

고속국도에서의 주행속도 차이에 따른 운전자 평균 주시시간 특성에 관한 연구

Characteristic Analysis on Drivers' Glance Durations with Different Running Speeds on the Expressway

심현정* (Hyeon-Jeong Sim) (Hanbat National University)
도명식** (Myung-sik Do) (Hanbat National University)
정규수*** (Kyu-soo Chong) (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

요 약

운전자는 다양한 종류의 교통정보를 여러 방식을 통해 받을 수 있지만, 인적요소를 고려한 정보 서비스는 이루어지지 않고 있다. 본 연구는 운전자 인적요소에 대한 기초 연구를 실행하기 위해 고속국도 주행 시 다양한 주행환경에서 속도의 차이에 따른 운전자 평균 주시시간의 특성 분석을 목표로 하였다. 분석 시 속도 외에 영향을 줄 수 있는 변수를 통제하기 위하여 주행상황을 '주간에 선행 차량 없이 주행', '주간에 선행 차량이 존재하는 상황에서 주행', '야간에 선행 차량 없이 주행', '야간에 선행 차량이 존재하는 상황에서 주행' 4가지로 분류하였다. ANOVA Test를 활용하여 속도 그룹을 나누었으며 그룹별 평균 주시시간의 차이를 비교하기 위해 다중비교(multiple comparison)를 한 결과 도로, 선행 차량 항목은 속도가 증가함에 따라 평균 주시시간이 증가하고 전경 항목은 평균 주시시간이 감소하는 것으로 나타났다. 도로표지 항목은 속도에 따라 주시시간의 차이가 통계적으로 무의미한 것을 확인할 수 있었다.

핵심어 : 운전자 평균 주시시간, 분산분석, 운전자 인적요소, 안구 운동측정기기, 주행속도

ABSTRACT

Drivers can receive diverse types of traffic information through a number of methods. However, there are not enough information services considering human factors. In this study, as a basic research on human factors of the drivers, characteristic analysis on drivers' mean glance (fixation) durations with different running speeds on the expressway was performed under diverse running environments. To control variables other than running speeds, running environments were categorized into 4 types: 'daytime running without preceding vehicles', 'daytime running with preceding vehicles', 'nighttime running without preceding vehicles', and 'nighttime running with preceding vehicles'. Furthermore, ANOVA Test was used to divide speed groups. As a result of performing a multiple comparison to compare differences in glance behavior per each group, the road item and the preceding vehicles item showed an increase in mean glance durations as the speed increased, while the front view showed a decrease in mean glance durations. It was confirmed that the road sign showed no statistically significant difference in glance durations as the speed varied.

Key words : driver's glance behavior, ANOVA Test, driver's human factor, TalkEye Lite, running speed

* 주저자 : 한밭대학교 도시공학과 대학원 석사과정

** 교신저자 : 한밭대학교 도시공학과 교수

*** 공저자 : 한국건설기술연구원 SOC성능연구소 ICT융합연구실 연구위원

† Corresponding author : Myung-sik Do(Hanbat National University), E-mail msdo@hanbat.ac.kr

‡ Received 23 December 2015; reviewed 11 January 2016; Accepted 1 February 2016

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

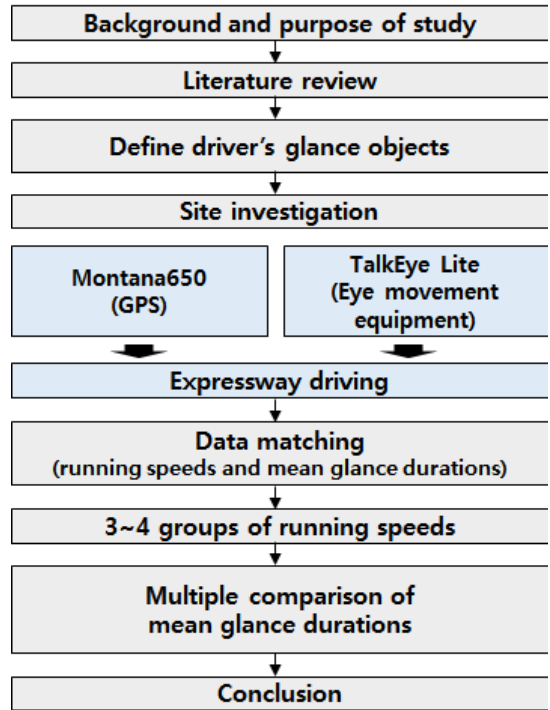
운전자는 도로 주행 시 주로 시각정보에 의존하여 자동차를 운전한다. 그러나 운전자의 시각 환경은 증가하는 도로 주변의 시설물, 교통표지, 주변 광고물 등으로 인해 점점 더 복잡해지고 있다. 이러한 복잡한 시각 환경은 운전자의 운전행태 및 능력에 상당한 영향을 미친다.

최근 운전자는 구간교통 정보, 교통통계 정보, 돌발 상황 정보 등을 다양한 경로를 통해 받을 수 있으며 이를 위한 기술들이 많이 개발된 상태이지만 인적요소를 고려한 정보 서비스는 받지 못하고 있다. 따라서 개개인의 인적 특징을 고려한 맞춤형 정보 제공을 위해선 운전자 인적요소에 관한 기초연구가 필요할 것이며 특히 시각에 관한 연구가 중요하다고 볼 수 있다.

국외의 경우 1970년대에 주행 상태에서의 안구의 움직임에 관한 연구가 활발하게 이루어졌으며 최근에는 고급차량정보제공 및 안전시스템에 운전자 행동 모델을 적용하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 운전자의 시각 행태를 활용한 정보 서비스를 실제 주행에 적용하고자 하는 국외와 달리 국내의 경우 아직 다양한 상황을 고려한 운전자 시각 행태에 관한 연구는 부족한 실정이다. 특히 기존 연구들은 안구에 대한 의학적 접근 또는 고령 운전자를 대상으로 주로 이루어 졌으며 특정 구간을 주행할 때의 시각 행태 특성 분석이 대부분을 차지, 속도를 고려한 연구는 적은 상황이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 주행환경에서 고속국도를 주행할 때 속도 차이에 따른 운전자 평균 주시시간의 특성을 알아보고자 하였다. 연구 흐름은 <Fig. 1>과 같으며 먼저 도로 주행 시에 운전자의 시야를 구성하는 항목을 도로, 선행 차량, 전경, 주행 차량, 도로표지, 미러, 기타로 구분하였다. 그리고 속도 이외의 다른 변수들의 영향을 통제하기 위하여 주행상황을 주/야간 선행 차량의 유/무에 따른 4가지 시나리오로 분류하였다. 그리고 ANOVA

(ANalysis Of VAriance; ANOVA) Test를 활용하여 실제 주행속도를 그룹화 하였으며 시나리오별로 주행속도 차이에 따른 평균 주시시간을 비교 분석하였다.



<Fig. 1> Flow Chart of Study

2. 선행연구 고찰

운전자가 주행 중 사물을 주시하고 있는 시간을 운전자 주시시간이라 하며 이에 관한 연구는 1970년대부터 국외에서 활발하게 연구되어 왔다. 이에 관한 선행 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

Murata(1973)는 주시시간 빈도분포에 관한 통계적 성질에 대한 연구를 수행하였으며 주시 행동의 집중도(K)를 도출하여 주시대상별로 주시 시간과 집중도는 다르다는 것을 확인하였다[1].

Mourant and Rockwell(1970)은 선행 차량의 유·무에 따른 운전자 시각 행태를 연구하였으며 같은 주시 사물을 대상으로 시야 제약에 차이를 둔 세 개의 시나리오를 가정하여 조사를 수행하였다. 실험

결과 주시 항목에 제약이 많을수록 운전자의 전체적인 시야 폭은 좁게 나타났으며, 선행 차량이 있는 경우가 없는 경우에 비해 시야가 더 좁고 아래쪽으로 치우쳐져 있는 것으로 나타났다[2].

Olson et al.(1989)은 직선 구간에 비해 커브 구간 주행 시 전방을 바라보는 비율에 차이가 있음을 발견하였다. 직선 구간의 경우 총 주시시간의 10%, 좌측 커브구간의 경우 30%, 우측 커브구간의 경우 40% 정도를 도로의 가장자리를 주시하는 것으로 확인하였다[3].

Caird et al.(2007)은 젊은 운전자는 고령 운전자에 비해 교차로에 접근 시 주행 차량의 속도, 교통 정보 등을 차량의 유리창 부분에 그래픽 이미지로 투영해 주는 장치인 Head-Up Display(HUD)를 자주 주시하는 것을 발견하였다. 이는 고령운전자가 교차로에 접근할 때 HUD 신호를 찾는 것에 대하여 익숙하지 않고 그에 대해 불편함을 느끼기 때문인 것으로 나타났다[4].

Rogé et al.(2004)은 연령과 주행속도의 차이가 운전자 시각 특성에 미치는 영향에 대해 연구한 결과 운전자의 나이가 시야에 미치는 영향은 미비하였고 주행속도는 주행 시물레이션 상의 운전자 신호 감지에 중요한 영향을 주는 것으로 분석되었다[5].

Kim et al.(2000)은 고속도로의 터널 구간을 대상으로 운전자의 시각 행태의 변화를 분석하는 연구에서 도로 환경이 주행성과 안정성에 큰 영향을 미침을 밝혔으며[6], Doh and Kim(2005)은 도로 기하구조 변화에 따른 운전자의 운전 특성을 분석한 결과, 도로 기하구조 선형의 변화가 큰 경우가 선형의 변화가 적은 경우에 비해 운전자의 시선 범위의 좌우축이 0.81배, 상하축이 0.83배 감소한다는 것을 파악하였다[7].

또한 Tivesten and Dozza(2014)는 시각 행태 분석을 통해 주행 중 휴대폰을 사용하는 것이 위험하다는 것을 지적하는 연구 성과를 발표한 바 있다[8].

선행연구를 고찰한 결과, 대체적으로 시물레이터를 활용한 가상 주행을 통해 분석이 이루어졌거나 일부 시설물을 대상으로 한 실험이 주로 이루어진 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 현실에서의 복잡한

도로 환경을 고려하지 못하였다는 한계점을 지니고 있었다.

II. 주행속도 차이에 따른 평균 주시시간

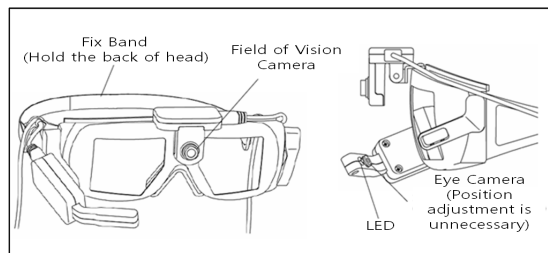
1. 조사 방법

본 연구에서는 차량의 주행속도 및 눈의 움직임인 안구 운동 데이터를 획득하기 위해 승용차량을 통한 현장조사 계획을 수립하였다. 고속국도 현장조사 구간은 데이터 수집의 용이성을 고려하여 대전광역시 유성 톨게이트에서 신탄진 톨게이트로 설정하였으며 실험 내용은 아래와 같다.

<Table 1> Outline of Experiments Method

Division	Contents
The subjects	7 adults aged 23 to 30 years old
Experiment	October 9 ~ 24 2015
Period and Time	16:30~20:30 p.m.
Experiment Equipment	Montana 650 GPS device, TalkEye Lite
Experiment Section	Yuseong TG ~ Sintanjin TG (16.43km)
Number of Experiments	7 times (Daytime & nighttime)
Vehicles	K5 and Sonata

실험 차량의 주행 속도는 Montana 650 GPS 기기를 활용하여 측정하였으며 시각 행태 측정은 TalkEye Lite의 고글을 활용하였다. TalkEye Lite 고글에는 <Fig. 2>와 같이 전방 카메라와 안구 인식 카메라가 장착되어있고, 30Hz 시간 단위로 안구의 움직임과 주시시간을 기록하게 된다.



<Fig. 2> Composition of TalkEye Lite

안구 운동 측정 장비의 특성상 강한 자외선이 존재하는 시간대에서는 데이터 취득에 어려움이 있어 조사 시간대는 주간인 경우 16:30~18:00시, 야간의 경우 19:00~20:30분으로 설정하였다.

2. 주시 대상 및 주행 상황 설정

주시 사물별 평균 주시시간을 산정하기 전에 운전자의 시야를 구성하는 주시 항목들을 <Fig. 3>과 같이 총 7가지로 분류하였다. 주시 사물 분류에서 ‘도로’는 도로 표면뿐만 아니라 차선, 노면표지, 가드레일 등을 포함한다. ‘선행 차량’이라 함은 피실험자가 운전하는 차량과 같은 차로의 100m 이내 앞에서 주행하는 차량을 의미하며, ‘주행 차량’은 ‘선행 차량’을 제외한 모든 차량을(옆 차로 추월 차량 및 반대편 주행 차량), ‘도로표지’는 고속국도 구간에 존재하는 도로표지 및 교통안전표지 등 모든 표지를 의미한다. ‘미러’는 백미러, 룸미러, 사이드 미러를, ‘기타’는 ‘미러’를 제외한 차량 내부 요소를 의미한다.

주행상태는 운전자의 시야에 영향을 미치며 ‘Open 주행’과 ‘Car-following 주행’ 2가지로 구분할 수 있다. ‘Open 주행’은 운전자가 선행 차량 없이 주행을 하는 경우이고 ‘Car-following 주행’은 선행

차량을 따라가는 주행을 말한다.

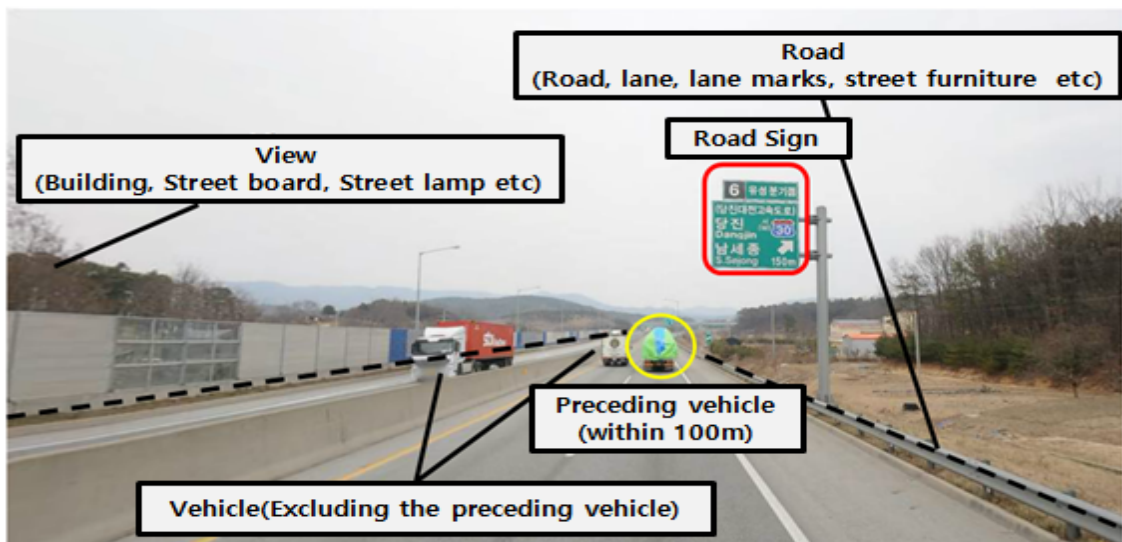
본 연구에서는 주행 시간대(주간/야간)와 선행 차량 유/무에 따른 평균 주시시간의 차이를 알아보기 위하여 분석 시 ‘주간 Open’, ‘주간 Car-following’, ‘야간 Open’, ‘야간 Car-following’의 4가지 상황을 고려하였다.

3. ANOVA Test를 활용한 그룹화

1) 데이터 가공

현장 조사 시 활용한 GPS 기기로부터 획득한 주행 데이터는 1초에 1회의 데이터가 수집되는 반면 TalkEye Lite에 대한 안구 움직임 데이터는 1초에 30회의 데이터가 수집된다. 따라서 데이터의 분석을 위하여 1초 동안 얻어지는 30개의 안구 운동 데이터를 1초 단위의 GPS 데이터에 매칭 시켰다. 여기서, 고속국도의 주행 특성이라고 보기 어려운 60km/h 이하의 저속 주행 데이터는 분석에서 제외하였다.

본 연구를 위해 현장조사를 수행한 횟수는 주간 7회, 야간 7회이다. 그러나 그중 1회의 주간 데이터는 현장 조사 시 운전자의 초점 문제로 인하여 데이터의 수집이 정상적으로 이루어지지 않아 분석에서 제외하였다. 따라서 본 연구에 활용된 데이터는 주간 6회, 야간 7회의 조사를 통해 획득한 데이터이다.



<Fig. 3> Components of Driver's Visual Objects

2) 주행속도 그룹

속도별 주시시간을 비교하려면 먼저 속도 데이터를 비슷한 속도끼리 그룹화 할 필요가 있다. 현장 조사에서 획득한 각각의 데이터(주간 6회, 야간 7회)를 하나의 집단으로 취급하여 속도 데이터에 대하여 분산분석을 실시하였다. 분산분석은 표본평균들의 차이(그룹 간 변동)를 그룹 내 변동과 비교함으로써 통계적으로 유의한가를 판단한다.

사후검정으로는 Scheffe를 사용하였으며 그 이유는 각 집단의 케이스 수가 같거나 달라도 상관없이 사용할 수 있기 때문이다. 사후검정을 통한 동일 집단 그룹을 이용하면 주시시간 비교를 위한 속도별 그룹화를 할 수 있다. 여기서 ANOVA Test 분석의 검증통계량은 F이며 검정하고자 하는 가설은 다음과 같다.

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_a = 0$$

$$H_1 : a개의 모평균 중 적어도 한쌍의 모평균들은 서로 다르다.$$

그룹들의 모분산들이 모두 동일하다는 가정하에 그룹 내 분산(오차분산)을 추정하면 식 (1)과 같다. 단, a는 그룹의 개수, n_i 는 i 그룹의 표본수, s_i^2 는 i 그룹의 표본분산이다.

$$s_w^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2 + \dots + (n_a - 1)s_a^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \dots + (n_a - 1)} \quad (1)$$

또한, 그룹 간 분산은 각 그룹의 표본평균 \bar{x}_i 들을 각 관측값으로 간주하여 구한다.

$$s_b^2 = \frac{\sum n(\bar{x}_i - \frac{\sum \bar{x}_i}{a})^2}{a - 1} \quad (2)$$

이 두 가지 분산을 비교하는데 이를 위해 식 (3)과 같은 분산비를 구한다.

$$F = s_b^2 / s_w^2 \quad (3)$$

처리효과가 없다면 F값은 1에 가깝게 나올 테고, 처리효과가 존재하면 임계값(기각치)보다 큰 값이 나올 것이다. 즉, $F \geq F(\alpha, a - 1, a(n - 1))$ 이면 H_0 을 기각한다.

분석 결과 주간·야간의 경우 유의 확률은 $p = .000$ 으로 나타났으며 <Table 2>와 같이 주간은 3개, 야간은 4개의 그룹으로 분류할 수 있었다. 그룹별 속도는 주간 68.30km/h~86.45km/h, 야간은 80.99km/h~104.65km/h로 주간에 비해 평균 속도가 높게 나타났다. 이는 야간 조사 시간대의 교통량이 주간에 비해 상대적으로 적었기 때문으로 판단된다.

<Table 2> 4 groups of Running Speeds

Group	Daytime	Nighttime
1	68.30km/h	80.99km/h, 81.77km/h
2	75.50km/h	85.87km/h
3	83.03km/h, 86.02km/h, 86.45km/h	90.82km/h, 91.42km/h
4	-	103.31km/h, 104.65km/h

4. 주행속도 차이와 주시 사물 평균 주시시간

분산분석을 활용하기 위해서는 선결되어야 할 가정이 있다. 첫째, 모집단의 분포가 정규분포이어야 하며, 둘째, 각 집단에 해당되는 모집단들의 분산이 같아야 한다는 것이다. 시나리오 중 도로 야간의 시각 행태는 정규성 검정 및 동질성 검정 결과 p값이 0.05보다 작아 대립가설이 채택되었기 때문에 비모수 검정을 활용하였다.

속도 차이에 따라 분산분석 및 다중비교를 실시한 결과는 <Table 3~4>와 같다. <Table 3>이 전체적인 시각 행태의 특성을 나타낸다면 <Table 4>는 속도 변화에 따른 운전자 시각 행태를 설명한다.

1) 평균 주시시간 차이 검정 결과

앞 절에서 언급한 7가지 주시 사물을 대상으로 실시한 기술 통계 및 분산분석 결과는 <Table 3>과 같다. 여기서 야간 주행에서의 도로항목 데이터는 정규성을 띄지 않았기 때문에 비모수 검정인

Kruskal-Wallis 기법을 활용하였다.

주행속도 차이에 따라 평균 주시시간이 일정한 패턴을 나타낸 항목은 4가지(도로, 선행 차량, 전경, 도로표지)로 나타났다. 도로, 선행 차량, 전경 항목은 유의 확률이 0.1보다 작게 나타나 90% 신뢰수준에서 속도에 따른 평균 주시시간이 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며 도로표지 항목은 대부분 유의 확률이 0.1보다 크게 나타나 속도에 따른 유의미한 차이는 없는 것으로 분석되었다.

먼저 도로 항목의 경우 주행속도가 증가함에 따라 평균 주시시간이 증가하는 추세를 보였으며 선행 차량이 없는 'open' 상태에서 도로를 주시하는 시간이 선행 차량이 있을 때 보다 긴 것으로 나타났다. 이는 선행 차량이 존재할 경우 선행 차량의 움직임에 의해 시선이 분산되기 때문에 도로를 오래 주시하지 못하기 때문으로 보인다.

또한, 선행 차량 항목의 경우에도 주행속도의 증가에 따라 전체적으로 주시시간이 증가하는 패턴을 보였으며 주간 주행 시에 비해 야간 주행 시의 주시시간이 긴 것으로 나타났다. 이는 야간 주행 시 도로의 주시 대상들을 구성하는 요소들이 적어지는 반면에 사물을 주시할 경우 상대적으로 오래 주시하기 때문이라고 판단된다.

전경 항목의 분석 시에는 야간 85km/h 이하의 주행 데이터의 샘플 수가 부족하여 일반적인 주시 특성을 나타낼 수 없다고 판단, 분석에서 제외하였다. 분석 결과, 앞에서 언급한 사물들과 달리 속도의 증가에 따라 평균 주시시간이 감소하는 추세를 보였다. 이는 운전자의 주행속도가 증가할수록 선행 차량 및 기타 교통여건의 변화에 집중을 하게 됨에 따라 전경 항목의 평균 주시시간이 감소한 것으로 판단된다.

도로표지 항목은 속도의 변화에 따라 주시시간의 차이가 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 주간과 야간의 주시시간을 비교할 경우 야간의 주시시간이 주간에 비해 긴 것으로 나타났는데 이는 야간의 경우 가시거리가 짧기 때문에 동일한 도로표지를 주시하더라도 1회 주시할 때 주시시간이 더 긴 것으로 해석된다.

2) 다중비교(Scheffe, Dunnett T3) 결과

속도에 따른 평균 주시시간 비교를 위한 다중비교 방식은 Scheffe와 Dunnett T3를 사용하였다. Scheffe는 분산이 동일할 때 쓰는 방법이며 각 집단의 케이스 수가 같거나 달라도 상관없이 사용할 수 있다는 장점이 있다. Dunnett T3는 분산이 동일하지 않을 경우에 가장 많이 사용하는 방법이다.

<Table 3>의 야간 주행 시 도로항목 주시 데이터에 대한 동질성 검정의 유의 확률이 $p=.001$ 으로 등분산에 대한 가정을 만족하지 않기 때문에 Dunnett T3 방식으로 사후검정을 실시하였다.

<Table 4>에서 알 수 있는 바와 같이 도로항목의 주간 Open의 경우, 70km/h 이하와 80-90km/h의 속도에서의 평균 주시시간의 유의 확률은 .007로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 한편 주간 Car-following의 경우는 주행속도별로 시각 행태가 각각 다르게 나타나 선행 차량이 없는 경우에 비해 속도에 따른 평균 주시시간의 차이가 큰 것을 확인할 수 있었다.

야간 Open의 경우, 85km/h 이하 속도로 주행할 때와 95km/h 이상 속도로 주행할 때 평균 주시시간에 유의한 차이가 있었다. 선행 차량이 있을 때 또한 85km/h 이하 속도와 95km/h 이상 속도로 주행할 때 평균 주시시간이 차이가 있는 것으로 나타났다.

선행 차량 항목에서는 주·야간주행 시의 속도에 따른 평균 주시시간의 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며 주행속도가 증가함에 따라 선행 차량을 주시하는 시간이 주·야 관계없이 길어지는 것을 확인할 수 있었다.

전경 항목에서는 고속도로를 주행하는 환경에서 전경이 보이는 주간과 보이지 않는 야간 시간대에서 상이한 결과가 도출되었다. 주간 Open의 경우, 70km/h 이하와 70-80km/h로 주행하는 경우와 70-80km/h와 80-90km/h로 주행하는 경우 평균 주시시간이 서로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<Table 3> Descriptive Statistics and ANOVA Test on Mean Glance Durations

Target	Time zone	Open/CF	Group (km/h)	N	Average	S.D.	S.E	95% confidence		Levene test p-value	ANOVA Test	
								lower	upper		F	p-value
Road	Day	Open	~70	17	2.83	1.12	0.27	2.26	3.41	.086	5.880	.004**
			70~80	22	3.25	1.23	0.26	2.71	3.80			
			80~90	32	3.89	0.93	0.16	3.56	4.23			
		CF	~70	11	1.47	0.91	0.27	0.86	2.08			
			70~80	26	1.64	0.90	0.18	1.28	2.00			
			80~90	135	2.41	0.79	0.07	2.27	2.54			
	Night	Open	-85	11(36.41)	4.47	4.78	-	-	-	.001	6.587 (Chi-square)	.086* (K-W p-value)
			85-90	9(40.56)								
			90-95	26(39.65)								
			95-	45(53.10)								
		CF	-85	42(81.71)	3.95	3.68	-	-	-			
			85-90	33(59.29)								
Preceding vehicle	Day	Open	~70	21	3.10	2.17	0.47	2.11	4.09	.108	.715	.049**
			70~80	65	3.31	2.75	0.34	2.63	4.00			
			80~90	373	3.74	3.56	0.18	3.38	4.10			
	Night	CF	-85	36	3.41	1.56	0.26	2.88	3.94			
			85-90	44	3.98	1.89	0.28	3.41	4.55			
			90-95	105	5.04	1.78	0.17	4.70	5.39			
View	Day	Open	~70	6	1.06	0.08	0.03	0.98	1.14	.103	133.679	.000**
			70~80	3	2.85	0.28	0.16	2.15	3.56			
			80~90	6	0.87	0.20	0.08	0.66	1.08			
	Night	Open	~70	3	1.08	0.27	0.16	0.40	1.75			
			70~80	16	1.15	0.41	0.10	0.93	1.37			
			80~90	8	1.02	0.59	0.21	0.52	1.52			
-85	5		0.919	0.128	0.057	0.760	1.078					
CF	85-90	3	0.788	0.126	0.073	0.475	1.101					
	90-95	8	0.749	0.111	0.039	0.656	0.842					
	95-	6	0.699	0.092	0.037	0.603	0.796					
	85-90	3	1.08	0.27	0.16	0.40	1.75					
Road sign	Day	Open	~70	4	1.06	0.07	0.04	0.94	1.17	.069	.018	.895
			80~90	11	1.03	0.45	0.14	0.72	1.33			
			~70	3	1.03	0.19	0.13	-0.66	2.72			
		CF	80~90	16	1.50	0.83	0.21	1.05	1.94			
			-85	4	1.14	0.57	0.28	0.24	2.04			
			90-95	7	2.31	0.98	0.37	1.40	3.21			
	Night	Open	95-	4	1.32	0.56	0.28	0.44	2.21	.404	3.434	.066
			-85	3	1.22	0.40	0.28	-2.38	4.81			
			85-90	8	1.39	0.45	0.16	1.02	1.76			
		CF	90-95	25	1.61	1.27	0.25	1.09	2.13			
			95-	8	2.08	1.13	0.40	1.13	3.02			
			95-	8	2.08	1.13	0.40	1.13	3.02			

* : Level of significance $\alpha=0.1$

** : Level of significance $\alpha=0.05$

<Table 4> Multiple Comparison of Mean Glance Durations (Scheffe, Dunnett T3)

Target	Time zone	Open/CF	Group1	Group2	Group1-Group2	S.E	P-value	90% confidence		
								lower	upper	
Road	Day	Open	~70	70~80	-0.420	0.347	.485	-1.179	0.338	
				80~90	-1.061**	0.323	.007**	-1.765	-0.356	
			70~80	80~90	-0.640	0.298	.107	-1.291	0.010	
		CF	~70	70~80	-0.171	0.292	.843	-0.801	0.460	
				80~90	-0.934**	0.255	.002**	-1.484	-0.384	
			70~80	80~90	-0.763**	0.174	.000**	-1.139	-0.388	
	Night	Open	~85	85~90	-0.452	0.653	0.978	-2.190	1.285	
				90~95	-1.594	0.863	0.356	-3.746	0.558	
				95-	-3.612**	0.917	0.001**	-5.855	-1.366	
			85~90	90~95	-1.141	0.968	0.801	-3.558	1.275	
				95-	-3.158**	1.017	0.019**	-5.660	-0.657	
				90~95	95-	-2.017	1.163	0.415	-4.847	0.813
		CF	~85	85~90	-0.032	0.720	1.000	-1.808	1.745	
				90~95	-0.387	0.804	.997	-2.396	1.622	
				95-	-1.773**	0.621	.032**	-3.278	-0.268	
			85~90	90~95	-0.355	1.019	1.000	-2.847	2.137	
				95-	-1.741	0.882	.270	-3.882	0.400	
				90~95	95-	-1.386	0.951	.613	-3.715	0.942
				~70	70~80	-0.659	0.479	.389	-1.691	0.373
					80~90	-1.699**	0.432	.001**	-2.630	-0.768
Preceding vehicle	Day	CF	~70	80~90	-1.040**	0.263	.000**	-1.607	-0.473	
				~85	85~90	-0.569	0.386	.539	-1.540	0.403
					90~95	-1.631**	0.332	.000**	-2.466	-0.796
	85~90	95-	-1.927**		0.421	.000**	-2.986	-0.868		
		90~95	-1.062**	0.309	.009**	-1.838	-0.286			
		95-	-3.359**	0.403	.011**	-2.372	-0.345			
		90~95	95-	-0.296	0.351	.870	-1.180	0.587		
	View	Day	Open	~70	70~80	-1.793**	0.127	.000**	-2.094	-1.491
					80~90	0.189	0.104	.233	-0.057	0.435
				70~80	80~90	1.981**	0.127	.000**	1.680	2.283
CF			~70	70~80	0.082	0.125	.805	-0.201	0.366	
				80~90	0.333*	0.138	.079*	0.018	0.648	
			70~80	80~90	0.251*	0.096	.052*	0.033	0.468	
Night		Open	~85	85~90	0.131	0.082	.483	-0.089	0.351	
				90~95	0.170	0.064	.106	-0.002	0.342	
				95-	0.220**	0.068	.037**	0.037	0.402	
			85~90	90~95	0.039	0.076	.966	-0.165	0.243	
				95-	0.089	0.079	.742	-0.125	0.302	
				90~95	95-	0.050	0.061	.876	-0.113	0.213
		CF	85~90	90~95	0.302	0.160	.191	-0.059	0.664	
			95-	0.435*	0.166	.051*	0.058	0.811		
Road sign	Day	Day	Open	~70	80~90	0.123	.235	.149	-0.384	
		CF	~70	80~90	-0.464	0.603	.186	-1.743	0.815	
	Night	Open	~85	90~95	-1.167	0.501	.106	-2.353	0.020	
				95-	-0.183	0.565	.949	-1.521	1.155	
			90~95	95-	0.984	0.501	.188	-0.203	2.170	
		CF	~85	85~90	-0.175	0.886	.998	-2.467	2.117	
				90~95	-0.395	0.824	.972	-2.526	1.736	
				95-	-0.862	0.886	.814	-3.154	1.431	
			85~90	90~95	-0.220	0.455	.972	-1.398	0.958	
				95-	-0.687	0.560	.684	-2.136	0.763	
				90~95	95-	-0.467	0.455	.789	-1.644	0.711

전경 항목의 야간 Open 주행 시엔 85km/h 이하 속도로 주행할 때와 95km/h 이상 주행 시 주시시간에 대한 통계적 차이가 유의한 것으로 나타났다. 한편 야간의 경우 선행 차량의 유·무에 상관없이 주행 속도의 증가에 따른 전경 항목 주시시간은 감소하는 것으로 나타났다.

마지막으로 도로표지 항목의 경우 다중비교 결과 속도 차이에 따른 평균 주시시간의 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다.

III. 결 론

본 연구에서는 고속국도 주행 중 속도의 차이에 따른 운전자 평균 주시시간의 특성을 모수적 검정 방법과 비모수 검정 방법을 통해 살펴보았다.

분석결과 주행 속도에 따라 차이가 존재하는 항목은 도로, 선행 차량, 전경이었으며 도로 항목과 선행 차량은 속도가 증가할수록 평균 주시시간이 증가하는 것으로 나타났다. 반면에 전경의 경우 주행속도가 증가할수록 평균 주시시간은 감소하는 것으로 나타났다. 이는 빠른 속도로 주행하다가 사고가 날 경우 사고의 심각도가 커지기 때문에 이를 방지하기 위하여 운전자의 시선이 도로와 선행 차량에 집중하기 때문인 것으로 판단된다.

속도에 따라 차이가 없는 항목은 도로표지로 나타났다. 표지판은 평균 주시시간이 1초 전후로 정보를 획득하는데 필요한 시간은 유의미한 차이를 보이지 않았다.

전반적으로 운전자는 주행속도가 증가할수록 자신의 안전과 직결되는 주시항목들을 주로 주시하는 것으로 나타났으며 야간의 경우 시야를 구성하는 항목들이 상대적으로 주간에 비해 감소하기 때문에 (건물, 하늘, 나무 등이 제외됨) 도로 항목과 주행 차량을 주시하는 시간이 조금 더 길게 나타났다.

이와 같은 연구 결과는 향후 주행속도의 차이에 따라 교통정보의 제공 수단의 위치선정과 방식을 세분화하기 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

한편 본 연구는 고속도로의 일부 구간을 대상으로 한 연구로 다양한 주행환경에서의 실험과 운전자

의 특성(연령, 성별 등)과 휴대폰 등 첨단 장비 등을 고려한 연구가 향후에 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] Murata T.(1973), "Statistical Aspect of Driver's Eye-Movement," *Japan Society of Civil Engineers*, vol. 1973, no. 213, pp.55-63.
- [2] Mourant R. R. and Rockwell T. H.(1970), "Mapping Eye-Movement Patterns to the visual scene in driving: an exploratory study," *Human Factors: the J. of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 12, no. 1, pp.81-87.
- [3] Olson P. L., Battle D. S. and Aoki T.(1989), "Driver eye fixations under different operating conditions," in: Ann Arbor, USA: The University of Michigan Transportation Research Institute, pp.7-10.
- [4] Caird J. K., Chisholm S. L. and Lockhart J.(2007), "Do in-vehicle advanced signs enhance older and younger drivers' intersection performance? Driving simulation and eye movement results," *International J. of Human-Computer Studies* 66, pp.132-144.
- [5] Rogé J., Pébayle T., Lambilliotte E., Spitzenstetter F., Giselbrecht D. and Muzet A.(2004), "Influence of age, speed and duration of monotonous driving task in traffic on the driver's useful visual field," *Vision Research* 44, pp.2737-2744.
- [6] Kim J., Kim H., Kum K. and Kim M.(2000), "A study on the driver visual behavior on highway tunnel section," *Journal of Korean Society of Civil Engineering*, vol. 20, no. 3D, pp.273-282.
- [7] Doh T. W. and Kim W. K.(2005), "Development of road safety estimation method using driving simulator and eye camera," *International Journal of Highway Engineering*, vol. 7, no. 4, pp.185-202.
- [8] Tivesten, E. and Dozza, M.(2014), "Driving context and visual-manual phone tasks influence glance behavior in naturalistic driving," *Transportation Research Part F*, vol. 26, pp.258-272.

저자소개



심 현 정 (Sim, Hyeon-Jeong)

2014년~현재 : 한밭대학교 도시공학과 대학원 재학(교통계획 전공)
e-mail : hy365@kict.re.kr



도 명 식 (Do, Myung-Sik)

2000년 : 교토(Kyoto)대학교 교통계획 전공(공학박사)
2000년~2002년 : 한국건설기술연구원 토목연구부 선임연구원
2002년~현재 : 한밭대학교 도시공학과 교수
2009년~2010년 : Univ. of Iowa(visiting scholar)
2016년~현재: 한국ITS학회 충청지회장
e-mail : msdo@hanbat.ac.kr



정 규 수 (Chong, Kyu-Soo)

2001년~현재 : 한국건설기술연구원 SOC성능연구소 ICT융합연구실 연구위원
2011년 2월 : 서울대학교 박사과정 수료(교통공학전공)
e-mail : ksc@kict.re.kr