

교차로 인지와 방향지시등 조작 지점에 관한 검토

전용욱[†] ·大門 樹^{*}

게이오대학 첨단과학기술연구소 · *게이오대학 이공학부
(2009. 4. 2. 접수 / 2009. 6. 8. 채택)

Position of Intersection Recognition and Turn Signal Operation Approaching at Target Intersection

Yong-Wook Jeon[†] · Daimon Tatsuru^{*}

Keio Leading-edge Laboratory of Science and Technology, Keio University

^{*}Faculty of Science and Technology, Keio University

(Received April 2, 2009 / Accepted June 8, 2009)

Abstract : In-vehicle route guidance information(RGI) systems have been developed with the advancement of the information and communication technologies. However, the RGI is provided by a pre-determined option, drivers occasionally pass the target intersection owing to non- or late- recognizing it. The purpose of this experiment is to examine the position of driver's turn signal operation and intersection recognition approaching at the target intersection which is difficult to identify as a preliminary 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 intersection recognition from the target intersection according to driving lanes and landmarks at adjacent intersection. And, glance behavior to the car navigation display was evaluated by using an eye camera. The results indicate that drivers operate the turn signal after confirming a landmark in the case of the intersection with it. However, most case of driving, drivers operate the turn signal at 40 to 50m before coming to the target. To provide the additional RGI, when drivers do not operate the turn signal approaching at the target intersection based on the results, is expected to improve the traffic safety and the comfort for drivers.

Key Words : car navigation, driving assistant system, route guidance, turn signal operation

1. 서론

카 네비게이션은 디지털 지도상에 목적지까지 최단경로를 표시하는 영상정보와 운전자의 경로 인지를 보다 용이하도록 음성정보를 제공하여 경로안내를 하는 것뿐만 아니라, 교차로명, 교차로 확대 지도 등 다양한 형태의 정보를 제공하여 운전자의 인지 능력을 향상시키도록 제공되고 있다¹⁻³⁾. 이러한 카 네비게이션은 최단경로를 알려주는 경로유도 정보제공이라는 주된 기능에 더불어 교통정보 및 관광정보, 안전지원정보 등 다양한 정보가 추가됨으로써 앞으로 더욱더 보급이 확대될 것이라 예상되고 있다^{4,5)}. 카 네비게이션 기술이 세계적으로 앞서 있는 일본의 경우, 2008년 12월 현재, 8천만 대의

자동차 중에 2천8백만 대 가량이 카 네비게이션을 탑재하고 있고, 이중, 승용차의 장착률은 37.4%나 이른다⁶⁾.

최근, ITS(Intelligent Transport Systems) 연구가 활발하게 진행되어 경로유도정보에 대한 운전행동과 정신적 부담에 관한 연구^{3,7,8)} 및 차량기기의 사용에 따른 도로나 사물을 주시하는 시인행동^{9,10)} 등 운전지원정보 및 시스템에 관한 다양한 연구가 다방면으로 이루어지고 있지만¹¹⁻¹³⁾, 카 네비게이션 등의 차량기기와 자동차 주행 장치를 연동시켜 운전지원정보의 제공에 관한 문제를 다룬 연구는 미미한 실정이다.

기존의 카 네비게이션 시스템과 운전자의 상호작용(interaction)은 카 네비게이션이 운전자에게 일방적인 정보제공이 대다수로, 운전자가 카 네비게이션을 설정하는 것은 경로안내에 관한 표시방법이나

[†] To whom correspondence should be addressed.
jyw0673@empal.com

음성정보의 제공방법에 관한 설정만으로 한정되어 있어 다양한 형태의 정보를 제공할 경우에도 정보 내용과 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 네비게이션의 상호작용을 충분히 고려한 시스템 설계의 개선 또한 필요하다. 이러한 예로써, 본 연구에서는 운전조작의 기능 일부와 카 네비게이션의 경로유도정보를 연동시키는 시스템을 구축하기 위한 기초 연구로, 운전자가 회전해야 하는 교차로에 접근 시에 방향지시등을 조작하는 지점과 교차로 인지 지점에 대하여 검토하였다.

2. 실험

실제 도로환경에서 실험 차량을 이용하여 미리 설정된 목적지를 향하여 경로유도정보에 따라 주행하는 동안, 직진구간에서 회전해야 하는 교차로에 진입하기 전까지의 방향지시등 조작 타이밍을 검토하였다.

2.1. 실험차량 및 장비

실차실험에 사용한 차량(Toyota, Sienta, 1500 cc, 왜건타입)에는 도로환경과 교통상황을 관측하기 위하여 4대의 CCD Camera(PanasonicTM, WW-KS152)를 설치하였으며, 운전행동을 측정하기 위하여 Drive recorder(AKIBATM, MU-04)를 탑재하였으며, 차량 탑재용(on-dash type) 카 네비게이션(PanasonicTM, Strada F-Class CN-HDS915TD)을 통하여 경로유도정보를 제공하였다. 카 네비게이션 디스플레이는 Fig. 1과 같이 콘솔의 중앙 상부에 설치하였다. 카 네비게이



Fig. 1. Position of car navigation display.

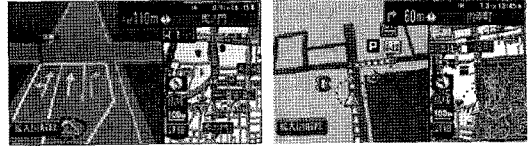


Fig. 2. Examples of car navigation display at approaching the target intersection.

션의 축척은 100m로 하였고, 헤딩 업 (Heading-up)으로 설정하였다. 또한, 교차로 진입 전에 음성정보와 교차로 확대지도가 Fig. 2와 같이 제공되도록 설정하였다.

2.2. 실험 참가자

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

2.3. 실험 주행 코스

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

2.4. 측정항목

차량에 설치된 CCD Camera에 녹화된 주행 중의 운전자의 운전조작, 차량 주변의 도로환경, 교통상황, 카 네비게이션 상태 등과 Eye Camera(NACTM, Eye Marker Recorder, EMR-8B)를 이용하여 운전자의 시인행동을 분석하였다. 영상 데이터는 차량주변의 전·후·좌·우 영상과 Eye Camera의 출력영상, 카 네비게이션의 화면, 센서 상태 등을 녹화한 영상 등으로 구성되었다. 계측장치를 이용하여 녹화된 영상 데이터의 예를 Fig. 3에 나타내었다. 또한, 회전 교차로로 접근 시의 교차로 인지 지점을 파악하기 위하여 버튼 장치를 설치하여 피험자가 주행 중에 회전해야 하는 교차로를 인지하였을 때에 버튼을 누르도록 지시하였다. 버튼은 핸들 왼편의 와이퍼 레버의 가장자리에 설치하여, 운전자가 핸들에서 손을 떼지 않아도 조작이 가능하도록 설치하였다. Fig. 4는 교차로 인지 지점을 파악하기 위

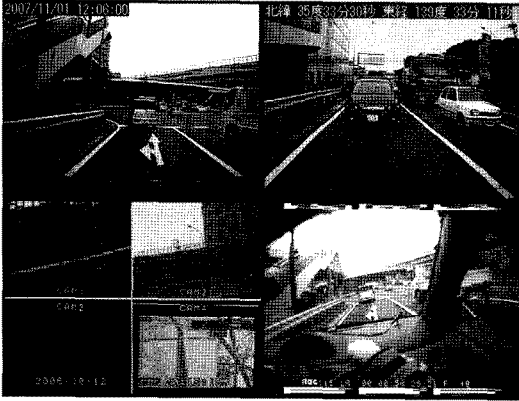


Fig. 3. Examples of recorded screen in field test.

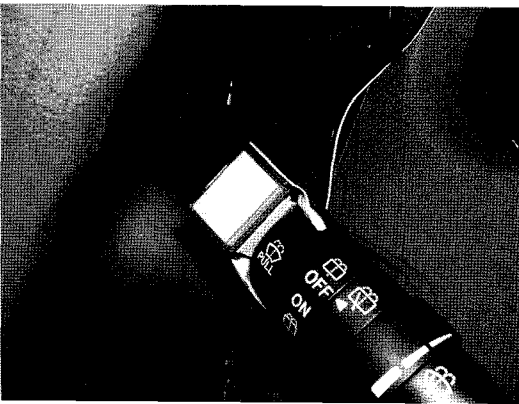


Fig. 4. Control device for recognition position to the target intersection.

해 설치한 버튼 장치를 보여준다.

운전자가 방향지시등을 조작하는 타이밍은 교차로로 접근하는 동안의 도로환경과 교통상황, 운전자의 심리상태 등에 큰 영향을 미친다는 보고가 있다^{14,16)}. 따라서, 본 실험에서의 실험변수를 교차로에서의 좌·우회전, 교차로 진입 전의 주행 차로(1차로와 2차로), 교차로 부근에 편의점이나 은행 등의 랜드마크가 있는 교차로와 랜드마크가 없는 교차로 등을 고려하여 교차로를 분류하였다. ANOVA(분산분석)와 T-test를 통하여 두 변수의 관계 및 특성치의 유의차를 분석하였다.

2.5. 실험 순서

운전자에게 Eye Camera를 장착하여 각 실험 코스의 출발지에서 카 네비게이션으로부터 제공되는 경로유도정보에 따라 목적지까지 주행하도록 지시하였다. 실험은 주 1회에서 1.5회의 비율로 각 실험 코스를 1회씩, 약 2개월간 실험차량을 이용하여 주

행하도록 하였고, 회전해야하는 교차로를 인지하였을 때에 Fig. 4의 교차로 인지 지점 확인 버튼을 누르도록 지시하였다. 목적지에 도착한 후에는 주행에 관한 간단한 설문을 실시하였다.

3. 결과

3.1. 차로에 따른 비교

3.1.1. 차로에 따른 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점

Fig. 5는 교차로에서 좌·우회전*을 하기 위하여 교차로 접근 시에 방향지시등을 조작한 지점과 회전 교차로를 인지하였을 때의 버튼 조작지점에 대한 결과를 나타내며, 좌·우회전을 위한 교차로 접근 시의 도로 주행차로로 분류하였다.

회전 교차로 인지 지점의 경우, 좌회전과 우회전에서 큰 차이는 나타나지 않았으나, 1차로에서 주행 시에는 교차로 진입 전 약 70m, 2차로는 약 130m 전으로 나타나, 2차로에서 주행 할 경우가 회전 교차로 접근 시에 사전에 인지하는 경향을 보였다(좌회전: $t=-1.99$, $p<0.05$, 우회전: $t=-6.12$, $p<0.01$).

한편, 방향지시등을 조작한 지점의 경우, 우회전을 하기 위하여 1차로에서 교차로로 접근할 경우에는 교차로까지의 거리가 약 40m 전에 나타났으나, 2차로의 경우에는 1차로의 경우보다 약 45m 사전인 교차로 전 약 85m에서 방향지시등을 조작하는 경향을 보였다($t=2.92$, $p<0.01$). 또한, 2차로에서 주행 할 경우, 좌회전보다 우회전의 경우가 사전에 방향지시등을 조작한 것으로 나타났다($t=9.95$, $p<0.01$).

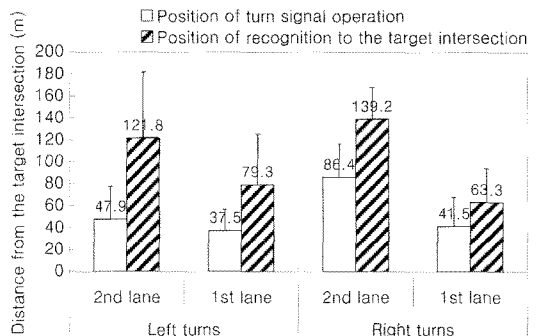


Fig. 5. Position of intersection recognition and turn signal operation at approaching target intersection.

* 일본 도로주행시스템의 경우, 도로 중앙선을 중심으로 좌측방향에서 주행하므로, 좌·우회전이 한국과 반대로 교차로에서 우회전 신호 대기기를 함.

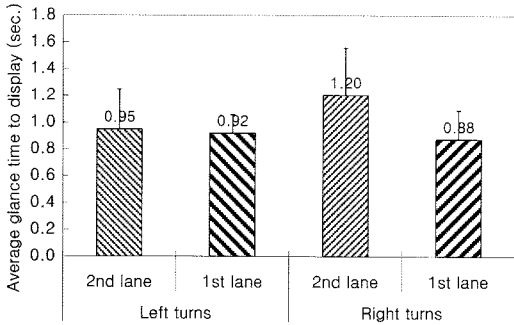


Fig. 6. Average glance time to car navigation display.

교차로 인지 지점과 방향지시등 조작 지점의 차이를 보면, 1차로에서 좌·우회전을 할 경우, 방향지시등을 조작을 하기 전 약 20~40m 전에 교차로를 인지하였고, 2차로의 경우는 50~70m 전에 교차로를 인지한 것으로 나타났다.

3.1.2. 차로에 따른 시인행동

회전해야하는 교차로에 진입하기 전까지 주행 중에 카 네비게이션 화면을 주시한 시인행동을 분석하였다. 좌·우회전을 위한 교차로 접근 시와 주행 차로로 나누어, 카 네비게이션 화면에 대한 1회 평균시인시간을 Fig. 6에 나타내었다.

좌회전을 하기 위하여 교차로로 접근 할 경우는 1차로와 2차로에서 주행 시에 약 0.9초로 평균시인시간이 거의 동일하였으나, 우회전을 하기 위하여 교차로로 접근할 경우는 1차로에서 주행 시에 2차로보다 약 0.25초 정도 평균시인시간이 짧았다 ($t=-2.69, p<0.05$).

Fig. 7은 회전 교차로로 접근 시에 카 네비게이션 화면에 대한 시인빈도를 나타낸다. 1차로에서 좌회전을 하기 위하여 교차로로 접근 할 경우에 약 0.18회/초로 타 조건보다 다소 높은 경향을 보였으나 큰 차이가 없는 것으로 나타나, 회전 교차로로

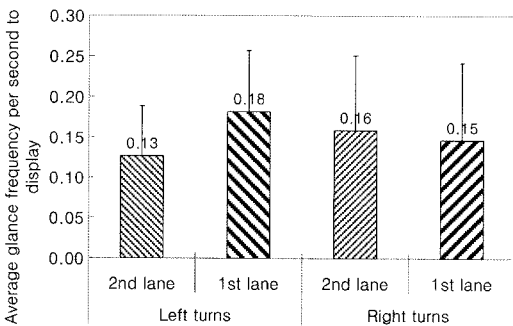


Fig. 7. Average glance frequency per second to car navigation display.

접근 시에 좌우회전 및 주행차로의 차이가 시인빈도에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다($F(3,46)=2.22, p>0.05$).

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 1차로와 2차로로 구분하여 방향지시등 조작 타이밍과 교차로 인지 지점에 대하여 Fig. 8에 나타내었다.

우회전의 경우에는, 교차로에 접근할 때에 교차로 진입 부근의 도로환경이 1차로에서 우회전 전용 차로로 분리되거나 우회전 신호 대기과 같이 교통 환경에 크게 영향을 받는 등 교통신호와 전용차로 등이 랜드마크의 역할을 할 가능성이 높기 때문에 (1차로와 2차로 주행의 경우가 상이하므로) 분석 대상에서 제외시켰다.

랜드마크가 존재하지 않은 경우, 방향지시등 조작 지점은 1차로에서 주행할 경우보다 2차로에서 주행할 경우에 약 30m 사전에 이루어졌고($F(1,12)=5.94, p<0.05$), 2차로에서 주행시에 랜드마크가 존재하였을 경우보다 사전에 조작하였다($F(1,12)=13.26, p<0.01$). 랜드마크가 존재하는 경우에는 1, 2차로에서 교차로 진입 전 약 30m에서 방향지시등을 조작한 경향을 보여, 랜드마크가 존재하지 않는 경우보다 늦은 경향을 보였다.

교차로 인지 지점의 경우는, 랜드마크 존재 유무에 따른 주행차로 간에 통계적 차이는 발견되지 않았지만, 랜드마크 존재 유무에 상관없이 1차로 보다 2차로에서 주행시에 사전에 인지한 것으로 나타났다. 교차로 인지 지점 또한 랜드마크가 존재하지 않은 경우보다 늦게 인지한 것으로 나타났다.

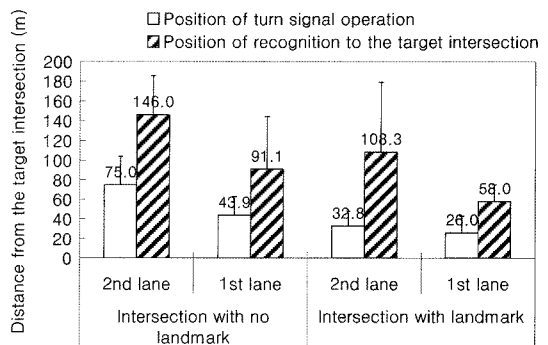


Fig. 8. Position of intersection recognition and turn signal operation at approaching target intersection before turning left.

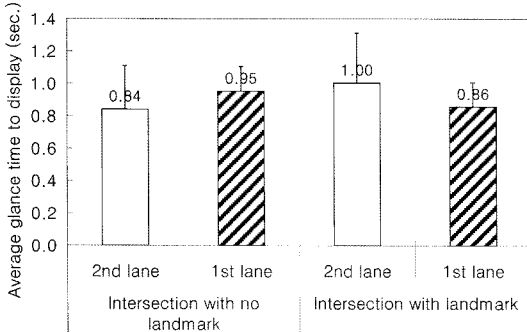


Fig. 9. Average glance time to car navigation display before turning left.

3.2.2. 좌회전 시의 랜드마크의 유무에 따른 시인행동

카 네비게이션 화면에 대한 평균시인시간은 랜드마크가 존재하지 않은 교차로에서는 1차로에서 주행 시에 평균값이 높았고, 랜드마크가 존재한 교차로에서는 2차로에서 높게 나타났으나, 랜드마크의 유무에 따른 통계적 차이는 나타나지 않았으므로, 카 네비게이션 화면에 대한 시인시간은 랜드마크 존재 유무와 차로에 따른 영향은 크게 없는 것으로 나타났다($F(3,22)=2.63, p>0.05$).

4. 고찰

랜드마크가 존재한 경우, 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점이 랜드마크가 존재하지 않은 경우보다 늦게 나타나는 경향을 보였다. 랜드마크가 존재한 경우에는 운전자들이 교차로 부근에 있는 랜드마크를 직접 확인하고 난 후 교차로 인지 지점 버튼 및 방향지시등을 조작한 것으로 추정된다. 랜드마크가 존재한 교차로의 경우, 거의 모든 운전자가 경로선택에 문제없이 교차로에서 회전하였고, 목적지까지 무사히 도착하였다. 반면, 교차로에 랜드마크가 존재하지 않은 곳에서 좌회전을 하기 위하여 교차로에 접근 할 경우에는 교차로 부근의 랜드마크에 의존하지 않고, 운전자가 교차로에 접근하기 사전부터 도로형태나 거리 등으로 판단하는 것으로 사료된다.

랜드마크 유무에 상관없이 주행한 상황을 보면, 회전 교차로를 인지한 지점은 1차로와 2차로에서 주행할 경우 상이한 것으로 나타났다. 좌회전의 경우는 2차로에서 교차로로 접근하여야 하므로 회전 차로로 주행 시에 운전자가 미리 인지하였다고 추정되며 1차로에서 주행 시보다 회전 교차로를 상당히 사전에 인지하였으나, 방향지시등 조작 지점

은 1차로와 2차로 주행에서 어느 정도 일정한 약 40~50m로 거의 동일한 조작 타이밍을 보였다. 한편, 우회전을 하기 위해 교차로에 접근할 경우, 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점이 1차로와 2차로 주행의 경우가 상이하게 나타났다. 이러한 결과의 원인으로서는 후방차량에게 우회전 의사를 알리기 위하여 방향지시등을 사전에 조작하였다고 사료된다.

회전해야하는 교차로로 접근 시에 좌·우회전에 따른 카 네비게이션 화면에 대한 시인행동이 거의 동일한 것으로 나타나, 카 네비게이션에서 제공되는 정보에 대한 시인행동과 회전방향은 서로 영향을 주지 않는다고 사료된다. 또한, 랜드마크 존재 유무에 따른 카 네비게이션 화면에 대한 평균시인 시간에도 특별한 차이는 발견할 수 없었다. 그러나, 우회전의 경우는 주행차로에 따라 조금 상이한 경향을 보였는데, 1차로에서 주행 시에 교차로 인지 지점 및 방향지시등 조작 지점이 2차로에서 주행보다 교차로에 근접하여 나타났으므로, 카 네비게이션 화면을 주시할 여유가 없거나 단순한 확인에 의한 시인행동에 기인하였기 때문에 평균시인 시간이 낮게 나타난 것으로 추정된다.

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. 또한, 본 연구 결과를 토대로 추가정보 제공에 따른 효과 및 운전자의 영향을 검토하는 등 계속적인 연구가 필요하다고 사료하며, 추가정보 제공 시의 교차로까지의 거리 및 속도에 따라 정보제공 유무 및 내용에 관한 검토 또한 필요할 것이다.

한편, 일본의 도로환경의 경우, 한국과 주행방향이 반대이므로 본 연구를 한국도로 및 한국 운전자에게 직접 적용하기에는 적잖은 변수들이 작용할 것으로 사료되나, 한국 도로에서의 교차로에 접근 시에 방향지시등 및 교차로 인지 지점에 대한 검토를 통하여 한국인 운전자의 특성을 고려한 경로유도안내 및 시스템 설계를 위한 기본 연구로 활용 가능하리라 사료한다.

5. 결론

본 연구에서는 실차 실험을 통하여 좌회전 및 우회전을 하기 위한 교차로 접근 시에 랜드마크의 유무와 회전 교차로로 접근 시의 주행차로에 따른

방향지시등의 조작 타이밍 추출과 회전 교차로 인지 지점을 추출하였다.

그 결과, 회전해야하는 교차로에 랜드마크가 존재하는 경우에는 랜드마크를 확인하고 방향지시등을 조작하는 경향이 나타났으나, 랜드마크가 존재하지 않아 교차로 인지가 용이하지 않은 교차로의 경우, 교차로 진입 전 40m에서 50m 지점에서 방향지시등을 조작하지 않았을 경우에는 운전자가 회전해야하는 교차로를 인지하지 못하였다고 판단된다.

본 연구를 통해 얻는 결과를 토대로, 카 네비게이션의 경로유도정보와 방향지시등 조작 기능을 연동시켜 운전자가 미리 설정한 카 네비게이션의 경로에 따라 주행 중에 상기 지점에서 방향지시등 조작을 하지 않았을 시에 교차로 회전에 관한 추가 정보를 제공한다면, 운전자에게 보다 안전하고 쾌적한 주행을 제공 가능하리라 기대한다.

참고문헌

- 1) 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巻, 12号, pp. 22~27, 2004.
- 2) 森田和元, 關根道昭, 益子仁一, 岡田竹雄, “走行時に運転手が獲得可能な車内音聲情報量”, 自動車技術會學術講演會前刷集, No. 5-04, pp. 17~22, 2004.
- 3) May, A., Ross, T. and Osman, Z., “The design of next generation in-vehicle navigation systems for the older driver”, *Interacting with Computers*, Vol. 17, No. 6, pp. 643~659, 2005.
- 4) 杉本, “車載用ディスプレイ 国内カーナビゲーション市場の動向”, 月刊ディスプレイ, 12巻, 3号, pp. 1~3, 2006.
- 5) 大貫, 古賀, “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”, 自動車技術, 60巻, 2号, pp. 76~80, 2006.
- 6) Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism of Japan, <http://www.mlit.go.jp>
- 7) 神谷 公一, “運轉者情報處理の効率化について”, 自動車研究, 46巻, 1号, pp. 74~80, 1992.
- 8) Uang, S. and Hwang, S., “Effects on driving behavior of congestion information and of scale of in-vehicle navigation systems”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 11, No. 6, pp. 423~438, 2003.
- 9) SAE Recommended Practice, “Navigation and route guidance function accessibility while driving”, SAE J2364, 2005.
- 10) Underwood, G., Chapman, P. and Brocklehurst, L. “Visual attention while driving: sequences of eye fixations made by experienced and novice drivers”, *Ergonomics*, Vol. 46, No. 6, pp. 629~646, 2003.
- 11) 高橋 宏, “ITSを支える技術とその課題—車載センサ・人間—機械系の視点から”, 日本ファジィ學會 第34回學術講演會, 1999.
- 12) Alexander, J., Barham, P. and Black, I., “Factors influencing the probability of an incident at a junction: results from an interactive driving simulator”, Elsevier Science Ltd. Vol. 34, No. 6, 2002.
- 13) 전용욱, 大門 樹, 川嶋 宏尙, 권규식, “도로주행방향 변화에 따른 운전 특성 및 주관적 부하의 운전 시뮬레이터 기반 비교 평가”, 산업경영시스템학회, 제32권, 제1호, pp. 26~33, 2009.
- 14) 佐藤 稔久, 赤松 基之, “直進先行車との車間距離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シンポジウム論文集*, pp. 357~362, 2005.
- 15) 佐藤 稔久, 赤松 基之, “前後車兩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學會論文集*, 8巻, 3号, pp. 411~421, 2006.
- 16) 佐藤 稔久, 赤松 基之, “運轉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”, 自動車技術會論文集, 37巻, 2号, pp. 167~172, 2006.