

감속정보제공에 따른 운전자의 반응 연구

- Driving Simulator를 이용하여 -

A study on the Driver's response by Traffic Information Service

- Using Driving Simulator -

이 정 한

이 영 인

(서울대학교 환경대학원, 석사과정, armada1979@yahoo.co.kr) (서울대학교 환경대학원, 교수, yilee@snu.ac.kr)

Key Words : 드라이빙시뮬레이터, 감속정보, 속도변화

목 차

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성
2. 연구의 목적

II. 선행연구 고찰

III. 방법론 정립

1. 운전자 분류
2. 실험 시나리오 설정
3. 시뮬레이터 실험

IV. 실험 결과 및 분석

1. 실험참여자 특성
2. 실험 결과 및 분석

V. 결론 및 향후과제

1. 결론
2. 연구의 한계 및 향후과제

참고문헌

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

과속구간이나 어린이 보호구역 등 감속이 필요한 지역에서는 감속을 유도하는 표지판을 설치해 놓고 있다. 하지만 이러한 감속정보제공들이 실질적으로 운전자들에게 영향을 주는지에 대한 연구는 여러 가지 제약조건 때문에 부족한 편이다. 따라서 본 연구의 목적은 드라이빙 시뮬레이터를 통해 이러한 교통정보가 운전자에게 미치는 영향에 대해 연구하는 것이다. 하지만 실질적으로 드라이빙 시뮬레이터를 통한 실험도 제약조건을 가지고 있으므로 본 연구는 속도와 감속도 변화를 중심으로 연구하기로 한다.

2. 연구의 목적

운전자가 감속정보 인지 후의 차량의 속도, 감속도 변화를 알아본다. 감속정보를 제공하지 않을 때와 감속정보를 제공했을 때 차량의 주행 지표가 서로 다를 것이라는 가정하에 연구를 실시하였다. 수집된 Data로 수립한 가정의 타당성을 확인하고, 분석 결과를 통해 감속정보제공이 운전자에게 미치는 영향을 확인하여 정보제공의 효과검증과 적절한 정보제공 시점에 대해 연구하고자 한다.

II. 선행연구 고찰

‘돌발상황에 대한 운전자 반응 연구’(김재석, 이영송, 김영석, 이운성, 박종철, 박종찬)에서 국민대학교 차량제어실험실에서 개발한 차량시뮬레이터(KMU DS-3)를 이용하여 60명을 대상으로 운전 성향을 분석하였다. 시나리오는 네 개로 앞 차량의 급정거상황, 교차로 돌발출현 상황, 옆 차량의 끼어들기 상황, 맞은편 차량의 중앙선 침범상황이며 이들 시나리오에서 충돌 여부, 2차 충돌야기확률, 브레이크 작동 및 반응시간등에 있어 남녀차이 등을 DSQ(Driving Style Questionnaire)를 사용하여 분석하였다.

Driving Simulator Validation for speed research Accident Analysis and Prevention(Godley, S. T., Triggs, T. J., & Fildes, B N., 2002)에 따르면 차량시뮬레이터의 타당성 연구결과 정지신호, 우회전 및 좌회전 상황이 있는 교차로에서 평균 속도에 대한 절대적 타당도를 획득하지는 못했지만 상호적인 상대적인 타당도를 획득하였다. 이것은 운전자들이 시뮬레이터와 동일한 방식으로 실제 행동할 것이라는 것을 입증하기 때문에 속도에 대한 차량 시뮬레이터 실험의 타당성을 입증한다.

III. 연구방법 및 절차

1. 실험 시나리오 설정

실험을 위해 도로교통안전관리공단에서 보유중인 Driving Simulator(RTSA-DS)의 네트워크 중 국도B 네트워크를 사용하였다. 이 네트워크는 총연장 약 12.8km로 국도 4차로 부분과 2차로 부분, 고속도로 및 터널로 구성되어 있다. 이 중 실험에 사용한 구간은 국도 4차로 부분으로 실험시작~두 번째 교차로까지 구간이다. 현재 RTSA-DS에서 구현 가능한 돌발상황은 어린아이가 갑자기 차도로 뛰어드는 상황이며 이런 돌발상황에 관한 감속정보를 주고 실험하기로 한다. 교통공단 시뮬레이터는 특정지점에서 감속정보를 제공하는 것이 불가능하므로 통제실에서 음성으로 운전자에게 정보를 제공하는 것으로 한다.

2. 시뮬레이터 실험

1) 실험 참여자

실험은 20~30대 운전자 22명으로 실시하였으며, 현재 운전 중이거나 운전 경력이 있는 사람을 대상으로 하였다.

2) 실험 도구(RTSA-DS)

도로교통안전관리공단에서 2004년에 개발하여 운영중인 차량 시뮬레이터(RTSA-DS)를 사용하여 실험을 하였다. RTSA-DS는 운전자가 실제 자동차를 운전할 때 느끼는 운동을 재현하는 운동시스템, 주행환경 및 소음을 재현하는 영상 및 음향시스템, 시스템 상황을 감시하는 감시시스템 및 각 영상시스템 간의 정보 및 데이터 교환, 시간 일치화 등을 관리하는 시스템 통합 등으로 구성되어 있다.

3) 실험 절차

실험 참여자에게 실험 목적은 설명하지 않았고, Driving Simulator 실험에 대한 절차 및 전반적인 유의점 등을 알린 후 Simulator 적응 주행을 실시하였다. 적응주행시간은 약 5분간이었으며, 적응주행 후 5분간의 휴식을 취한 뒤 실험에 참여하였다. 첫 번째 주행에서는 돌발상황에 대한 감속정보를 제공하지 않았으며 두 번째 주행에서 돌발 상황에 대한 감속정보를 제공하였다.

4) 돌발상황발생지점 파악과 감속정보제공 시점 결정

시험주행을 통해 얻은 데이터 분석결과 돌발상황 발생지점은 x좌표로 -5122인 지점으로 나타났으며, 감속정보제공 시점은 첫 번째 교차로 통과 후인 x좌표 -4304 으로 정하였다.

5) 측정 변수

컴퓨터 프로그램을 통하여 직접적으로 측정되지 않는 변수

인 감속도와 감속도를 원자료로 부터 추출한 후 계산하였다.

- 주행속도 : 실험 구간 중 교차로 부분을 제외한 연속류 상황에서 평균 주행 속도로 감속정보제공의 효과를 파악할 수 있는 효과적으로 본 실험에 사용하였다.

- 감속도 : 교차로 접근시 브레이크를 밟기 시작한 시점부터 차량이 완전히 멈춘 시점까지의 감속도. 본 실험에서는 돌발상황 발생시 감속도를 비교함으로써 감속정보의 효과를 파악할 수 있는 효과적이다.

<표 III-1> 변수 계산

$$\text{평균속도 } v = \frac{S}{T}$$

(S = 구간거리, T = 구간주행시간)

$$\text{감속도 } a = \frac{(v - v_0)}{t}$$

v = 브레이크를 밟기 시작한 시점의 속도,
t = 브레이크를 밟기 시작한 시점부터 차량이 완전히 멈춘 시점까지의 시간)

IV. 실험 결과 및 분석

1. 실험참여자 특성

실험에 참여한 운전자 22명의 평균 연령은 27.9세(SD=1.5세)였으며, 20대가 21명, 30대가 1명이었다. 경력은 4.9년(SD=2.7년)이었으며, 1년 미만에서 10년 이상까지 분포하였다. 그리고, 주 운전차종은 모두 승용차였으며, 주 용도는 출·퇴근 및 여가용이었다.

<표 IV-1> 실험참여자 특성

연령 \ 경력	20대	30대	계
1년 미만	2명	-	2명
1~5년 미만	10명	-	10명
5~10년 미만	9명	-	9명
10년 이상	-	1명	1명
계	21명	1명	22명

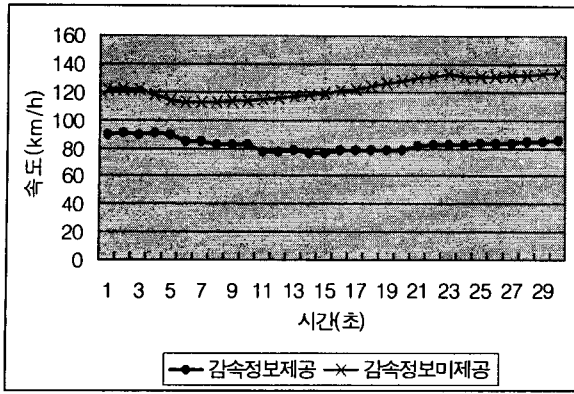
2. 실험 결과 및 분석

1) 실험 결과

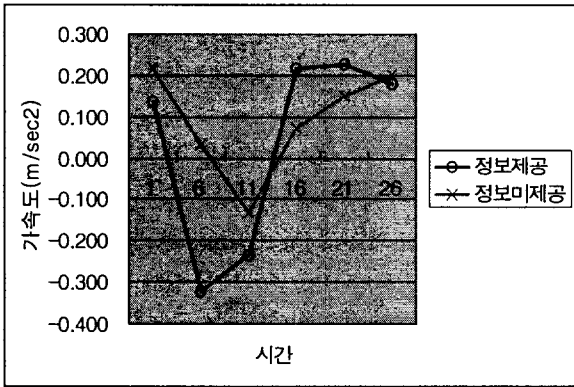
각 운전자별 실험 결과에 대해 평균 주행 속도, 구간 속도, 감속도 Data를 수집하였다.

2) 결과 분석

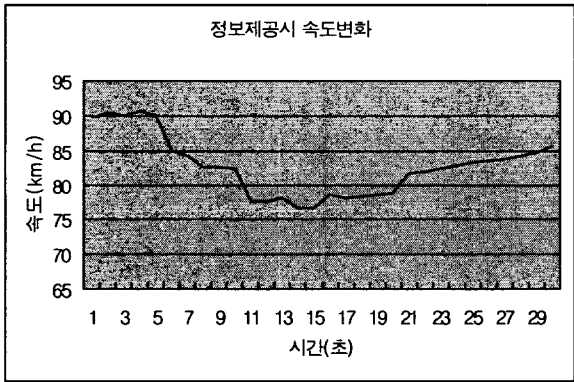
① 속도 및 감속도 변화 연구



<그림 IV-1>



<그림 IV-2>



<그림 IV-3>

감속정보를 제공하지 않은 첫 번째 주행의 경우 속도는 115km~126km의 범위에서 나타났고 대부분의 구간에서 120km의 속도를 보였다. 속도가 높게 나온 이유는 본 실험구간이 교차로와 교차로 사이에 있는 직진 구간으로서 구간 특성상 운전자의 과속을 유발하기 때문으로 파악된다.

감속정보를 제공한 두 번째 주행의 경우 정보제공 후 20초 동안은 속도가 감소하나 20초가 지나면 속도는 다시 증가하는 경향이 나타난다. 이는 운전자들이 교통정보를 제공받은 후 20초 동안은 돌발상황에 대한 대비행동으로 속도를 감속하나, 특정시간동안 돌발 상황이 발생하지 않으면 다시 속도를 가속하는 것을 알 수 있다. 정보 제공 10~20초 후 구간의 속도가 7

7~78km 정도를 유지하는 것을 볼 때 효율적인 정보제공은 상황 발생 가능 지점에서부터 약 20초전인 것으로 보인다. 이에 관한 자료는 <표IV-1>~<표IV-4>와 같다.

<표IV-2> 감속정보 제공시 속도 변화

구 분	시간대별 평균속도(km/h)					
	정보제공 5초후	5~10 초후	11~15 초후	16~20 초후	21~25 초후	26~30 초후
실험자1	83.83	88.09	82.59	82.58	83.43	84.99
실험자2	75.07	87.93	99.26	87.76	81.21	85.85
실험자3	109.10	106.64	104.38	102.45	100.52	98.60
실험자4	101.53	102.86	105.65	109.18	112.56	108.55
실험자5	74.38	73.28	72.28	71.74	72.34	74.05
실험자6	92.16	71.28	37.26	31.39	116.56	145.95
실험자7	70.45	65.91	61.10	59.68	60.73	60.29
실험자8	76.80	79.45	82.50	85.79	91.55	99.23
실험자9	91.88	87.59	84.54	94.31	97.34	96.28
실험자10	75.95	73.60	63.94	50.47	64.10	71.11
실험자11	78.20	74.50	70.20	70.49	77.43	85.03
실험자12	87.42	85.42	80.36	77.17	73.91	75.50
실험자13	92.21	89.65	90.86	101.28	103.57	107.75
실험자14	83.82	93.81	89.54	84.73	81.79	79.81
실험자15	84.88	87.34	87.08	84.62	82.56	81.56
실험자16	74.80	75.70	77.16	78.52	79.55	80.56
실험자17	97.38	91.66	89.34	89.15	97.17	110.00
실험자18	77.52	71.38	61.14	49.92	60.07	107.23
실험자19	69.06	65.15	61.79	61.80	72.38	79.13
실험자20	75.54	75.45	73.24	72.69	70.70	67.96
실험자21	93.46	78.17	65.95	63.72	80.33	88.51
실험자22	81.07	79.12	80.53	89.47	93.08	93.46
평 균	83.93	82.00	78.21	77.22	84.22	90.06

<표IV-3> 감속정보 제공시 감속도 변화

구 분	시간대별 감속도(m/sec²)					
	정보제공 5초후	5~10 초후	11~15 초후	16~20 초후	21~25 초후	26~30 초후
실험자1	0.005	0.047	-0.003	-0.054	-0.082	-0.127
실험자2	0.087	-1.025	-0.366	0.561	0.378	0.166
실험자3	0.135	0.162	0.091	0.116	0.107	0.109
실험자4	-0.056	-0.121	-0.174	-0.366	0.218	0.237
실험자5	0.083	0.061	0.057	0.008	-0.045	-0.120
실험자6	0.952	1.642	2.151	-2.682	-4.610	0.067
실험자7	-0.033	-0.036	-0.042	-0.032	-0.037	-0.037
실험자8	1.365	1.308	0.140	-1.742	1.317	1.106
실험자9	0.275	0.112	-0.240	-1.067	0.170	0.168
실험자10	0.039	0.137	1.011	-0.122	-0.886	0.048
실험자11	0.212	0.237	0.268	-0.136	-0.690	-0.089
실험자12	-0.022	0.248	0.255	0.178	0.099	-0.063
실험자13	0.147	-0.028	0.179	0.308	0.331	0.369
실험자14	-0.891	0.081	0.267	0.243	0.115	0.107
실험자15	-0.170	-0.086	0.098	0.180	-0.033	0.214
실험자16	-0.041	-0.080	-0.073	-0.066	-0.056	-0.056
실험자17	0.363	0.224	0.076	-0.099	-1.155	0.184
실험자18	0.465	0.596	0.460	-0.111	-0.122	-0.119
실험자19	0.240	0.222	0.125	-0.179	-0.992	0.283
실험자20	-0.076	0.109	0.082	0.058	0.143	0.130
실험자21	0.901	0.935	0.413	-0.348	-1.189	0.322
실험자22	-0.012	0.233	-0.009	0.156	-0.078	0.121
평 균	0.18	0.23	0.22	-0.24	-0.32	0.14

<표 IV-4> 감속정보 미제공시 속도 변화

구 분	시간대별 평균속도(km/h)					
	돌발상황 5초전	5~10 초전	11~15 초전	16~20 초전	21~25 초전	26~30 초전
실험자1	138.70	135.57	130.07	123.97	118.23	111.11
실험자2	132.37	130.42	121.52	114.35	116.84	121.40
실험자3	139.06	136.09	132.71	126.66	126.96	122.44
실험자4	163.56	160.17	143.97	134.86	125.12	119.17
실험자5	147.65	141.73	138.68	140.00	143.20	143.49
실험자6	92.96	93.57	94.20	94.90	95.50	96.17
실험자7	115.23	91.69	78.14	107.23	98.81	73.76
실험자8	88.31	84.72	84.89	99.63	105.61	102.61
실험자9	128.49	118.55	120.10	129.08	126.60	127.80
실험자10	97.49	88.69	84.16	96.01	100.03	106.45
실험자11	113.42	108.43	106.02	116.33	120.03	118.93
실험자12	169.86	180.28	189.17	174.02	157.98	133.27
실험자13	134.06	132.87	132.45	127.58	121.89	115.65
실험자14	116.10	114.80	113.52	111.99	110.25	103.32
실험자15	88.04	75.87	68.21	99.84	107.50	104.94
실험자16	150.58	151.69	149.94	143.78	136.99	130.16
실험자17	180.71	181.46	178.72	167.27	180.72	161.82
실험자18	93.39	84.23	74.04	71.52	73.77	75.91
실험자19	108.10	105.07	104.52	110.92	108.28	101.48
실험자20	99.41	99.15	102.10	105.60	108.11	107.82
실험자21	130.06	120.66	122.13	137.48	129.93	121.70
실험자22	136.21	133.09	128.66	130.52	126.32	131.54
평 균	125.63	121.31	118.09	121.07	119.94	115.04

<표 IV-5> 감속정보 미제공시 감속도 변화

구 분	시간대별 감속도(m/sec ²)					
	정보제공 5초후	5~10 초후	11~15 초후	16~20 초후	21~25 초후	26~30 초후
실험자1	0.076	0.297	0.427	0.327	0.300	0.356
실험자2	0.149	0.060	0.522	0.351	0.114	-0.483
실험자3	0.295	-0.018	0.524	-0.124	0.310	0.338
실험자4	0.207	0.195	0.554	0.494	0.533	0.554
실험자5	0.346	0.301	-0.040	-0.028	-0.190	0.077
실험자6	0.210	0.216	0.216	0.212	0.236	0.253
실험자7	0.251	0.255	0.281	0.037	-0.052	0.029
실험자8	-0.155	-0.158	-0.188	-0.174	-0.531	-0.426
실험자9	0.653	0.531	-0.621	-0.211	0.249	-0.180
실험자10	0.491	0.505	-0.279	-0.467	-0.362	-0.319
실험자11	0.370	0.239	0.008	-0.780	-0.034	0.221
실험자12	-0.049	-1.152	0.552	0.604	1.326	1.386
실험자13	0.149	0.130	-0.512	-0.247	-0.092	-0.045
실험자14	0.074	0.080	0.069	0.095	0.130	0.245
실험자15	0.680	0.690	0.077	-2.179	0.016	0.283
실험자16	-0.072	0.005	0.329	0.379	0.389	0.361
실험자17	-0.445	0.080	0.492	-0.646	0.788	1.487
실험자18	0.233	0.547	0.830	0.259	-3.395	-0.126
실험자19	0.165	0.163	-0.353	-0.006	0.350	0.285
실험자20	-0.022	-0.229	-0.176	-0.081	0.100	-0.119
실험자21	0.560	0.591	-0.991	-0.107	0.568	0.595
실험자22	0.222	-0.016	-0.161	-0.596	-0.016	-0.022
평 균	0.200	0.151	0.071	-0.131	0.033	0.216

③ 감속정보제공 효과에 대한 검증

속도와 감속도 모두 감속정보를 제공했을 때 상대적으로 낮아지는 것으로 나타났고 이에 대한 검증은 다음과 같다.

<표 IV-6> 정보제공 유무에 따른 속도 비교

	속도(km/h)	
	정보제공	정보미제공
평 균	83.113	100.252
분 산	19.889	15.863
표준편차	4.460	3.983

<표 IV-7> 정보제공 유무에 따른 감속도 비교

	감속도(m/sec ²)	
	정보제공	정보미제공
평 균	0.034	0.090
분 산	0.060	0.017
표준편차	0.246	0.130

속도검증

$$Sd = \sqrt{\frac{s1^2}{n1} + \frac{s2^2}{n2}} = \sqrt{\frac{(3.983)^2}{22} + \frac{(4.460)^2}{22}} = 1.27486$$

$$\frac{|U1 - U2|}{Z} = \frac{|100.252 - 83.113|}{1.96} = 8.74438$$

(유의수준 5%)

$$\frac{|U1 - U2|}{Z} > Sd \text{ 이므로 감속정보제공에 따른 속도감소가}$$

있는 것으로 나타났다. 즉, 정보를 제공한 결과 평균 17.139 km/h 의 감속효과가 있는 것으로 나타났다.

감속도 검증

$$Sd = \sqrt{\frac{s1^2}{n1} + \frac{s2^2}{n2}} = \sqrt{\frac{(0.130)^2}{22} + \frac{(0.246)^2}{22}} = 0.05932$$

$$\frac{|U1 - U2|}{Z} = \frac{|0.090 - 0.034|}{1.96} = 0.028571$$

$$\frac{|U1 - U2|}{Z} < Sd \text{ 이므로 감속도의 경우 감속정보제공에}$$

따른 감속도 감소효과가 없는 것으로 나타났다.

③ 돌발상황 순간의 속도와 감속도 분석

돌발상황 순간의 속도와 감속도는 다음과 같다.

<표 IV-8> 돌발상황순간 속도와 감속도(정보제공)

구 분	정보제공	
	속도(km/h)	감속도(m/sec ²)
피실험자 1	84.16	0.109
피실험자 2	76.04	0.104
피실험자 3	102.61	0.102
피실험자 4	101.11	0.122
피실험자 5	74.98	0.086
피실험자 6	80.81	0.271
피실험자 7	72.72	0.067
피실험자 8	75.56	10.20
피실험자 9	93.77	0.066
피실험자 10	75.48	0.097
피실험자 11	79.80	0.090
피실험자 12	87.09	0.112
피실험자 13	78.58	0.091
피실험자 14	83.36	0.090
피실험자 15	74.44	0.099
피실험자 16	100.25	0.130
피실험자 17	79.11	0.098
피실험자 18	71.16	0.064
피실험자 19	74.97	0.081
피실험자 20	99.92	0.092
피실험자 21	82.96	0.109
평 균	83.28	0.585

<표 IV-9> 돌발상황순간 속도와 감속도(정보미제공)

구 분	정보미제공	
	속도(km/h)	감속도(m/sec ²)
피실험자 1	121.99	0.476
피실험자 2	133.73	0.191
피실험자 3	141.31	0.181
피실험자 4	165.32	0.243
피실험자 5	150.59	0.226
피실험자 6	92.70	0.129
피실험자 7	126.37	0.170
피실험자 8	90.65	0.131
피실험자 9	133.42	0.189
피실험자 10	101.65	0.134
피실험자 11	116.30	0.162
피실험자 12	93.40	0.135
피실험자 13	116.67	0.154
피실험자 14	93.39	0.123
피실험자 15	150.51	0.220
피실험자 16	175.75	0.292
피실험자 17	96.64	0.106
피실험자 18	109.34	0.100
피실험자 19	99.13	0.116
피실험자 20	134.15	0.166
피실험자 21	134.90	0.095
평 균	122.76	0.178

돌발상황 순간의 정보제공과 미제공의 속도차는 41.69 km/h로 정보제공에 따른 속도 감소율은 약 150%로 나타났으며 이는 전체구간에서의 정보제공 유무에 따른 속도차 24.98 km/h보다 높은 값이다.

정보미제공시 속도가 높게 나온 이유는

- i) 실험구간이 직진코스여서 운전자의 과속을 유발했다는 점
- ii) 드라이빙 시뮬레이터가 현실적인 속도감을 제대로 반영하지 못하고 과속에 대한 현실감이 떨어진다는 점인 것으로 보인다.

V. 결론 및 향후과제

1. 결론

본 연구에서는 Driving Simulator를 이용하여 감속정보 제공이 운전자에게 미치는 영향을 실험하였다.

감속 정보 제공이 미치는 영향을 파악하기 위해 정보제공 유무에 따른 속도와 감속도 변화를 분석하였고, 돌발상황 발생 순간의 속도와 가속도를 분석함으로써 감속정보제공이 실질적으로 운전자에게 미치는 영향을 분석하였다.

실험결과 감속정보제공은 운전자의 감속을 유도하는데 효과가 있는 것으로 나타났으며, 적정 정보제공시점은 예측상황발생지점으로부터 20초 전인 것으로 파악되었다. 이러한 점들을 활용하여 감속정보를 알리는 표지판이나 VMS 계기판 등의 설치 시 도움이 될 수 있을 것이다.

2. 연구의 한계 및 향후과제

실험 결과 감속정보 제공이 속도감속에 효과가 있는 것으로 나타났지만 이는 실험자들이 첫 번째 주행에서 돌발상황에 대한 인지를 했음이 그 원인이 될 수 있고, 실제실험이 아닌 드라이빙시뮬레이터를 통한 실험이기에 실험자들의 운전행태가 실제와 달리 왜곡되었을 가능성이 있다. 또, 실험자들의 반응 시간과 차선이적거리등과 같은 돌발상황 순간의 데이터를 분석하지 못하고 정보제공과 돌발상황 사이의 구간속도와 감속도만을 분석하므로써 돌발상황 순간에 대한 연구가 미흡했다. 또 실험대상이 20대의 젊은 연령대의 운전자만을 대상으로 실시되었기 때문에 중장년층 및 고령 운전자들에게 미치는 영향을 반영할 수 없었기 때문에 연구결과를 일반화시키기에는 무리가 따른다고 판단된다. 참고문헌과 달리 본 실험에서는 운전자의 개인 성향 분석을 사전에 파악하지 못하였고 이러한 운전자 개인성향이 운전이 미치는 영향을 확인할 수 없었다.

향후에는 이러한 점들을 보완하여 운전자의 반응을 좀 더 면밀하고 체계적으로 파악하고자 한다.

참고문헌

1. 신용균, 류준범, 임평남, 강수철 「운전 시뮬레이터를 통한 과속운전 행동예측」, 대한교통학회 2006년도 춘계학술대회, 2006
2. 신용균, 임평남, 강수철, 류준범, 「운전 중 TV시청이 운전 행동에 미치는 영향」, 대한교통학회 2006년도 춘계학술대회, 2006
3. Godley S.T, Triggs T.J., Fildes B.N., 「Driving simulator validation for speed research」, 2002
4. 김재석, 이영송, 「김영석, 이운성, 박종철, 박종찬 돌발상황에 대한 운전자 반응 연구」