량이 정지하였을 때 추돌을 회피하고 못하고 추돌한 추돌빈도와 (2) 선행 차량이 정지한 시점부터 실험참가자가 추돌을 회피하기 위한 반응을 시작할 때까지 걸린 시간 즉, 운전자가 추돌을 회피하기 위해 최초로 핸들 혹은 브레이크를 조작한 시점까지의 시간인 추돌 회피반응 개시시간이었다.

IV. 결과 및 논의

4.1 선행차량과의 상대적 추돌비율

위에서 기술한 종속변인 중 경고 유형과 전자기기 사용 유형에 따른 선행차량과의 상대적 추돌비율은 각 실험 조건에 할당된 20명의 실험참가자들 중 각 과제 조건에 따라 선행 차량과 추돌한 실험참가자들의 비율로 계산되었다(예를 들어, 10%의 추돌비율은 20명 중 2명이 추돌하였다는 것을 의미한다). 전반적으로 살펴보면, 표 1과 그림 2에서 알 수 있듯이, 운전 중에 전자기기를 사용하도록 요구받지 않은 통제조건에서의 추돌비율은 전자기기를 사용한 다른 모든 조건들에 비해 평균 추돌비율에서 상대적으로 더 낮았고(10%), 전자기기를 사용한 조건 중에서는 목적지검색 과제 요구가 가장 높은 추돌비율(23.8%)을 가져왔다. 또한 평균적으로 경고가 주어지지 않은 비경고 조건(20%)과 시각경고 조건(23.8%)에서의 추돌비율이 청각경고 조건(13.8%)이나 혼합조건(26.3%)의 추돌비율보다 상대적으로 더 높았다.

표 1. 상대적 추돌비율의 요약
Table. 1 Summary of Relative Collision Ratio

과제 경고	통제 조건	목적지 검색	TV 시청	전화 걸기	평균
비경고	10.0	35.0	20.0	15.0	20.0
청각	10.0	15.0	15.0	15.0	13.8
시각	15.0	30.0	25.0	25.0	23.8
혼합	5.0	15.0	25.0	20.0	16.3
평균	10.0	23.8	21.3	18.8	18.4

그림 2에서도 보이듯이, 추돌비율에 대해 전자기기 사용조건과 경고조건을 종합적으로 고려할 때 흥미로운 점은 세 가지의 경고 유형 중에서 청각경고가 주어진 경우 전자기기 사용과제의 유형과는 상관없이 비교적 고르게 낮은 추돌비율을 유도하였다는 점이다. 이에 비해 시각경고는 청각경고나 혼합경고에 비해 추돌을 방지하는데 도움이 되지 않는 것으로 보인다(이러한 경향은 추돌이 가장 많이 관찰된 목적지 검색과제 조건에서 더 두드러졌다). 특히 혼합경고의 경우, 운전자가 TV를

시청하는 과제를 수행할 경우는 시각경고 조건과 유사한 수준의 추돌비율을 보였는데, 이러한 결과는 TV시청과 혼합경고가 시각정보와 청각정보를 모두 사용하는 상황이라는 것을 감안하면, 이러한 결과는 정보의 중복성이 추돌회피에 오히려 방해가 될 수 있다는 것을 시사한다.

선행차량 추돌비율

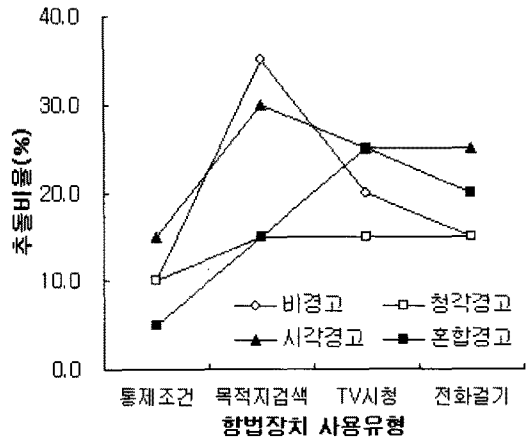


그림 2. 선행차량과의 상대적 추돌비율
Fig. 2 Relative Collision Ratio

4.2 추돌회피를 위한 최초 반응시간

실험참가자가 전자기기를 사용하는 도중 임의의 시점에서 선행차량이 급정차하는 경우 이러한 선행차량과의 추돌회피를 위해 실험참가자가 보이는 최초 추돌회피 반응의 신속성은 추돌회피를 위해 필수적인 측면이다. 네 가지의 전자기기 사용조건과 네 가지의 경고유형에 따른 추돌회피 반응시간에 대해 4x4 변량분석(ANOVA)를 실시한 결과, 전자기기 사용유형에 따른 주효과[(F(3, 228) = 22.58, p < .001)]와 경고유형에 따른 주효과[(F(3, 76) = 2.82, p = .044]가 모두 통계적으로 유의하였으나, 이 두 변인 사이의 상호작용 효과는 유의하지 않았다[(F(9, 228) = .63, p > .05].

표 2에서 보이듯이, 전자기기 사용유형별로 최초 추돌회피 반응시간에서의 차이를 비교해보면, 전자기기 사용이 요구되지 않았던 통제조건에서 반응시간이 가장 빨랐던 반면(1.29초), 목적지검색 과제 조건에서 반응시간이 가장 느렸다(1.70초). 또한 추돌에 대한 경고

가 주어지지 않은 조건에서 최초 추돌회피 반응시간이 가장 길었던 반면(1.57초), 시각경고 조건에서 가장 빨랐다(1.41초).

표 2. 최초 추돌회피시간의 요약
Table 2. Summary of Initial Reaction Time for Collision-Avoidance

과제 경고	통제 조건	목적지 검색	TV 시청	전화 걸기	평균
비경고	1.37	1.87	1.51	1.53	1.57
청각	1.25	1.57	1.43	1.38	1.41
시각	1.30	1.75	1.59	1.52	1.54
혼합	1.25	1.62	1.55	1.41	1.46
평균	1.29	1.70	1.52	1.46	1.49

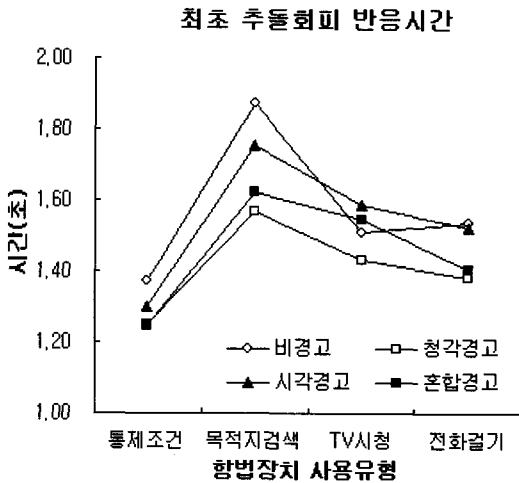


그림 3. 추돌회피를 위한 최초 반응의 시간
Fig. 3 Initial Reaction Time for Collision Avoidance

선행차량과의 추돌회피를 위한 최초 반응시간에 대한 분석결과는 위에서 기술한 추돌비율에서의 상대적 차이와 유사한 패턴을 보인다. 즉, 여러 전자기기 사용과제 중에서 항행을 위한 목적지 검색과제가 추돌회피를 위한 운전자의 수행을 가장 많이 저하시켰고, 경고유형 중에서는 청각경고에 비해 시각경고의 제공은 경고를 전혀 제시하지 않았던 비경고 조건과 유사한 결과를 보였다.

V. 결 론

최근의 전자정보기술이나 통신기술의 발전과 함께 유비쿼터스나 텔레매틱스라는 용어는 이제 일상적인 용어가 되었다. 사람들은 이동 중 다양한 사용목적에 따라 여러 전자기기를 적극적으로 사용하고 있다. 이러한 기술발전은 생산성과 수행의 효율성 측면에서는 긍정적 효과를 가져왔지만, 이에 따른 부정적 효과도 간과할 수 없을 것이다.

본 연구에서는 운전자의 주의가 분산될 경우 심각한 결과를 가져올 수 있는 역동적 운전 상황에서, 추돌 가능성이 높은 인위적 상황을 운전 시뮬레이션을 통해 재현한 후, 다양한 전자기기 사용 유형의 상대적 위험성을 동일한 실험 맥락에서 평가하고, 이러한 추돌 가능 상황에서 운전자의 추돌 회피를 위한 가장 효과적인 추돌 경고 형태가 무엇인지 검토하는 것을 목적으로 수행되었다.

추돌 가능 상황에서 선행차량과의 추돌비율과 추돌 회피를 위한 최초의 반응시간을 종속 측정치로 분석한 결과, (1) 다양한 전자기기 사용과제 유형 중에서 항행을 위한 목적지 검색과제가 다른 과제들(TV 시청 혹은 휴대전화 사용)에 비해 상대적으로 더 위험한 상황을 초래하였고, (2) 이러한 추돌을 방지하는데 청각경고의 형태가 가장 효과적이라는 것이 관찰되었다. 특히, (3) 운전 과제 자체뿐만 아니라, 목적지 검색과 같은 항행정보의 사용과제, TV 시청 혹은 휴대전화를 이용해 상대방에게 전화를 거는 행동 등이 모두 시각적인 부하를 초래하는 과제들이라는 점을 감안하면, 추돌 방지를 위한 경고 형태 중에서 시각경고 형태는 상대적으로 그 효과가 감소할 수 있다는 것도 시사되었다.

본 연구는 운전 중 전자기기 사용의 유형을 세분화하여 각각의 위험성을 동일한 실험을 통해 검증함으로써 이러한 전자기기 사용 유형의 위험성을 상대적으로 비교/평가하고, 이에 대해 차별적인 효과를 갖는 추돌경고 형태를 파악할 수 있었다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있을 것이다. 그러나, 본 연구에서는 다양한 전자기기 사용에 비교적 익숙한 대학생들을 실험 참가자로 참여시켰기 때문에 본 연구 결과의 일반화에 문제가 있을 수 있다. 따라서 추후에는 좀 더 다양한

범위의 운전자들을 참여시키는 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 추돌 가능상황과 같이 비교적 위험한 상황 이외에 일반적인 운전 상황에서 운전자와 전자기기의 상호작용, 혹은 운전자의 주의분산을 극복할 수 있는 공학적 시스템의 형태에 대한 검토도 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 교통안전공단 (2005). 운전 중 주의분산 행동 유형화 및 위험성 분석. <http://www.kotsa.or.kr/>
- [2] Liu, Y. C. (2001). Comparative study of the effects of auditory, visual and multimodality displays on drivers' performance in advanced traveler information systems. *Ergonomics* 44(4), 425-442.
- [3] Zwhalen, H. T., Adams Jr., C. C., & DeBald, D. P. (1988). Safety aspects of CRT panel controls in automobiles. In: Gale, A. G., Freeman, M. H., Haslegrave, C. M., Smith, P., & Taylor, S. P. (Eds.), *Vision in Vehicle II*. Elsevier, Amsterdam, 335-344.
- [4] French, R. L. (1990). In-vehicle navigation - status and safety impacts. Technical Papers from ITE's 1990, 1989, and 1988 Conference, Institute of Transportation Engineers, Washington, DC, 226-235.
- [5] Wierwille, W. W. (1995). Development of an initial model relating driver in-vehicle visual demands accident rate. Proceedings of the Third Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, 1-7.
- [6] 신용균, 임평남, 강수철, 류준범. (2006). 운전 중 TV 시청이 운전행동에 미치는 영향. *대한교통학회지*, 24, 103-112.
- [7] 삼성 교통안전 문화연구소 (2006). 운전 중 DMB 사용의 위험성 및 규제방안 연구보고서. <http://sts.samsungfire.com>.
- [8] McEvoy, S. P., Stevenson, M. R., & Woodward, M. (2007). The contribution of passengers versus mobile phone use to motor vehicle crashes resulting in hospital attendance by the driver. *Accident Analysis and Prevention*, 39, 1170-1176.
- [9] Redelmeier, D. A., & Tibshirani, R. J. (1997). Association Between Cellular Telephone Calls and Motor Vehicle Collisions. *The New England journal of Medicine*, 336, 453-458.
- [10] McKeown, J. D., & Isherwood, S. (2007). Mapping the urgency and pleasantness of speech, auditory icons, and abstract alarms to their referents within the vehicle. *Human Factors*, 49, 417-428.
- [11] Lee, J. D., McGehee, D. V., Brown, T. L., & Marshall, D. (2006). Effects of adaptive cruise control and alert modality on driver performance. *Transportation Research Record*, 1980, 49-56.
- [12] McGehee, D. V., Brown, T. L., Lee, J. D., & Wilson, T. B. (2002). The effect of warning timing on collision avoidance behavior in a stationary lead vehicle scenario. In *Human performance: Models, intelligent vehicle initiative, traveller advisory and information systems*. 1-7 Washington DC: Transportation Research Board.
- [13] Calvert, G. A., Spence, C., & Stein, B. E. (Eds.) (2004) *The handbook of multisensory processes*. Cambridge, MA: MIT Press.

저자소개



이재식(Jae-Sik Lee)

1988 서울대학교 심리학과 학사
 1990 서울대학교 심리학과 석사
 1995 University of Iowa 박사

1996~현재 부산대학교 심리학과 교수
 ※ 관심분야 : 운전자 정보처리, 항법시스템설계, 운전 시뮬레이션



이세원(Se-Won Lee)

2007 부산대학교 심리학과 학사

2009 부산대학교 심리학과 석사

※관심분야 : 텔레매틱스, 안구운동분석, 운전자 정보
처리