大 韓 土 木 學 會 論 文 集
第28卷 第2D號 · 2008年 3月
pp. 235~242

도로표지에 대한 고령운전자의 인간공학적 특성과 적정 안내지명 개수에 대한 연구

Older Drivers' Characteristics and Optimal Number of Guide Names on Road Signs

노관섭* · 이종학** · 김종민***
Noh, Kwan-sub · Lee, Jong-hak · Kim, Jong-min

Abstract

Due to the lack of judgement in an information processing on road sign, older drivers usually are having a hard time driving than young group. Furthermore, according to increasing in aging population, older drivers in Korea have been growing much faster. That means research for older drivers' characteristics and the number of guide name for road sign should be needed. In accordance with suggestions, this study was carried out the number of guide names for road sign with a variety of ages from the twenties to the seventies. For the sake of this study, statistical verification was conducted to confirm a change of speed, a reading time and a misreading rate with Driving Simulator and Electrooculogram tool. As the results of study, change of speed in the age range has shown that the higher the proportion of age, the lower the rate of velocity. Also reading time in the age range with regression analysis found that the higher the proportion of age, the higher the rate of reading time by 0.106sec. Finally, a binary logistic model was used to find the main factors. As the results, 4 number of guide names for road sign have been the best of them for older driver. The result of this study verified the importance of ideal guide numbers on road sign for older driver and proved itself to be an effective method to determine the road safety for the road signs.Abstract

Keywords : *older driver(s), guide number on road sign, reading time, misreading rate*

요 지

고령인구의 운전참여 비율이 급증하는 시점에서 시력 및 운전판단 능력이 떨어지는 고령운전자가 안전하게 운행할 수 있도록 하기 위해서는 고령운전자를 위한 도로교통환경의 정비가 무엇보다 중요하다. 도로교통 안전시설물 중에서 가장 먼저 생각할 수 있는 것은 도로표지로, 고령운전자가 도로표지를 잘 알아볼 수 있도록 설치할 필요가 있다. 본 연구는 고령운전자가 도로표지판의 지명개수에 대해서 어떻게 반응하는지, 또한 연령대별로 어느 정도 차이가 나는지를 실험하기 위해서 다양한 연령층(20대~70대)을 확보하여 실험을 수행하였다. 이때 사용된 장비는 표지판의 내용을 완벽하게 주시했는지를 알 수 있는 안구운동분석기와 도로현실을 최대한 반영한 가상 도로주행시뮬레이터를 사용하였다. 연구내용은 고령운전자에 대한 속도변화, 판독소요시간 분석, 오독률 분석을 실시하였다. 그 결과 각 구간에서 연령대별 판독과정에 따른 속도변화를 살펴보면, 전체적으로 연령이 높을수록 속도는 낮은 경향을 나타냈다. 연령대별 평균 판독소요시간 분석에서 회귀분석을 실시한 결과, 비표준화계수를 살펴보면 연령이 증가할수록 판독소요시간이 0.106초씩 증가하였다. 그리고 Logistic Model을 이용하여 연령별 지명개수에 따른 오독률을 분석한 결과, 5% 미만의 오독률을 고려하였을 때 고령자의 경우에는 지명개수가 4개 이하가 가장 바람직한 것으로 나타났다. 본 연구는 도로교통환경에서 보호받아야할 고령자에게 도로표지판의 적정 지명개수를 제시함으로써 도로교통안전에 도움이 될 것으로 본다. 또한 향후 각종 도로교통표지 설계시 안전성을 제고하는 기법 개발에 활용 및 기여할 것이다.

핵심용어 : 고령운전자, 안내지명개수, 속도변화, 판독소요시간, 오독률

1. 서 론

도로표지의 기능은 도로이용자가 원하는 목적지까지 쉽게 도착할 수 있도록 도와주는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 설계속도 등과 같이 다양한 도로환경에서 적정하게 주행속도를 유지하면서 표지판의 정보를 쉽게 파악할 수 있어야 한다.

그러기 위해서는 도로표지판의 지명개수가 적절하게 포함되어야 한다. 하지만 국내 지침의 기술 내용을 참조하면 지명개수가 6개까지 사용할 수 있을 것으로 추측할 수 있을

*정회원 · 교신저자 · 한국건설기술연구원 책임연구원 (E-mail : ksno@kict.re.kr)
**한국건설기술연구원 연구원 (E-mail : jonghak@kict.re.kr)
***정회원 · 한국건설기술연구원 선임연구원 (E-mail : kimbellsky@kict.re.kr)

뿐, 명확하게 제시된 지침이 없다. 이 기준을 따를시 근거가 애매하기 때문에 필요에 따라 유동적으로 선정 및 표기를 가능하게 한다. 이러한 결과, 실제로 도로현장에는 한 표지판에 과다한(10개 이상) 지명이 표기되어 있는 경우가 있다.

특히, 고령자의 경우에는 표지판의 정보를 받아들이는 과정에서 대부분 젊은 운전자 보다 시력 및 판단능력이 떨어진다. 우리나라는 2000년에 65세 이상 노인이 인구의 7.2%로 고령화사회에 진입하여 2026년에는 초고령사회에 도달할 것으로 전망되는 만큼 세계에서 고령화 진행률이 가장 빠르다.

이러한 현상 속에서 고령인구가 증가함에 따라 고령인구의 운전참여 비율도 급증하고 있어, 고령 운전자를 고려한 적정 도로안내지명 개수에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 안구측정기 및 도로주행시뮬레이터(driving simulator)를 이용하여 도로표지의 안내지명개수에 따라 고령운전자를 포함한 연령대별 주행속도 변화가 어떻게 나타나는지를 분석하였다. 그리고 연령이 종속변수인 판독소요시간에 얼마만큼의 영향을 주는지를 알아보기 위한 통계분석을 실시하였다. 마지막으로 운전자가 표기한 지명을 보고 정보를 잘 인지하고 행동했는지에 대한 것을 알아보기 위해 오독률 분석을 실시하였다. 오독률 실험은 운전자가 정보를 읽었는지 실패했는지를 알 수 있다. 이러한 실험 분석을 통하여 고령운전자를 위해 적정 도로표지의 안내지명개수에 대한 지침을 제공하는 것이 본 연구의 목적이다.

본 연구를 통해서 향후 고령자와 같은 교통약자에게 보다 안전한 각종 도로교통표지의 시인성 및 판독성 그리고 인지도를 높일 수 있는 시설 설치 지침 정립과 안전성 향상에 기여할 수 있을 것이다.

2. 관련문헌 고찰

2.1 지침 검토

2.1.1 용어 검토

건설교통부(2000), '도로표지 제작, 설치 및 관리지침'에서는 관련 용어를 다음과 같이 정의하고 있다.

- 시인거리 : 도로표지판의 내용을 읽기 시작한 지점부터 도로표지판까지의 거리(B~S)
- 판독거리 : 도로표지판의 내용 읽기를 완료한 지점부터 도로표지판까지의 거리(C~S)
- 판독소요길이 : 도로표지판의 내용을 읽기 시작해서 완료할 때까지 주행한 거리이며 시인거리와 판독거리의 차이(B~C)
- 선행거리 : 교차점으로부터 도로표지판이 설치된 지점까지의 거리(S~F)
- 소실거리 : 운전자가 도로표지판의 내용을 더 이상 볼 수 없는 지점에서 도로표지판까지의 거리(E~S)
- 행동판단소요길이 : 도로표지판 내용을 완전히 인식한 후 행동을 판단하는데 소요되는 거리(C~D)
- 행동거리 : 운전자가 도로표지의 판독을 완료하여 행동판단을 완료한 지점부터 도로표지판까지의 거리(D~F)

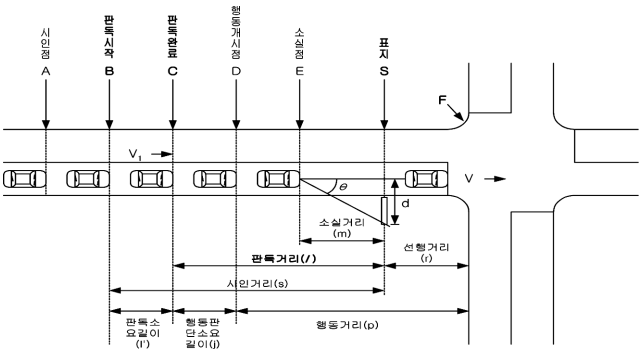

그림 1. 도로표지에 대한 운전자의 행동과정

2.1.2 글자의 모양

글자의 모양은 산돌형의 고딕 Bold와 Medium으로 한다. 원칙적으로 고딕 볼드를 사용하고, 글자수가 많은 경우 예외적으로 미디움을 사용한다.

문형식처럼 동일한 위치에 병렬로 둘 이상의 표지판을 설치할 경우에는 글자 크기와 모양이 같게 표기해야 한다.

표지판의 여건에 따라서 정체(正體 : 가로와 세로가 동일한 크기의 글자)를 사용함이 원칙이나 글자수가 많아 정체의 사용이 불가능한 경우에는 장체(長體 : 세로가 길고, 가로가 짧은 크기의 글자)를 사용할 수 있다.

글자 크기는 표지판의 크기에 따라서 적절히 크게 조정할 수 있다.

2.1.3 글자의 규격

- 3방향표지의 글자 세로규격은 30cm

2.1.4 간격

- 글자와 글자 : 글자 세로 길이의 0.2배
- 단어와 단어 : 글자 세로 길이의 0.3배
- 행과 행 : 글자 세로 길이의 0.3~0.4배 이하

2.1.5 지명개수

도로안내표지의 설치는 건설교통부의 <도로표지규칙>에 따르며, 구체적인 계획과 설치에는 <도로표지 제작·설치 및 관리지침>을 적용하고 있다. 건설교통부는 2006년 5월에는 동 규칙과 지침을 묶어 실무자들이 도로표지 설치·관리에 활용할 수 있는 <도로표지관련규정집>을 발간하였다. 현행 관련기준인 도로표지규칙 제3조 "안내지명의 선정 및 표기방법(제3조 관련)" 관련한 구체적인 내용에서는 다음과 같은 기준을 제시하고 있다.

- 직진방향에는 원거리, 근거리 2지명을 표기하고 회전방향에는 1지명만을 표기토록 함(단 회전방향의 도로가 2방향으로 갈라지는 경우에는 2개 지명 표기 허용)

2.2 국내외 문헌 검토

2.2.1 정보량에 따른 판독소요시간 연구

정준화, 김현정(1999)은 10명의 피실험자와 현장 실험을 통해 표지 정보량이 운전 부하 관점에서 적절한지 살펴보았다. 일반국도의 편지식 표지를 대상으로 한 실험 결과에 의하면, 도로표지에 대한 운전자의 정보 인지율 관점에서 한

지점당(편지식의 경우 표지당) 표지 지명의 수는 3개까지가 바람직하며 최대 4개까지 가능하고 5개 이상은 정보 부하가 과다하여 인지율이 떨어지므로 피해야 한다고 하였다.

영국의 Helen J Agg(1994)은 운전자가 글자를 판독하는 데에는 정보량의 영향이 크다는 결과를 나타냈다. 실험대상 표지판은 스택형(국내 관광지 표지와 유사한 형태), 맵형(국내 3방향 예고표지 및 본 표지와 동일한 형태; 표지번호 424-1), 플래그형(국내 2방향 표지와 동일한 형태; 표지번호 410-5(B))이었으며, 정보량을 9개까지 변화시켜 맵형 및 스택형 표지판의 정보량에 따른 판독시간과의 관계를 식 (1)과 식 (2)로 나타내었다.

맵형표지판 $T_{99} = 0.27N + 2.44$ (1)

스택형표지판 $T_{99} = 0.33N + 2.02$ (2)

여기서, T=반응시간, N=정보량을 나타냄

2.2.2 고령자 특성 연구

이용재, 이상규(2005)는 고령자의 경우 젊은층보다 신체적, 정신적 기능이 노화현상 때문에 도로환경 속에서 어려움이 따른다고 지적하고 있다. 그 방안으로 고령화에 대비한 실질적이고 효과적인 도로설계방안이 도출되어야 한다고 언급하고 있다.

Snyder et al.(1975)은 성인남녀를 대상으로 갑작스러운 질문을 던졌을 때 연령에 따른 목근육 반응시간이 증가한다는 것을 발견하였다. 여성의 경우 21세보다 68세가 반응시간이 18% 더 길었던 반면 고령자 남성의 경우 젊은 남성에 비해 9%가 더 길었다.

Staplin et al.(1986)에 의하면 15세부터 75세까지 5세 단위로 그룹으로 묶어 제동시 인지시간/행동시간이 그룹별로 약 2%씩 증가한다는 것을 발견하였다.

Wolffelaar et al.(1991)의 연구에 의하면 합류부에서 차량 행렬에 합류하기 위한 적정한 간격 판단의 정확도에는 고령운전자들은 젊은층에 비해 약 50%정도의 시간이 필요한 것으로 나타났다.

2.2.3 문헌 검토 결과

지금까지 기존 연구를 바탕으로 정보량에 따른 판독소요시간 연구와 고령자 특성 연구에 대해서 살펴보았다.

검토 결과 고령운전자의 경우 운전상황에 대응하는 능력이 젊은 연령대에 비해 떨어지기 때문에 정보량이 많은 안내지명 개수는 고령운전자에게 위험한 상황을 유발할 수 있다고 판단된다. 따라서 도로표지를 비롯한 도로교통 안전시설에 대한 실질적이고 효과적인 연구가 진행되어야 하겠다.

3. 실험의 개요

3.1 실험 장비 선택

표지판 관련 실험연구에 있어서 기존에는 주로 시뮬레이션(플래시) 실험을 수행하였는데, 본 연구에서는 안구측정기 및 도로주행시뮬레이터(driving simulator)를 이용하여 속도변화, 판독소요시간 분석, 오독률 분석을 실시하였다. 두 방법의 차이는 다음과 같다.

- 시뮬레이션(플래시) : 운전자가 조작이 불가능하고 단지 표지판이 나타났을 때 그 결과(인지도 측정 등)를 단순하게 stop-watch로 수행

- 본 장비 : 안구운동분석기는 피실험자의 안구운동이 기록됨으로써 표지판의 주시점 파악이 가능함으로써 판독소요시간 측정이 가능함. 시뮬레이터 장비는 실제와 유사한 조건에서 운전자가 운행함으로써 특정지점별 속도 측정이 가능함. 그리고 시뮬레이터 운행중에 피실험자가 지명을 읽었는지에 대한 오독률 실험이 가능함.

안구운동분석기(EMR-8B)

시뮬레이터(K-ROAD)

3.2 실험 과정

3.2.1 표지판 제작 및 주행경로 구상

일반국도에 대해서 표지판 분류를 3방향, 4방향으로 설정하여 방향별 조건(지명개수)을 설정하여 판독실험을 한다. 익숙한 지명은 이미 숙지를 한 상태이므로 실험 방법에 도움을 줄 수 없을 것으로 판단하여 안내지명은 한국, 북한, 중국지명을 선정하였다.

표지판에 대해서는 지명개수를 제외한 우리나라 기준 조건 그대로 적용하였다.

지명개수 4개(4방향) 지명개수 10개(3방향)

그림 2. 본 실험 표지판 제작

주행경로의 흐름은 총 연장 31km이며, 1번 교차로부터 25번 교차로까지 직진 및 좌/우회전을 반복하며 진행하도록 하였다.

3.2.2 피실험자 구성

실험참가자는 운전면허 소지자 30명이 참여하였으며, 피실험자 30명 가운데 남성은 14명(46.7%), 여성은 16명(53.3%)으로 구성되었다.

연령 분포를 살펴보면 20대가 11명(37%)로 가장 많고, 60대는 7명(24%)으로 뒤를 이었다. 피실험자의 평균연령은 만 43세(SD=16.4)이다.

본 실험에서는 피실험자 30명 중에 남성과 여성의 비율이 비슷하고, 성별을 구분하는 것은 무리가 따른다고 판단하여 차이점을 두지 않았으나, 성별차이에 대한 특성을 연구하기 위해서는 보다 많은 피험자 확보를 통하여 실험을 수행할 필요가 있다.

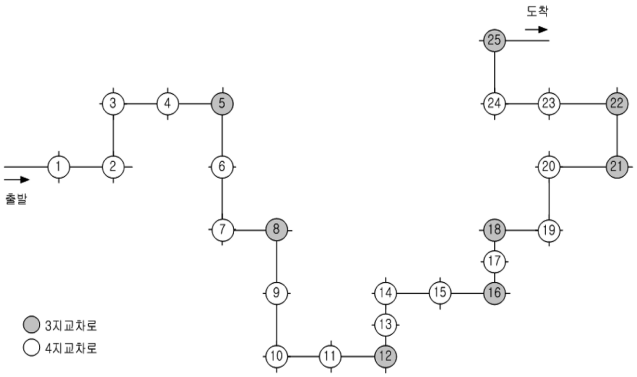

그림 3. 주행 경로 개념도

표 1. 피험자 성별 빈도 및 분포 비율

성 별	n	비율(%)
남 성	14	47
여 성	16	53
합 계	30	100

표 2. 피험자 연령 분포 현황

구분 / 구분	최빈값 Mode	중앙값 Median	평균값 Average	표준편차 S・D
연 령	만 28세	만 39세	만 43세	만 16.4세
연 령	남	여	소 계	비율(%)
20대	6	5	11	37
30대	2	2	4	13
40대	1	3	4	13
50대	1	3	4	13
60대~	4	3	7	24
합 계	14	16	30	100

3.2.3 피실험자의 실험 수행 과정

안구운동분석기를 장착한 피실험자가 시뮬레이터 차량에 조수 1인과 함께 탑승하여 실험을 수행하였다. 다음은 피실험자와 조수에 대한 실험 과정을 개념화 한 것이다.

- 운전자가 다음 교차로를 주행하는 동안 조수석에 있는 실험자는 특정 지명을 알려준다.
- 특정 지명 정보를 획득한 운전자는 교차로에 도달하면 그 지명을 찾아서 행동을 하게 된다.
- 최종적으로 25지점의 교차로를 통과하게 되며, 안구운동 분석을 통해 운전자 시각영역 안에 들어온 정보를 바탕으로 자료를 수집한다.

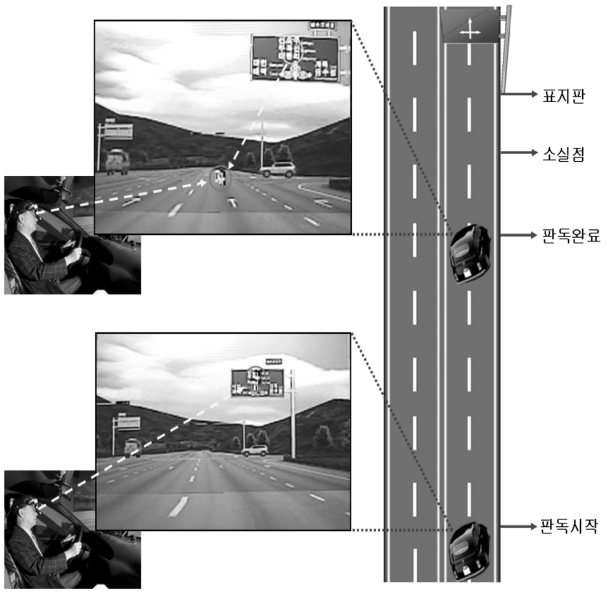

그림 4. 피실험자 실험 수행 과정

4. 실험 자료 분석

4.1 속도변화 분석

도로표지에 대한 운전자 속도변화 분석은 운전자가 도로표지를 보고 판독시작점에서 속도가 어떻게 변화하는지를 연령대별로 알 수 있다. 이를 위해서 그림 5에서 보는 것과 같이 A~E까지를 구분하여 운전자의 속도변화를 알 수 있도록 하였다.

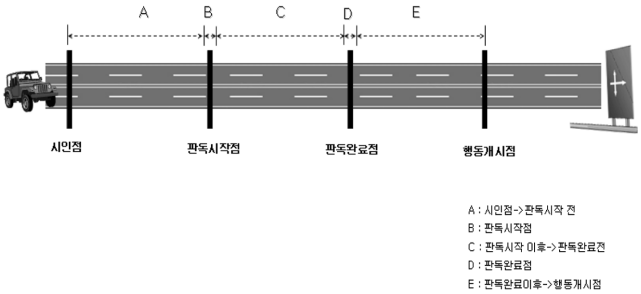

그림 5. 운전자 속도구간 개념도

각 연령대별 판독과정에 따른 속도변화를 살펴보면, 전체적으로 20~30대가 속도가 가장 높았으며, 다음으로는 40, 50, 60, 70대의 순이었다. 특히, 70대의 경우는 판독시작점에서부터 다른 연령보다 상대적으로 감소폭의 변화가 크다. 이는 70대 이상의 고령층의 경우에는 운행중에 주의를 기울이는 현상이겠지만 속도를 갑자기 낮춤으로써 후미추돌사고에 대한 위험성이 존재한다고 볼 수 있겠다.

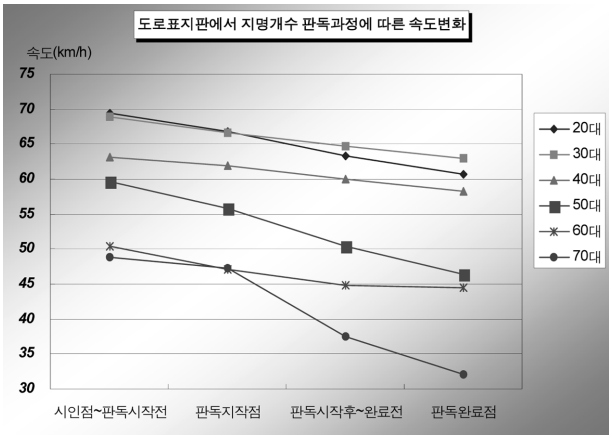

그림 6. 연령대별 판독 과정에 따른 속도변화

4.2 판독소요시간 분석

판독소요시간[1]은 지명개수에 따라서 판독소요시간의 변화

1) 도로표지판의 내용을 읽기 시작해서 완료할 때까지의 시간을 나타낸 것이다.

를 연령대별로 알 수 있다. 이를 위해서 연령별 판독소요시간 분포 및 연령별 판독소요시간에 따른 회귀분석을 실시하였다.

4.2.1 연령별 판독소요시간 분포

연령별 평균 판독소요시간은 전체적으로 연령분포가 높을수록 평균 판독소요시간이 증가하는 것으로 나타났다.

연령별 평균 판독소요시간 분포에서 최소값과 최대값의 차이는 각 연령대별에 따라서 다양하게 나타났다. 가장 큰 차이를 보인 집단은 60대로 0.5초에서 18초로 나타났으며, 차이가 적은 집단은 30대로 0.1초에서 6.1초로 나타났다.

그리고 표준편차(Std. Deviation)는 연령에 따라서 약 1.3초~3.1초로 나타났다.

4.2.2 연령별 판독소요시간에 따른 회귀분석

본 분석에서도 독립변수인 연령이 종속변수인 판독소요시간에 얼마만큼의 영향을 주는지를 알아보기 위해서 회귀분석을 실시하였다. 그 결과 Adjusted R Square의 값은 0.374로 나타났으며, F값이 422.765, P값은 0.000으로 비교적 연령에 따른 판독소요시간을 잘 설명하고 있다. 독립변수(연령)의 t값에 P값을 살펴보면 0.05보다 작은 값을 가지므로 통계적으로 의미가 있다고 판단된다.

연령 \ 지명수	4	6	7	8	9	10
20대	2.1	2.4	2.2	2.8	2.9	3.3
30대	1.4	1.5	1.6	2.6	2.1	2.6
40대	2.6	3.0	3.0	2.9	3.0	3.8
50대	3.7	4.4	4.6	5.0	4.3	7.4
60대	4.6	5.6	6	7.1	6.4	8.1
70대	8	8.4	9.8	8.4	8.4	9.8

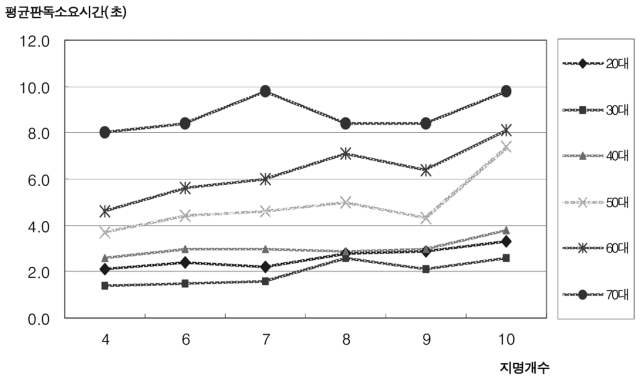

그림 7. 연령별 평균 판독소요시간

그리고 Unstandardized Coefficients(비표준화계수)는 Adjusted R Square의 값이 0.374 수준에서 연령이 증가할 때마다 판독소요시간이 0.106초 씩 증가한다는 것을 알 수가 있다. 또한 Standardized Coefficients(표준화계수)[2]를 살펴보면 연령별 변수 값이 판독소요시간에 대해 0.612의 영향을 준다고 볼 수 있다.

2) 표준화계수는 독립변수 각각의 유의성과 관련하여 종속변수에 영향력을 비교할 수 있는 지표

연령 \ 구분	개수 N	최소값 Minimum	최대값 Maximum	평균값 Mean	표준편차 Std. Deviation
20대	268	.05	8.00	2.6	1.5
30대	87	.10	6.10	1.9	1.3
40대	98	.04	7.60	3.0	1.6
50대	88	.20	10.70	4.5	2.2
60대	124	.50	18.10	6.0	3.1
70대	42	2.60	14.60	8.6	3.1

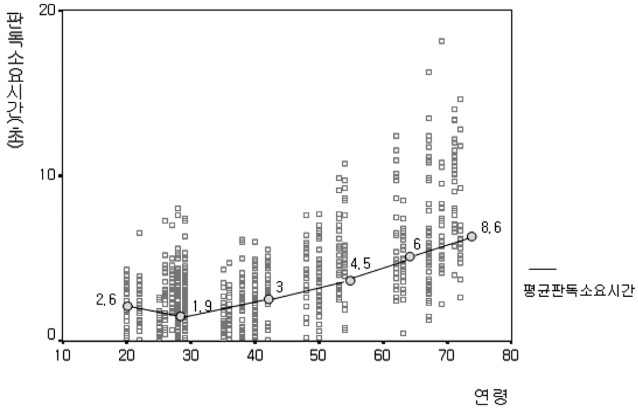

그림 8. 연령별 평균 판독소요시간 분포

표 3. 연령별 판독소요시간에 따른 회귀분석

R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	F	Sig.
.375	.374	2.2199	422.765	.000[a]

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
상수(Constant)[1]	-.782	.235		-3.326	.001
연령[2]	.106	.005	.612	20.561	.000

1) Predictors : Constant(연령)
2) Dependent Variable : 판독소요시간

4.3 오독률 분석

오독률 실험은 최적지명개수를 선정하기 위해서 본 연구에 활용되었으며 운전자가 정보를 읽었는지 아니면 실패했는지를 연령대별로 알 수 있다.

이를 위해서 표 4와 같이 특정 지명을 찾는 과정에서 피실험자가 목적지로 성공[3]적으로 주행을 했는지 아니면 실패[4] 또는 부분실패[5]를 했는가를 알아보았다. 이 실험은 피실험자가 제대로 지명개수를 이해하고 행동했는지를 판단할 수 있는 척도가 된다.

4.3.1 자료 정리

안내지명 개수별 주행 성공 여부를 알아보기 위해서 1번

3) 특정 안내지명을 완전하게 판독 후, 목적지로 성공적으로 주행한 경우
4) 특정 안내지명을 판독하지 못하고 목적지로 주행하지 못한 경우
5) 특정 안내지명을 판독은 하였지만 부분적으로 불안전한 주행을 하고(부분실패), 목적지에 성공적으로 도착한 경우

교차로부터 25번 교차로까지 직진 및 좌/우회전을 반복하며 주행 후의 성공여부를 분석하였다. 성공여부 합계에서 음영 부분은 30명 미만인데 피실험자가 시뮬레이터 실험도중에 어지러움증을 느껴 실험이 최종까지 수행되지 않았기 때문이다.

표 4. 안내지명 개수에 따른 주행 성공여부 현황

교차로	교차로 종류	지명 개수	성공여부 판단			총실험 횟수
			실패	부분 실패	성공	
1	4지	4			30	30
2	4지	9	1	7	22	30
3	4지	6		2	28	30
4	4지	7		3	27	30
5	3지	4			30	30
6	4지	7	1	2	27	30
7	4지	9		4	26	30
8	3지	6		1	29	30
9	4지	9		1	29	30
10	4지	6			30	30
11	4지	9			30	30
12	3지	8			30	30
13	4지	9		7	23	30
14	4지	6		2	28	30
15	4지	4		2	27	29
16	3지	10	1	9	19	29
17	4지	9		5	23	28
18	3지	4			28	28
19	4지	6			28	28
20	4지	8		1	27	28
21	3지	6		2	26	28
22	3지	8		2	26	28
23	4지	9			28	28
24	4지	4	1		27	28
25	3지	10		10	18	28
합 계			4	60	666	730

4.3.2 오독률 추정 모델

일반적으로 오독률은 표지판에 나타난 문자를 다른 문자로 잘못 읽거나, 읽지 못하는 문자의 비율을 말하며, 식 (3)과 같이 정리할 수 있다.

$$\text{오독률}(\%) = \frac{\text{잘못 읽거나 읽지 못한 문자의 수}}{\text{표지판의 문자의 총 수}} \times 100 \quad (3)$$

본 연구에서는 주행중에 안내지명개수를 판독하고 주행경로를 정확하게 선택하였는지에 대한 실험이다. 따라서 본 실험에서의 오독률은 총실험 횟수에 대해서 실패와 부분실패의 합의 비율을 오독률이라고 정의한다. 본 실험 목적에 맞도록 식을 정리하면 식 (4)와 같다.

$$\text{오독률}(\%) = \frac{\text{실패} + \text{부분실패 합계}}{\text{총실험 횟수}} \times 100 \quad (4)$$

지명개수별 실패와 부분실패는 대부분 지명개수가 많은 곳에 실패와 부분실패 확률이 큰 것으로 나타났다. 자료를 살펴보면 실패와 부분실패의 비율이 가장 높은 구간은 지명개수가 9~10개 인 것으로 나타났다. 오독률을 살펴보면 10개가 35.1%로 가장 높게 나타났으며 9개가 12.1%인 순으로 나타났다. 이러한 결과는 운전자가 안내지명 개수가 많은 표지판에서 특정 정보를 찾는데 어려움이 있다는 것을 의미한다.

지명개수	부분실패 +실패 합계	전체횟수	오독률(%)
4개	3	145	2.1
6개	7	176	4.0
7개	6	60	10.0
8개	3	86	3.5
9개	25	206	12.1
10개	20	57	35.1

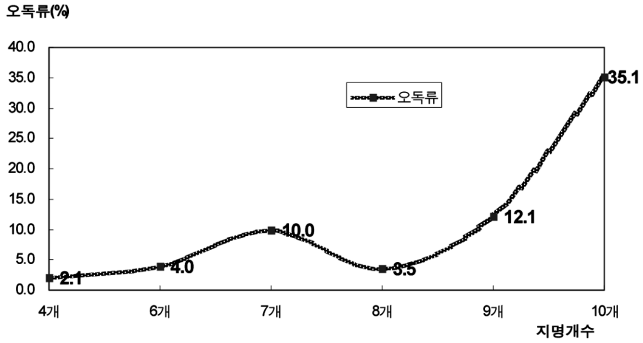

그림 9. 오독률 실험 분석 결과

다음은 이를 수리적으로 설명할 수 있는 모델을 개발하여 객관화하고자 Logistic Model를 활용하였다.

① Logistic Model

본 연구에서는 오독률을 낮추기 위한 최적의 표지 조건을 검토하기 위한 분석모델을 제시하고자 한다. 특히 이러한 모델은 앞의 실험결과에서 보듯이 지명개수에 따라 오독률에 대한 편차가 발생하므로 이의 적정 개수를 찾아내기 위해 사용된다. 오독률에 대한 선택은 실패(1)과 성공(0)에 대한 선택 유무의 관계이므로 두 가지 대안에 대한 선택문제로 제한된다. 따라서 Logistic Model를 이용하여 이를 분석할 수 있다.

종속변수가 0또는 1만의 값을 갖는 가변수(dummy variable)인 경우에 y의 기댓값을 나타내는 반응함수의 모양이 S형 곡선을 그리는 경우가 실제로 많이 나타난다. 이 반응함수는 x가 증가함에 따라 의 값이 1로 서서히 수렴하는 양상을 보인다. 이와 같은 함수를 로지스틱 함수(logistic function)라 부르고, $z=\beta_o+\beta_{1x}$라 놓을 때 식 (5)와 같다.

$$E(y) = \frac{\exp(z)}{1+\exp(z)} \text{ 또는 } \frac{1}{1+\exp(z)} \quad (5)$$

이 값을 어떤 사건이 일어날 확률로 해석할 수 있다. 로지스틱 회귀분석이란 단지 두 개의 값만을 가지는 종속변수와 독립변수들 간의 인과관계를 로지스틱 함수를 이용하여

추정하는 통계기법이다.

로지스틱 반응함수는 β_o와 β_2에 대하여 비선형함수이나 이를 선형으로 변환시킬 수 있다. 기대반응 $E(y)$는 확률을 의미하므로 $E(y)=Px$로 놓고 다음의 변환을 거쳐서 선형화된다. 이와 같은 변환을 로지스틱변환이라 한다(식 (6) 참조).

$$\ln\left(\frac{Px}{1-Px}\right) = z = \beta_o + \beta_1 x \tag{6}$$

독립변수가 두 개 이상인 경우에도 로지스틱 모형이 가능하다. 이 경우에는 식 (7)과 같다.

$$z = \beta_o + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots\cdots + \beta_p x_p \tag{7}$$

4.3.3 Logistic Model 결과

① 연령별 지명개수에 따른 Logistic Model 결과

Logistic Model에 대한 유의확률(Sig)이 0.000이므로 통계적으로 유의하다고 볼 수 있다.

표 5. 연령별 지명개수에 따른 오독률 추정치

N	설명변수	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
730개	지명개수	.503	.095	28.118	1	.000	1.654
	연령	.042	.009	23.564	1	.000	1.043
	Constant	-8.283	.949	76.228	1	.000	.000

위의 분석결과를 함수식으로 표시하면 식 (8)과 같다.

$$Z = -8.283 + 0.503(Sn) + 0.042(Ag) \tag{8}$$

여기서, Z : 오독률

Sn : 지명개수

Ag : 연령

위의 함수식을 바탕으로 연령에 따른 도로안내표지의 지명개수에 따른 오독률 계산식은 다음 식 (9)와 같이 전환할 수 있다.

$$E(y) = \frac{1}{1+\exp-(-8.283+0.503(Sn)+0.042(Ag))} \tag{9}$$

한편, 연령별 지명개수에 따른 Logistic Model에서도 오독률을 산정하면 표 6과 같다.

결과를 살펴보면, 지명개수가 증가함에 따라서 연령대별 오독률의 차이는 크게 나타났다. 예를 들어 지명개수가 10개이고 20대인 경우에는 오독률이 0.082이지만 70대인 경우에는 오독률이 0.422로 차이점이 큰 것으로 분석되었다.

표 6. 연령별 지명개수에 따른 오독률의 변화

연령 / 지명개수	20대	30대	40대	50대	60대	70대
3	0.003	0.004	0.006	0.009	0.014	0.021
4	0.004	0.007	0.010	0.015	0.023	0.035
5	0.007	0.011	0.016	0.025	0.037	0.056
6	0.012	0.018	0.027	0.041	0.060	0.089
7	0.019	0.029	0.044	0.065	0.096	0.139
8	0.032	0.047	0.071	0.103	0.149	0.211
9	0.051	0.076	0.111	0.160	0.225	0.307
10	0.082	0.120	0.172	0.240	0.325	0.422

또한, 5% 미만의 오독률이 본 연구에서 최적의 지명개수임을 고려한다면 고령자를 고려하였을 때 4개의 지명개수를 선정하는 것이 가장 바람직하다는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 도로표지의 안내지명개수에 따라 이를 읽고 판단하는 과정에서의 고령운전자의 속도 변화 및 표지판의 정보 능력에 대해서 젊은층과 비교할 수 있었다. 분석결과 고령자는 똑같은 조건에서 운전상황에 대응하는 능력이 젊은 연령대에 비해 떨어지는 것으로 나타나서 정보량이 많은 안내지명 개수는 고령운전자에게 어려움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다. 주요 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- 속도변화 분석 : 각 구간에 따른 연령대별 판독과정에 따른 속도변화를 살펴보면, 전체적으로 연령이 높을수록 속도는 낮은 경향을 나타냈다. 이는 연령이 높을수록 운행중에 속도를 낮춤으로써 주의를 기울이는 성향이 있기 때문으로 판단된다. 하지만 70대 이상의 고령층의 경우에는 운행중에 시인점에서 표지판을 보고 속도를 갑자기 낮추는 성향이 있으므로 고령자에 대한 사고안전성에 대한 재고가 이루어져야 한다.
- 판독소요시간 분석 : 전체적으로 연령대가 높을수록 평균 판독소요시간은 증가하는 것으로 나타났다. 그 예로 통계적 분석에서 회귀분석을 실시한 결과, 비표준화계수를 살펴보면 연령이 증가할수록 판독소요시간이 0.106초 씩 증가한다는 것을 알 수가 있다.
- 오독률 분석 : Logistic Model을 이용하여 연령별 지명개수에 따른 오독률을 분석하였다. 연령이 높을수록 젊은층에 비해서 오독률의 차이는 크게 나타났다. 특히, 지명개수가 10개인 경우에는 20대보다 70대가 약 5배 이상 높은 것으로 분석되었다. 특히, 5%미만의 오독률을 고려하였을 때 고령자의 경우는 지명개수가 4개 이하가 가장 바람직한 것으로 나타났다.

이번 연구의 결과로 도로표지 제작에 있어 안내지명 개수에 대한 명확한 지침을 과학적인 근거를 통해 제시하였다는 점에서 논문의 의의가 있다. 향후 고령운전자는 보다 안전하고 쾌적한 도로시설이 설치된 환경에서 운전하게 될 것이며, 도로표지판의 불명확한 안내로 인한 교통사고 위험을 예방하는데 도움이 될 것으로 판단된다.

향후연구로는 본 연구는 우리나라 일반국도를 모델화해서 분석이 이루어졌기 때문에 다른 도로유형이나 표지 설치 방법에 대한 연구를 수행하여 이러한 방법론의 적정성 여부를 확인하고 또한 다양한 확장 연구를 통하여 도로안전성을 향상시킬 수 있다.

감사의 글

본 연구는 친환경·지능형 도로설계 기술개발 연구단(건설핵심D05-01)을 통하여 지원된 건설교통부 건설기술혁신사업에 의하여 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

참고문헌

건설교통부(2000) **도로표지규칙**.

건설교통부(2000) **도로표지 제작**, **설치 및 관리 지침**.

정준화, 김현정(1999), 도로표지 판독성 실험 연구. **교통안전연구논집**, Vol. 18, pp. 9-27.

이용재, 이상규(2005) 고령화 시대를 위한 도로설계 개선방향에 대한 연구, **대한토목학회 논문집**, 대한토목학회, 제25권 제3D호, pp. 409-421.

Helen J Agg (1994) *Direction Sign Overload, Transport Research Laboratory*, Council Washington, D.C., 1998, pp. 142-151.

Synder, R,G., Chaffin, D.B., Scheider, L.W., Foust, D.R., Bowman, B.M., Abdelnour, T.A., and Baum, J.K. (1975) *Basic Biomechanical Properties of the Human Neck related to Lateral Hyperflexion Injury*, Reporter No. UM-HSRI-BI-75-4. Highway Safety Research Institute, The University of Michigan, Ann Arbor, MI.

Staplin, L., Breton, M.E., Haimo, S.F., Farber, E.l., and Byrnes, A. (1986) *Age-related Diminished Capabilities and Driver Performance*, Unpublished Manuscript Prepared for Federal Highway Administration HSR-110 (FHWA Contract DTFH61-86-C0004), McLean, VA.

Wolffelaar. P.C., Rethengatter, T., and Brouwer, W. (1991) *Elderly Driver Traffic Merging Decision*.

(접수일: 2007.8.14/심사일: 2007.10.30/심사완료일: 2007.12.6)