Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 28, No. 3 pp.63-71, August 2009

경로유도정보와 방향지시등을 연동한 추가정보 제공 시스템 개발의 기초 연구

전 용 욱[1] · 大門 樹[2]

[1]게이오대학 첨단과학기술연구센터 / [2]게이오대학 이공학연구과

Fundamental Research on Developing Additional Information System by Connecting Route Guidance Information with Turn Signal Operation

YongWook Jeon[1], Tatsuru Daimon[2]

[1]Keio Leading-edge Laboratory of Science and Technology, Keio University, Japan, 223-8522
[2]Faculty of Science and Technology, Keio University, Japan, 223-8522

ABSTRACT

A car navigation system as an in-vehicle route guidance information (RGI) offers a state-of-the-art technological solution to driver navigation in an unfamiliar area. However, the RGI is provided by some pre-determined options in terms of the interface between a driver and a car navigation system. Drivers occasionally pass the target intersection owing to non- or late- recognizing it. This paper is examined the position of driver's turn signal operation and intersection recognition approaching at the target intersection which is difficult to identify, as a fundamental research on developing the additional RGI connecting with the turn signal control. The field experiment was conducted to measure distances of the turn signal operation and the intersection recognition from the target intersection according to left turns, right turns, and landmarks at adjacent intersection. And glance behavior to the car navigation display was evaluated by using an eye camera. The results of the field study indicate that, most case of driving, drivers operate the turn signal until 40m to 50m before coming to the target intersection. The driving simulator experiment was performed to examine the effectiveness of providing the additional RGI when drivers did not operate the turn signal approaching at the target intersection based on the results of the field study. To provide the additional RGI is effective for the intersection identification and recognition, and expected to improve the traffic safety and the comfort for drivers.

Keyword: Car Navigation, Driving Assistant System, Route Guidance, Turn Signal Operation

교신저자: 전용욱
주 소: 3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 223-8522, Japan,
전 화: +81-(0)45-566-1445, E-mail: jyw0673@empal.com

1. 서 론

카 내비게이션 기술이 세계적으로 앞서는 일본의 경우, 2008년 12월 현재, 8천만 대의 자동차 중에 2천 8백만 대 가량이 카 내비게이션을 탑재하고 있고, 이중, 승용차의 장착률은 37.4%나 이른다(일본국토교통성). 카 내비게이션은 운전자에게 목적지까지 최단경로를 표시하는 시각정보와 경로인지를 보다 용이하도록 음성정보를 제공하여 경로안내를 하는 것뿐만 아니라 교차로명, 교차로 확대지도 등 다양한 형태의 정보를 제공하여 운전자의 인지 능력을 향상시키도록 제공되고 있다(宇野 2004, 森田 등 2004). 또한, 경로유도정보 제공이라는 주된 기능에 더불어 교통정보 및 관광정보 등 다양한 정보가 추가됨으로써 앞으로 더욱더 보급이 확대될 것이라 예상되고 있다(大貫 등, 2006). 더욱이 최근에는 외부와 통신하는 수단 및 안전지원정보를 운전자에게 제공하는 매체로 사용되고 있는 등 정보의 양과 질이 비약적으로 향상되고 있다(Jeon, 2008). 그러나 자동차내에 많은 정보를 이용 가능하게 됨으로써 운전자는 많은 정보처리부담을 안게 되고, 운전자의 주의가 산만(driver distraction)해 지는 문제 등 차량기기 증가에 따른 교통사고의 발생 가능성이 높아지고 있다. 篠原 등(2005), 田久保 등(2000)의 운전 중 카 내비게이션 이용에 따른 교통사고 관련성 조사에 따르면, 화면 주시에 의한 사고가 75%에 이르며, 교차로 및 교차로 부근에서의 사고가 카 내비게이션에 관련한 사고의 과반수 이상을 차지한다고 하였으며, 카 내비게이션 및 차량정보기기의 보급대수가 증가함에 따라 사고도 증가하고 있다고 지적하였다.

ITS(Intelligent Transport Systems) 연구가 활발하게 진행되면서, 지도형(map-type)과 간단한 방향지시(arrow-type)형 경로유도정보를 비교한 연구(Asoh 등 2000; 전용욱 등 2009), 고령자를 위한 경로유도정보에 관한 연구(May 등, 2005), 외국인을 위한 경로유도정보를 개발하기 위한 기초 연구(Jeon et al., 2007) 등 경로유도정보에 관하여 여러 방면으로 다양한 연구를 진행 중이다. 또한, 차량기기의 사용에 따른 도로나 사물을 주시하는 시인행동(Underwood et al., 2003)에 관한 연구 및 운전자와 내비게이션 시스템의 인터페이스를 고려하여 카 내비게이션 화면 위치에 관한 연구(Wittmann et al., 2006) 및 카 내비게이션 설계 지침 및 경로유도정보 시스템 이용 시의 운전자 시인행동 측정에 관한 지침 (JAMA, 2004; SAE 2000) 등 HMI(Human-Machine Interface) 관점에서도 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나, 카 내비게이션 등의 차량기기와 운전자의 조작장치를 연동시킨 운전지원정보의 제공에 관한 문제를 다룬 연구는 미미한 실정이다.

기존의 카 내비게이션 시스템과 운전자의 상호작용(interaction)은 카 내비게이션이 운전자에게 일방적인 정보제공이 대다수로, 운전자가 카 내비게이션을 설정하는 것은 경로안내에 관한 표시방법이나 음성정보의 제공방법에 관한 설정만으로 한정되어 있어 다양한 형태의 정보를 제공할 경우에도 정보내용과 실제환경이 일치하지 않아 회전해야 하는 교차로를 인지하지 못하고 지나쳐 버리는 경우가 발생한다. 따라서, 운전자의 안전과 쾌적한 주행을 위하여 교차로 인지가 보다 용이하도록 정보제공에 관한 연구가 필요하며, 이에 더불어 운전자와 카 내비게이션의 상호작용을 충분히 고려한 시스템 설계의 개선 또한 필요하다.

본 연구는 이러한 관점에서 운전조작의 기능 일부와 카 내비게이션의 경로유도정보를 연동시키는 시스템을 구축하기 위한 기초 연구로, 운전자가 설정한 카 내비게이션의 경로에 따라 주행 시에 회전해야 하는 교차로를 인지하지 못하였을 경우 운전자에게 추가정보를 제공하여 회전해야 하는 교차로를 인지시키기 위해, 본 연구에서는 방향지시등을 조작하는 지점과 교차로 인지 지점에 대하여 검토하고, 드라이빙 시뮬레이터를 이용하여 추가정보 제공에 관한 유효성을 검토하였다.

2. 실차 실험

실험 차량을 이용하여 실제 도로환경에서 목적지까지 경로유도정보에 따라 주행하는 동안 직진구간에서 회전해야 하는 교차로에 진입하기 전까지의 방향지시등 조작 지점 및 교차로 인지 지점을 검토하였다.

2.1 실험 참가자

카 내비게이션을 이용하여 일상적 운전경험이 있는 19세에서 23세의 남성 5명(평균 연령: 21.8세, 평균운전경력: 34.2개월, 국적: 일본)으로, 실험 대상이 되는 코스에 관한 주변환경 지식이 없는 운전자로 선별하였다.

2.2 실험 주행코스

일본 요코하마시(横浜市) 쯔즈끼구(都筑区)의 코호쿠(港北) 뉴 타운을 중심으로 5개 지역을 주행코스의 대상으로 하였다. 이 구간의 평균거리는 10.3km이며, 소요시간은 30분 정도로, 교차로 부근의 랜드마크의 유무 또는 차선의 수 등을 고려하여 설정하였다. 각 코스는 미리 설정된 목적지까지 카 내비게이션이 경로유도정보를 제공하였다.

2.3 실험 차량 및 장비

그림 1과 같이 주행 시의 도로환경과 교통상황을 관측하기 위하여 4대의 CCD Camera(Panasonic^{TM}, WW-KS152)를 실차 실험 차량(Toyota, Sienta, 1500 cc, 왜건타입)에 설치하였으며, 운전행동을 측정하기 위하여 Drive recorder (AKIBATM, MU-04)를 탑재하였다. 목적지까지의 경로유도정보 제공은 차량 탑재용(on-dash type) 카 내비게이션 (Panasonic^{TM}, Strada F-Class CN-HDS915TD) 시스템을 이용하였으며, 카 내비게이션 디스플레이는 콘솔의 중앙 상부에 설치하였다. 카 내비게이션의 축척은 100m로 하였고, 지도표시는 헤딩 업(Heading-up)으로 설정하였다. 또한, 교차로 진입 전에 음성정보와 교차로 확대지도가 그림 2과 같이 제공되도록 설정하였다. 영상 데이터는 차량 주변의 전·후 및 좌·우 전방 영상과 Eye Camera의 출력영상, 카 내비게이션의 화면, 센서 상태 등을 녹화한 영상 등으로 구성되었으며, 녹화된 영상 데이터의 예를 그림 3에 나타내었다. 또한, 회전 교차로로 접근 시의 교차로 인지 지점을 파악하기 위하여 그림 4와 같이 버튼장치를 설치하여 피험자가 주행 중에 회전해야 하는 교차로를 인지하였을 때에 버튼을 누르도록 지시하였다. 버튼은 핸들 왼편의 와이퍼 레버의 가장자리에 설치하여, 운전자가 핸들에서 손을 떼지 않고도 조작이 가능하도록 설치하였다.

2.4 측정항목

차량에 설치된 CCD Camera에 녹화된 주행 중의 운전자의 운전조작, 차량 주변의 도로환경, 교통상황, 카 내비게이션 상태 등과 Eye Camera(NAC^{TM}, Eye Marker Recorder, EMR-8B)에 의한 운전자의 시인행동을 분석하였다. 또한, 버튼장치 조작을 통하여 회전 교차로로 접근 시의 교차로 인지 지점을 검토하였다.

운전자가 방향지시등을 조작하는 타이밍은 교차로로 접근하는 동안의 도로환경과 교통상황, 운전자의 심리 상태 등에 큰 영향을 미친다는 보고가 있다(佐藤 등, 2006). 따라서, 본 실험에서의 실험변수를 교차로에서의 좌·우회전, 교차로 부근에 편의점이나 은행 등의 랜드마크 존재 유무 등으로 분류하였다. ANOVA(분산분석)과 T-test를 통하여 변수간의 관계 및 특성치의 유의차를 분석하였다.

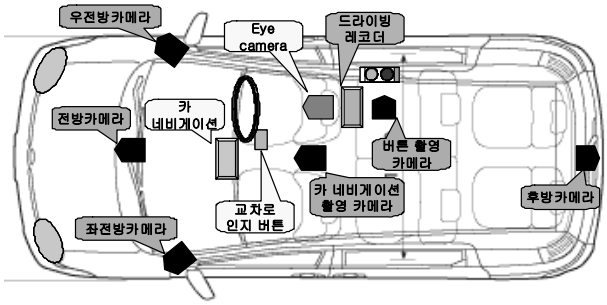


그림 1. 실험 차량에 장치된 장비 및 위치

그림 2. 회전 교차로 접근 시의 카 내비게이션 화면의 예

그림 3. 실차 실험 중에 기록된 영상 데이터의 예

그림 4. 회전 교차로 인지 시에 조작하는 버튼장치

2.5 실험 순서

운전자에게 Eye Camera를 장착하여 각 실험 코스의 출발지에서 카 내비게이션에서 제공되는 경로유도정보에 따라 목적지까지 주행하도록 지시하였다. 실험은 주 1회에서 1.5회의 비율로 각 실험 코스를 1회씩, 약 2개월간 실험 차량을 이용하여 수행하였고, 회전해야 하는 교차로를 인지하였을 때에 그림 4의 교차로 인지 지점 확인 버튼을 누르도록

지시하였다. 목적지에 도착한 후에는 주행에 관한 간단한 설문을 실시하였다.

3. 결 과

3.1 회전방향에 따른 비교

3.1.1 회전방향에 따른 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점

그림 5는 교차로에서 좌 · 우회전을 하기 위하여 교차로 접근 시에 방향지시등을 조작한 지점과 회전 교차로를 인지하였을 때의 버튼 조작 지점에 대한 결과이다.

교차로 인지 지점과 방향지시등 조작 지점의 차이를 보면, 좌회전의 경우에는 방향지시등을 조작을 하기 전 약 75m 전에 교차로를 인지하였고, 우회전의 경우는 약 20m 전에 교차로를 인지하였다.

회전 교차로 인지 지점은 좌회전의 경우, 교차로 진입 전 약 120m 지점으로 나타나 우회전의 경우보다 약 60m 전에서 인지하는 경향을 보였다($F(1,21)=7.23$, $p<0.05$). 한편, 방향지시등을 조작한 지점의 경우는 좌 · 우회전을 하기 위하여 교차로로 접근 시에 교차로까지의 거리가 40~50m 전에 조작하는 경향을 보여 거의 동일하였다($F(1,21)=0.29$, $p=0.60$).

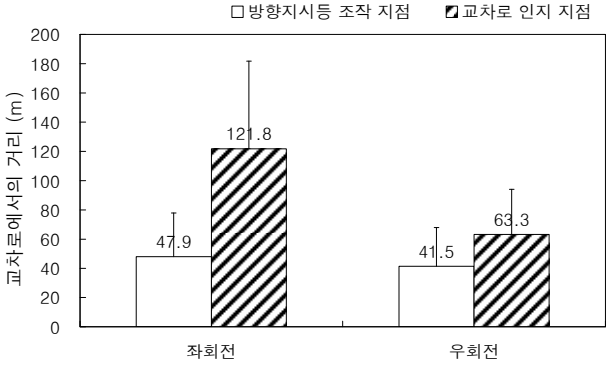


그림 5. 회전 교차로 접근 시의 교차로 인지 지점과 방향지시등 조작 지점의 위치

3.1.2 회전방향에 따른 시인행동

회전 교차로에 진입하기 전까지 주행 중에 카 내비게이션 화면을 주시한 시인행동을 분석하였다. 좌 · 우회전을 위한 교차로 접근 시에 카 내비게이션 화면에 대한 1회 평균시인시간을 그림 6에 나타내었다.

좌 · 우회전을 하기 위하여 교차로로 접근할 경우는 평균 시인시간이 약 0.88~0.95초로 통계적 차이가 보이지 않았으므로, 좌 · 우회전방향에 따른 시인행동에 미치는 영향은 없는 것으로 생각할 수 있다($F(1,23)=0.45$, $p=0.51$).

회전 교차로로 접근 시에 카 내비게이션 화면에 대한 평균시인빈도의 경우, 좌회전은 0.13회/초, 우회전은 0.15회/초로 나타나, 시인빈도 또한 통계적 유의차는 보이지 않았다($F(1,23)=2.11$, $p=0.16$).

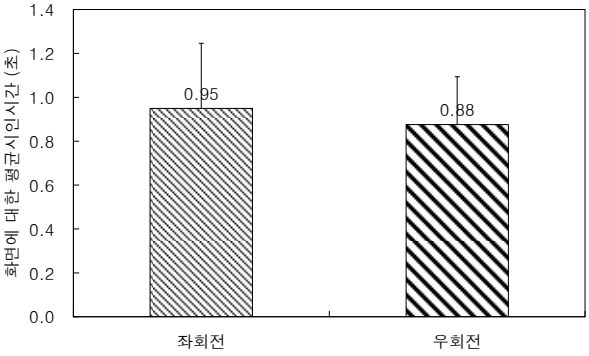


그림 6. 카 내비게이션 화면에 대한 평균시인시간

3.2 좌회전 시의 랜드마크 유무에 따른 비교

3.2.1 랜드마크 유무에 따른 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점

좌회전 시의 랜드마크 존재 유무에 따라 방향지시등 조작 지점과 교차로 인지 지점에 대하여 그림 7에 나타내었다.

랜드마크가 존재하지 않은 경우는 방향지시등 조작 지점이 75m로, 랜드마크가 존재한 경우보다 약 40m 전에서 방향지시등을 조작한 것으로 나타났다($F(1,12)=13.26$, $p<0.01$). 교차로 인지 지점의 경우도 랜드마크가 존재하지 않은 경우가 사전에 인지한 것으로 나타났으나, 랜드마크

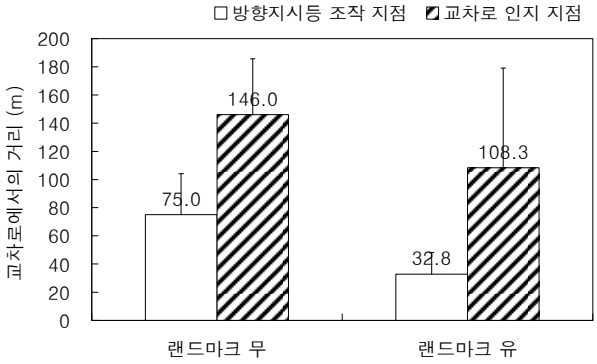


그림 7. 좌회전을 하기 위하여 회전 교차로 접근 시의 교차로 인지 지점과 방향지시등 조작 지점의 위치

존재 유무에 따른 통계적 차이는 발견되지 않았다.

우회전의 경우는 교차로로 접근할 때에 교차로 진입 부근의 도로환경이 1차선에서 우회전 전용차선으로 분리되거나 우회전 신호 대기와 같이 교통환경에 크게 영향을 받는 등 교통 신호등 및 전용차선 등이 랜드마크의 역할을 할 가능성이 높기 때문에 분석대상에서 제외시켰다.

3.2.2 좌회전 시의 랜드마크 유무에 따른 시인행동

그림 8과 같이, 카 내비게이션 화면에 대한 평균시인시간은 랜드마크가 존재하지 않은 교차로에서 평균시인시간이 다소 짧았지만 랜드마크의 유무에 따른 통계적 차이는 보이지 않았으므로, 카 내비게이션 화면에 대한 시인시간은 랜드마크 존재 유무에 따른 영향이 크지 않은 것으로 나타났다 ($F(1,13)=1.01$, $p=0.33$).

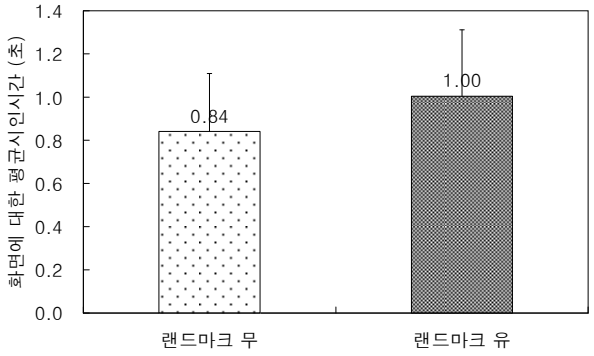


그림 8. 좌회전을 하기 위하여 교차로 접근 시의 카 내비게이션 화면에 대한 평균시인시간

4. 실차 실험의 고찰

랜드마크가 존재한 교차로의 경우, 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점이 랜드마크가 존재하지 않은 경우보다 늦은 경향을 보였다. 랜드마크가 존재한 경우에는 운전자들이 교차로 부근에 있는 랜드마크를 직접 확인한 후에 교차로 인지 지점 버튼 및 방향지시등을 조작한 것으로 추정된다. 랜드마크가 존재한 교차로의 경우, 거의 모든 운전자가 경로선택에 문제 없이 교차로에서 회전하였고, 목적지까지 무사히 도착하였다. 반면, 교차로에 랜드마크가 존재하지 않은 경우에는 운전자가 교차로에 접근하기 사전부터 도로형태나 거리 등으로 판단하는 것으로 사료된다.

랜드마크 유무에 상관없이 주행한 상황을 보면, 회전 교차로를 인지한 지점은 좌·우회전에서 다소 상이하였으나, 방향지시등 조작 지점은 약 40~50m로 거의 동일한 조작 지점을 보였다. 좌회전의 경우는 회전 교차로를 상당히 사전에 인지하였으나, 방향지시등 조작은 어느 정도 일정한 지점에서 행하였다. 한편, 우회전을 하기 위해 교차로에 접근할 경우에는 교차로 인지 지점이 교차로 부근에서 이루어졌다. 이러한 결과의 원인으로써는 교통 신호등 및 우회전 전용차선 등이 랜드마크의 역할을 하였을 가능성이 높기 때문이라 추정된다.

회전해야 하는 교차로로 접근 시에 좌·우회전에 따른 카 내비게이션 화면에 대한 시인행동이 거의 동일한 것으로 나타나, 카 내비게이션에서 제공되는 정보에 대한 시인행동과 회전방향은 서로 영향을 주지 않는다고 판단된다. 또한, 랜드마크 존재 유무에 따른 카 내비게이션 화면에 대한 평균시인시간에도 특별한 차이는 발견할 수 없었다.

실차 실험의 결과, 랜드마크가 존재하지 않아 교차로 인지가 용이하지 않은 교차로의 경우에는 교차로 진입 전 40~50m 지점에서 방향지시등을 조작하지 않았을 경우에는 운전자가 회전해야 하는 교차로를 인지하지 못하였거나 인지가 늦었다고 판단된다. 따라서, 상기 지점에서 운전자가 방향지시등 조작을 하지 않았을 시에 교차로 회전에 관한 추가정보를 제공하여 정보 제공에 대한 유효성에 대하여 검토가 필요하다 사려한다.

5. 유효성 검증 실험

실차 실험의 결과를 토대로 카 내비게이션이 경로유도정보를 제공함에도 불구하고 회전해야 하는 교차로를 인지하지 못한 경우에 카 내비게이션과 방향지시등을 연동한 추가정보 제공에 따른 효과에 대하여 드라이빙 시뮬레이터를 이용하여 검토하였다.

5.1 실험 장치

본 실험에서는 그림 9와 같이 드라이빙 시뮬레이터(Driving Simulator)를 이용하였다. 드라이빙 시뮬레이터는 자동변속기를 장비한 실제 차량 한대 분을 운전환경으로 이용하였고, 6축의 전동 모션 시스템에 의하여 6자유도의 운동과 주행 중에 도로에서 오는 진동을 모의하였다. 10대의 DLP(Digital Lighting Processing) 방식의 프로젝터와 150인치 스크린 8면을 이용하여 운전석에서의 시야 각도를 360도 확보하였다. 드라이빙 시뮬레이터의 도로주행환경은 일본 요코하마 (横浜) 중심 시가지로써 미나토미라이(みなとみらい) 지구의 도로와 거의 동일하게 재현하였고, 주행상황은 낮 시간의 자유 교통량으로 설정하였다.

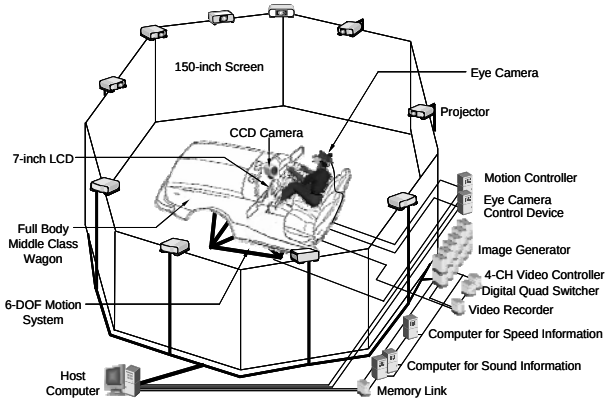


그림 9. 드라이빙 시뮬레이터의 구성도

7인치형 모니터가 탑재된 카 내비게이션(CN-HD900D, Panasonic™) 시스템을 이용하여 경로유도정보를 제공하였다. 차내 센터 콘솔 상부에 그림 10과 같이 카 내비게이션 디스플레이를 설치하였으며, 우회전 및 좌회전 시에는 교차로 300m 전에 교차로 확대지도가 화면의 왼편에 표시되며, 교차로 회전 전 약 300m와 100m의 지점에서 음성정보가 제공되도록 설정하였다.

(a) 화면 설정위치 (b) 지도정보의 예

그림 10. 카 내비게이션 화면 및 지도정보

5.2 실험 참가자

추가정보 제공을 위한 정보내용을 조사하기 위하여 평상시의 운전경험이 있는 21세에서 25세까지의 남성 15명이 설문조사에 참가하였다. 드라이빙 시뮬레이터를 이용한 유효성 검증 실험에는 실차 실험에 참가한 남성 5명을 대상으로 하였다. 실험 참가자는 드라이빙 시뮬레이터의 실험 코스에 관하여 사전 지식이 없었다.

5.3 교차로 미인지 시의 추가정보

카 내비게이션이 교차로 회전정보를 제공하여도 인지하지 못한 상황에 대하여 추가적인 정보를 제공하기 위하여 설문을 통하여 정보내용을 조사하였다. 설문조사의 결과, 음성정보①[전방에서 우(좌)회전입니다]과 음성정보②[이 교차로에서 우(좌)회전입니다]가 적절하다고 회답하였다. 그러나, 음성정보①의 경우는 본 실험에서 사용하는 카 내비게이션의 교차로 진입 전 음성정보와 동일하기 때문에 음성정보②를 채택하였다. 채택된 음성정보는 제공 시에 주의환기음이 사전에 제공되었으며, 그림 11과 같이, 시각정보로써 방향지시를 화면에 제공하도록 하였다.

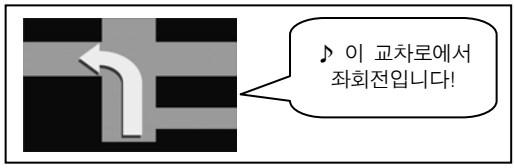


그림 11. 회전 교차로를 인지하지 못하였을 경우 제공된 추가정보

5.4 계측항목

실차 실험과 동일하게 주행 중에 운전자의 운전조작과 차량 주변의 도로환경, 교통상황, 카 내비게이션 화면 등을 기록하였으며, 운전자의 시인행동은 Eye camera(ISCAN System 4000/C)를 이용하여 계측하였다. 또한, 주행 종료 후에 추가정보 제공에 관한 설문조사를 실시하였다.

5.5 실험 코스 및 실험 순서

주행 실험 전, 실험 참가자가 드라이빙 시뮬레이터에서의 운전에 익숙하도록 연습 코스를 설정하여 연습주행을 실시하였다. 충분한 연습주행 후, 실험 참가자에게 미리 설정된 카 내비게이션의 정보제공에 따라 목적지까지 주행하도록 지시하였으며, 회전해야 하는 교차로를 인지하였을 경우에 교차로 인지 지점 및 주행 중에 교차로 인지 및 회전에 관하여 생각하는 점 등을 구두로 발화하여 실험자에게 보고하도록 지시하였다. 실험 주행코스는, 좌 · 우회전을 포함하여 약 2km(주행시간은 약 8분)의 2종류의 코스를 이용하였다. 드라이빙 시뮬레이터 실험은 이틀간에 걸쳐 실시하였으며, 첫 번째 실험일과 두 번째 실험일 사이에 최소 48시간의 간격을 두어 실험 참가자가 실험 코스를 기억하지 않도록 실험일정을 조절하였다. 두 종류의 실험 코스 중에 운전자가 회전해야 하는 교차로를 인지하지 못한 코스를 선정하여 추가정보 제공에 관한 검토를 하였다.

본 실험에서 추가정보를 제공한 교차로는, 교차로 부근에 랜드마크가 존재하지 않고 좌회전을 해야 하는 교차로로 선정하였다. 추가정보는 운전자가 교차로 진입 전 약 50m

지점까지 방향지시등을 조작하지 않았을 경우에 제공되도록 하였다. 이 교차로의 도로환경을 그림 12에 나타내었다.

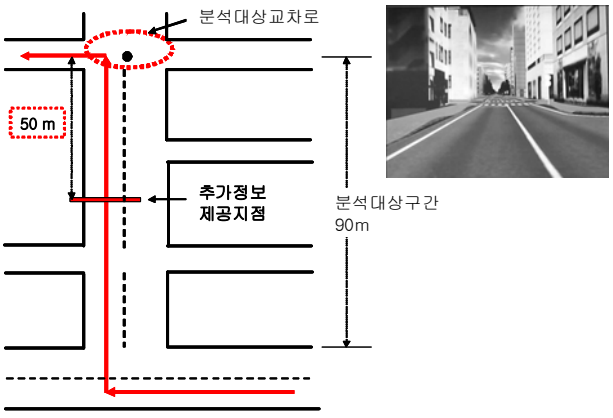


그림 12. 분석대상 교차로의 도로환경

6. 실험 결과

6.1 추가정보 유무에 따른 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점

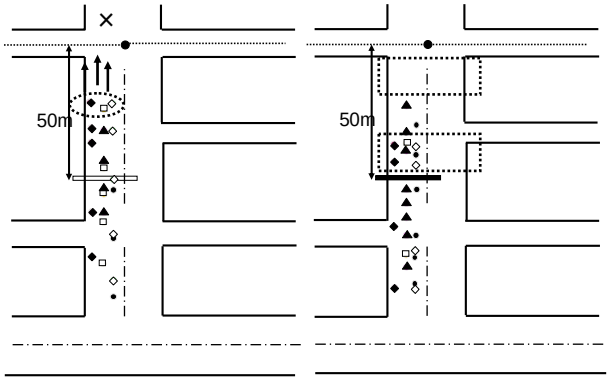
실험 1일째의 추가정보를 제공하지 않은 실험에서는 한 명의 운전자가 카 내비게이션의 경로유도정보 제공에도 불구하고 교차로에서 회전하지 않고 지나쳤다. 실험 2일째의 추가정보 제공 실험에서는 운전자 전원이 추가정보에 따라 교차로를 회전하였다.

분석대상 구간에서의 방향지시등 조작 지점 및 교차로 인지 지점의 결과를 그림 13에 나타내었다. 방향지시등 조작 지점은 추가정보 제공 유무에 관계없이 교차로 전 약 25m로 나타났다. 교차로 인지 지점의 통계적 유의차는 발견할 수 없었으나, 추가정보가 제공된 경우가 교차로 전 약 40m로 추가정보가 제공되지 않은 경우보다 약 10m 사전에 인지한 경향을 보였다.

6.2 추가정보 유무에 따른 시인행동

그림 14는 카 내비게이션 화면 주시 지점을 분석한 시인행동의 결과이다. 추가정보가 제공되지 않은 경우에는 카 내비게이션 화면을 주시한 시인 지점이 교차로 전 50m 구간에 산재하였고, 교차로 진입 직전 약 20m 부근에서도 빈번히 화면을 주시한 행동이 관측되었다. 그러나, 추가정보가 제공된 경우에는 카 내비게이션 화면을 주시한 지점이 교차로 전 약 50m에서 25m 구간에 집중하였고, 교차로 진입 직전에서 20m 구간에서는 시인행동이 관측되지 않았다.

교차로 진입 전의 카 내비게이션 화면에 대한 시인시간을 그림 15에 나타내었다. 추가정보가 제공되지 않은 경우보다 추가정보가 제공된 경우가 카 내비게이션 화면에 대한 시인시간이 짧은 경향을 보였다($F(1,45)=4.41$, $p<0.05$).



(a) 추가정보 무 (b) 추가정보 유

그림 14. 카 내비게이션 화면에 대한 시인 지점

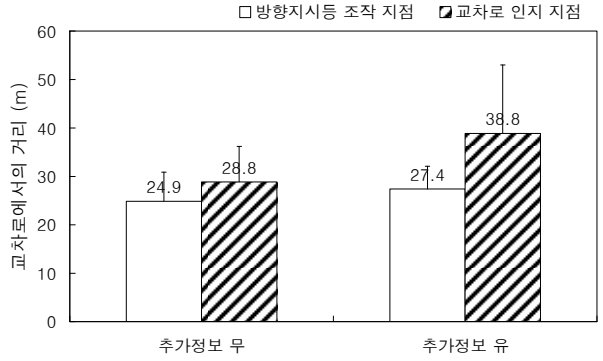


그림 13. 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점

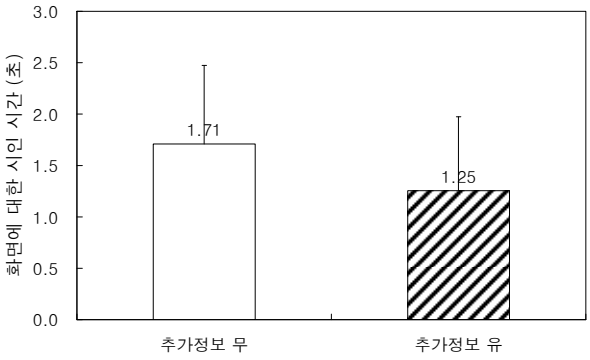


그림 15. 카 내비게이션 화면에 대한 평균시인시간

6.3 추가정보 제공에 대한 설문 결과

실험 종료 후 추가 실험에 관한 설문조사에서 실험 참가자 모두가 생각하지 못한 추가정보의 제공으로 조금 놀랐다고 하였으나 운전에 대한 지장은 없었다고 했다. 실제로 조금 놀람에 따른 급감속 등의 운전행동은 관측되지 않았고, 추가정보의 제공 시점에 관해서는 실험참가자 2명은 다소 늦은 감이 있다고 하였고, 3명은 적절하다고 하였다.

7. 드라이빙 시뮬레이터 실험의 고찰

본 실험에서 분석대상인 교차로는 직진구간이 90m로 비교적 짧고, 특징적인 랜드마크가 존재하지 않았기 때문에 운전자들은 교차로 인지가 용이하지 않았다고 추정된다. 실험결과 또한 한 명의 운전자가 교차로를 인지하지 못하였으며, 교차로 바로 전에서 교차로 인지 지점이 존재하였다. 이러한 교차로에서 운전자에게 카 내비게이션과 방향지시등을 연동한 추가정보를 제공함으로써 운전자에게 회전해야 하는 교차로가 근 거리에 존재한다는 것을 사전에 인지시켜 주는 효과가 있었다.

추가정보 제공 유무에 따른 교차로 인지 지점과 방향지시등 조작 지점의 거리를 비교하면, 추가정보를 제공하지 않은 경우는 거리의 차이가 약 5m로 짧으나, 추가정보를 제공한 경우는 약 10m로 나타났다. 대다수의 실험 참가자가 분석대상 구간에 있어서 20km/h 정도의 속도로 주행한 것을 고려한다면, 추가정보 제공 시에는 교차로를 인지한 후에 방향지시등을 조작할 때까지 2초 정도의 시간적 여유를 가졌다. 그러나, 추가정보를 제공하지 않은 경우는 교차로 인지 거리가 짧아 시간적인 여유가 그만큼 줄어든다 하겠다. 따라서, 추가정보의 제공은 회전해야 하는 교차로를 인지한 지점에서 방향지시등을 조작하는 데까지 조금이나마 시간적 여유를 부여할 수 있으리라 사려한다. 또한, 시인행동에서도 추가정보를 제공한 경우, 정보제공 직후(교차로 전 약 50m)에 카 내비게이션 화면에 대한 시인행동이 빈번히 발생한 것으로부터, 추가정보의 제공으로 보다 조속히 회전해야 하는 교차로의 인지에 기여하였다고 볼 수 있다.

본 연구가 일본 도로에서 일본인을 대상으로 이루어졌으나, 경로유도정보 및 시스템에 대한 기본적 사고방식 및 효율성은 한국 도로 환경에서도 동일하다고 사료된다. 또한, 도로주행환경 변화에 따른 위험성을 고려한다면[전용욱 등, 2009], 본 연구를 통한 추가정보 제공은 일본 도로에서 한국인의 안전을 향상시킬 수 있는 하나의 방법이라 사려한다.

8. 결 론

본 연구에서는 운전자가 회전해야 하는 교차로의 인지가 늦거나 인지하지 못하여 방향지시등을 조작하지 않았을 경우, 카 내비게이션과 연동시켜 운전자에게 추가정보 제공의 효과를 검토하였다.

실차 실험으로 좌 · 우회전을 하기 위하여 교차로 접근 시에 교차로 부근의 랜드마크 유무에 따른 운전자의 시인행동, 방향지시등 조작 지점 및 회전 교차로 인지 지점 등을 추출하였고, 이를 토대로 카 내비게이션과 방향지시등 조작을 연동시켜 운전자에게 추가정보 제공의 효과를 드라이빙 시뮬레이터를 이용하여 검토하였다. 그 결과, 추가정보를 제공함으로써 회전해야 하는 교차로 인지가 늦은 운전자에게 교차로 인지가 향상되었고, 경로선택 오류를 감소시키는 등 보다 편리한 주행환경 제공에 효과가 있었다.

본 연구에서는 20대의 젊은 운전자를 대상으로 검토하였으나, 추후 고령 운전자 및 여성 운전자에 관한 검토가 필요하며, 교차로 인지에 영향을 미치는 교통상황에 따른 검토가 필요할 것이다.

한편, 일본의 도로환경의 경우, 한국과 주행방향이 반대이므로 본 연구를 한국도로 및 한국 운전자에게 직접 적용하기에는 다수의 변수들이 작용할 것이나, 한국도로에서의 교차로 접근 시에 방향지시등 및 교차로 인지 지점에 대한 검토를 통하여 한국인 운전자의 특성을 고려한 경로유도안내 및 시스템 설계를 위한 기본 연구로 활용 가능할 것이다.

참고 문헌

전용욱, 大門 樹, 도로주행환경 변화와 핸들종류에 따른 운전자 부하 및 행동특성, *대한인간공학회*, 28(2), 9-16, 2009.

일본국토교통성(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan) 홈페이지, http://www.mlit.go.jp

JAMA, Guideline for In-Vehicle Display Systems - Version 3.0, *Japan Automobile Manufacturers Association*, 2004.

Jeon, Y., Study on Human Interface of In-Vehicle Route Guidance Systems base on Right-hand Side Driver Behaviors, *Ph.D. thesis, Keio University*, 2008.

Jeon, Y., Okada, R., Daimon, T. and Kawashima, H., Preliminary Study on Driving Behavior of Non-Japanese Drivers Using Various Types of Route Guidance Information, *Review of Automotive Engineering*, 28(3), 399-405, 2007.

May, A., Ross, T. and Osman, Z., The design of next generation in-vehicle navigation systems for the older driver; *Interacting with Computers*, 17(6), 643-659, 2005.

SAE J2396, Definitions and experimental measures related to the specification of driver visual behavior using video based techniques, *SAE Recommended Practice*, 2000.

Underwood, G., Chapman, P. and Brocklehurst, L., Visual attention while driving: sequences of eye fixations made by experienced and novice drivers, *Ergonomics*, 46(6), 629-646, 2003.

Wittmann, M., Kiss, M., Gugg, P., Steffen, A., Fink, M., Poppel, E. and Kamiya, H., Effects of display position of a visual in-vehicle task on simulated driving, *Applied Ergonomics*, 37(2), 187-199, 2006.

麻生 勤, 村木 俊彦, 伊藤 敏行, 地図ナビとTBTナビの有効性比較研究, *JARI Research Journal*, 22(2), 82-85, 2000.

宇野 宏, 人間の特性を考慮した視聴覚表示による情報提供方法, *自動車研究*, 58(12), 22-27, 2004.

大貫 和俊, 古賀 靖章, カーナビゲーションの最新動向 –最速ルート探索機能搭載ナビゲーションの紹介ー, *自動車技術*, 60(2), 76-80, 2006.

佐藤 稔久, 赤松 基之, 前後車両との位置関係がドライバー右折準備行動に及ぼす影響, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 8(3), 411-421, 2006.

佐藤 稔久, 赤松 基之, 運転行動データベースを利用したドライバー右折準備行動の解析, *自動車技術会論文集*, 37(2), 167-172, 2006.

篠原 一光, 三浦 利章, 車載情報機器からの情報取得後の視覚探索における持続的注意転導効果, *国際交通安全学会誌*, 30(3), 318-326, 2005.

田久保 宣晃, 西田 泰, 車載情報機器と交通事故, *人間工学*, 36(特別号), 148-151, 2000.

森田 和元, 関根 道昭, 益子 仁一, 岡田 竹雄, 走行時に運転手が獲得可能な車内音声情報量, *自動車技術会学術講演会前刷集*, No.5-04, 17-22, 2004.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 전 용 욱 ❖ jyw0673@empal.com

게이오대학교 공학박사

현 재: 게이오대학교 첨단과학기술연구센터 연구원

관심분야: HMI, ITS, AHS, Kansei Engineering

❖ 大門 樹(Daimon, Tatsuru) ❖

Keio University, Ph.D in Engineering

현 재: Professor of the Dept. of Administration Engineering, Keio University

관심분야: HMI, HF in ITS, Cognitive modeling

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2009년 05월 07일

논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2009년 08월 05일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2009년 08월 10일