

운전자 설문을 통한 자동차 운전자의 실수 확률 추정

이재인[†] · 임창주^{*}

한국과학기술원 산업공학과 · *한국산업기술대학교 게임공학과
(2006. 10. 25. 접수 / 2007. 1. 28. 채택)

Estimation of Car Driver Error Probabilities Through Driver Questionnaire

Jaein Lee[†] · Chang Joo Lim^{*}

Department of Industrial Engineering, KAIST

*Department of Game and Multimedia Engineering, Korea Polytechnic University

(Received October 25, 2006 / Accepted January 28, 2007)

Abstract : Car crashes are the leading cause of death for persons of every age. Specially, human-related factor has been known to be the primary causal factor of such crashes than vehicle- and environmental-related factors. There are various studies to analyze driver's behavior and characteristics in driving for reducing the car crashes in many areas of car engineering, psychology, human factor, etc. However, there are almost no studies which analyze mainly the human errors in driving and estimate their probabilities in terms of human reliability analysis. This study estimates the probability of human error in driving, i.e. driver error probability. First, fifty driver errors are investigated through DBQ (Driver Behavior Questionnaire) revision and the error likelihoods in driving are collected which are judged by skillful drivers using revised DBQ. Next, these likelihoods are converted into driver error probabilities using the results that verbal probabilistic expressions are changed into quantitative probabilities. Using these probabilities we can improve the warning effects on drivers by indicating their driving error likelihoods quantitatively. We can also expect the reduction effects of car accident through controlling especially dangerous error groups which have higher probabilities. Like these, the results of this study can be used as the primary materials of safety education on drivers.

Key Words : human error, driver error probability, driver behaviour questionnaire

1. 서 론

미국에서는 자동차 사고가 모든 연령대에서 사망의 주요인이 되고 있다¹⁾. NHTSA에 따르면 2004년에 자동차 사고에 의한 경제적 손실이 230.6억 달러였다. 한국에서는 2004년에 220,755건의 자동차 사고가 발생하였고, 6,563명이 사망하고 346,987명이 부상하였다²⁾. 이러한 사고에 의한 피해와 손실을 줄이기 위하여 다양한 노력이 이루어지고 있으며 그 성과도 나타나고 있다³⁾. 한국의 경우, 2001년 7월에 제5차 교통안전기본계획('02~'06년)을 수립하여 교통사고 원인 체계적 규명 및 해소, 체계적 교통안전 확보, 교통안전계획 강화 등을 추진하였다. 그 결과 교통사고 사망자가 2002년에는 7,222명(10.8%감소),

2003년에는 7,212명(0.1%감소), 2004년에는 6,563명(9.0%감소)으로 감소하는 등의 성과를 거두었다.

이러한 자동차 사고 주요 원인은 인간, 자동차, 환경 관련 요인 등 3개로 구분될 수 있다⁴⁾. 이 가운데 특히 인간 관련 요인이 가장 중요하다고 알려져 있다. 따라서 이 사고를 줄이기 위한 첫 단계로서 운전할 때의 운전자의 행동과 특성 등이 분석되어야 한다. 특히 운전자 실수로 일컬어지는 인간 실수(Human Error)가 중요하게 다루어져야 한다⁵⁾.

인간 실수는 단어를 잘못 발음하는 것과 같은 사소한 것부터, 파산으로까지 이를 수 있는 잘못된 금융 의사 결정과 같은 큰 실수나 착오에 이르기까지 일상에서 자주 일어나는 것이다⁶⁾. 이들 대부분은 쉽게 회복될 수 있으나 복잡한 시스템이나 작업장 같은 곳에서는 심각한 결과를 초래하기도 한다. 인간 실수는 완전히 제거하기 어렵기 때문에 최소화를 목

[†] To whom correspondence should be addressed.
inibest@gmail.com

표로 다루어지고 있다. 특히 인간 실수를 분석하여 해당 시스템의 오류를 방지하려는 방법인 인간 신뢰도 분석(Human Reliability Analysis) 관련 연구들에서 인간 실수를 다루고 있으며, 원자력 발전, 화학 공정 등의 분야에서 적용이 활발하다. 미국의 원자력 규제 위원회는 원자로를 설계할 때 인간 요인을 다루는 필수요소로서 인간 신뢰도 분석을 사용하고 있다⁷⁾. 영국의 Rail Safety & Standards Board⁸⁾은 철도시스템에서 인간 실수를 줄이기 위하여 인간 신뢰도 분석을 최대한 활용하고 있다.

그러나 자동차 사고에서는 인간 신뢰도 분석의 관점에서 운전자 실수를 다루는 연구를 찾아보기 힘들고, 일부 유사한 연구가 있기는 하지만 인간 신뢰도 분석의 기본이 되는 정량적 분석이 아닌 정성적 분석이어서 그 효과에 한계가 있다^{9,10)}. 따라서 운전자의 실수를 줄이고 방지하기 위해서는 자동차 운전 분야에서 체계적인 인간 신뢰도 분석의 적용이 필요하다.

이러한 필요성에 따라 본 연구에서는 인간 신뢰도 분석의 기본이 되는 인간 실수 확률을 자동차 운전과 관련하여 추정하고자 한다. 먼저 기존 문헌 연구로부터 정성적 표현에 대한 정량적 변환 과정 및 결과를 정리한다. 다음으로 DBQ(Driver Behaviour Questionnaire)를 실시하여 실제 운전자들로부터 주요 실수의 발생 가능 횟수를 6점 척도로 파악한다. 그리고 2가지 결과를 조합하여 운전자의 실수 확률을 추정한다. 이 연구는 운전자의 실수에 대한 정량적 분석의 초기 시도로서 그 의미가 있다.

2. 정성표현의 정량화

2.1. 기존 연구

확률은 정량적 혹은 정성적인 표현으로 제시될 수 있다. 정량적인 형태의 대표적 예가 일기 예보에서의 강수 확률 표현이다. 하지만, 일상적인 대화를 할 때는 주로 “가능하다”, “자주 일어난다”, “거의 없다” 등의 정성적인 표현으로 확률을 나타낸다. 이는 정량적인 표현보다 사람들이 인지하고 있는 불확실성을 더 잘 표현할 수 있기 때문이다¹¹⁻¹³⁾. 최근의 연구 결과에서, 의사 결정 과정에서 사람들은 불확실성의 확률에 대한 정보를 받아들일 때에는 정량적인 표현을 선호하는 반면에, 제공할 때에는 정성적인 표현을 선호한다는 것을 알 수 있다¹⁴⁻¹⁶⁾. 따라서 대부분의 설문지 응답 문항은 “확실하다”, “보통

Table 1. Verbal expression and corresponding estimated probability¹⁷⁾

Verbal expression	Estimated prob.
Impossible	0.00
Small Possibility	0.10
Small Chance	0.20
Somewhat Doubtful	0.30
Possible	0.40
Toss-up	0.50
Somewhat Likely	0.60
Likely	0.70
Very Likely	0.80
Quite Certain	0.90
Certain	1.00

이다” 등의 정성적 표현으로 되어 있다. 하지만 이러한 표현 내면에는 정량적 표현이 내재되어 있으므로 정성적 표현에 해당하는 정량적 표현 즉, 확률값을 대응시켜 사용한다면 사람들이 정보를 받아들이기에 효과적인 형태를 가질 수 있을 것이다.

Tavana 등¹⁷⁾은 이와 관련된 연구들을 정리하여 주요 정성적 표현의 정량적 값을 유도하였다. Table 1은 Tavana 등¹⁷⁾이 제시한 것 가운데 대표 표현 및 그에 해당하는 값을 나타내고 있다. 이 연구의 결과를 본 연구에 이용하고자 한다.

유사한 연구를 Reddy¹⁸⁾는 다음과 같이 수행하였다. 0~100의 주관적 확률 척도, 7점의 발생가능성 평가 척도, 그리고 7점의 확률 평가 척도의 3개 척도를 비교하였다. 그 결과 2개의 7점 평가 척도가 100점 확률 척도보다 낮은 임의 실수 분산(Random error variance)을 보였고, 이벤트 불확실성 분산(Event uncertainty variance)은 같았다. Ramsy¹⁹⁾는 5점 평가 척도에서 주관적 확률 척도와 비슷한 일관성(Consistency)을 보인다고 하였다. 이러한 연구들을 바탕으로 확률을 추정할 때 직접 추정하는 것보다는 정성적 표현에 의한 5점 또는 7점 평가 척도를 이용하는 것이 추정자에게나 결과면에서 효과적임을 알 수 있다. 또한 이 결과를 오차 없이 확률값으로 변환한다면 100점 척도로 직접 추정하는 것보다 효과적이라 할 수 있겠다.

2.2. 정성적 한글 표현 선정 및 확률값 대응

3절에서 소개될 DBQ(Driver Behaviour Questionnaire)에서는 6점 척도로 운전자의 실수 빈도를 묻는데 여기서 6개의 정성적 표현을 사용한다. 이것은 영어로 된 표현이므로 국내 운전자들을 대상으로 하는 본 연구에 사용하기 위하여 해당 표현에 적당한 한글로 된 정성적 표현을 선정하였다. 5명의

Table 2. Response item in DBQ & Revised DBQ(in Korean) and Corresponding estimated probability

Scale	Response item in DBQ	Response item in Revised DBQ	Prob.
0	Never	전혀 없음	0%
1	Hardly ever	아주 가끔	10%
2	Occasionally	가끔	40%
3	Quite often	자주	70%
4	Frequently	매우자주	80%
5	Nearly all the time	항상	100%

인간공학 전공자들이 **Brainstorming**을 거쳐서 가장 알맞은 표현을 대응시켰다. 그리고 설문의 이름을 **Revised DBQ**로 바꾸었다. 그 결과는 Table 2에 정리되어있다. 이 표의 확률값은 Tavana 등¹⁷⁾의 논문에서 제시된 다양한 정성적 표현과 그에 해당하는 확률값을 근거로 하여, DBQ에서 사용한 정성적 표현에 해당하는 확률값을 나타낸 것이다. 이 표를 이용하여 4절에서 운전자의 실수 확률을 추정한다.

3. Driver Behaviour Questionnaire

3.1. DBQ(Driver Behaviour Questionnaire)

DBQ는 운전자의 불안정한 행위를 측정하기 위한 체크리스트식 실험방법이다. 이는 운전자정보, 50개의 실수에 관한 질문, 운전자 성향 평가의 3개 부분으로 구성되어 있다. Reason 등²⁰⁾은 Skill-based behavior와 Mistake, Violation을 포함한 50문항의 DBQ를 작성하여 운전자들의 실수 유형을 분석하는데 사용하였다. DBQ는 이후에 많은 연구자 및 나라에서 관련 연구들에 의하여 그 타당성이 검증되었다^{21,22)}.

3.2. Revised DBQ

본 연구에서는 1990년의 DBQ를 2006년 현재의 시대적, 문화적인 차이를 고려하여 한국의 운전자들에게 맞추어 일부 수정하여 **Revised DBQ**를 작성하였다. 그리고 이를 운전자의 실수 유형 및 발생 횟수 검출 도구로 사용하였다. Revised DBQ는 DBQ와 마찬가지로 운전자 정보, 실수유형별 측정문항, 운전자의 운전 성향에 대한 평가의 3개 부분으로 구성하였다. 이 중 실수유형별 측정문항은 9개의 Mistake(7 Rule-based mistakes, 2 Knowledge-based mistakes), 21개의 Slip and lapse, 20개의 Violation(17 Intentional violations, 3 Unintentional violations)으로 되어있다. 그리고 이들의 발생빈도를 6점 척도로 평

Table 3. Example of driver error by each error type in Revised DBQ(in Korean)

Error type	Example of driver error
Mistake	심야에 시골길에서 상향전조등 켜고 과속으로 주행하곤 한다.
Slip & Lapse	키를 차에 둔 채 차문을 잠근다.
Violation	운전 중 앞차에게 빨리 가라거나 아니면 길을 비키라는 신호로 전조등을 비추곤 한다.

가하도록 구성되어 있다. Slip & Lapse는 실행상의 실패로 인하여 정상적인 계획에서 벗어난 행동을 하는 것이다. Mistake는 올바른 행위 의도의 구성이 실패된 경우로서, Rule-based mistake와 Knowledge-based mistake로 구분된다. 전자는 작업자가 자신이 처한 상황에 대한 강한 자신감으로 그 상황에 대처하는 규칙이나 행위를 잘못 유발하는 것이고, 후자는 지식 또는 정보가 없거나 상황을 정확히 이해하지 못하여 실수하는 것이다²³⁾. 그리고 Violation은 의도적으로 정상적인 행동에서 벗어난 행동을 하는 것이다²⁰⁾. 이러한 실수유형별로 1개씩 각 항목의 예를 Table 3에 나타내었다. 전체 실수 목록은 Table 4에서 본 연구의 결과와 함께 제시하였다.

본 연구에서는 Revised DBQ를 사용하여 총 46명의 운전자를 대상으로 설문을 실시하였다. 이들의 평균 연령은 32.1세이며, 평균 운전 경력은 8.2년이 었다. 이 설문으로부터 Revised DBQ에 있는 50가지의 운전자 실수에 대한 빈도 점수를 구하였다. 4 절에서는 이 점수를 Table 2의 확률값을 이용하여 운전자 실수 확률을 추정한다.

4. 실수 확률 추정

4.1. 운전자 실수 확률 변환

3절에서 구한 실수들의 발생 횟수 점수를 2절의 변환표에 의해 변환하였다. 먼저 50개 항목별로 각 운전자의 발생 빈도 점수를 표 2의 확률값으로 변환하였다. 예를 들면, 1번 운전자의 1번 항목 점수는 3이었으며 이것을 70%로 대체하였다. 46명의 운전자 응답 점수를 모두 확률값으로 대체한 뒤에 각 항목별로 산술평균하였다. 이 과정을 거쳐 Table 4와 같이 50개의 운전자 실수의 발생 확률을 구하였다.

4.2. 운전자 실수 확률 분석

이렇게 구한 운전자 실수 확률의 타당성은 직관적으로 다음과 같이 설명된다. Revised DBQ의 각 항

Table 4. Estimated probability of driver error

(S: Slip & Lapse, RM: Rule-based Mistake, KM: Knowledge-based Mistake, V: intentional Violation, UV: Unintentional Violation, Prob: Probability, SD: Standard Deviation)

Error No.	Error type	Driver Error (in Korean)	Prob(%)	SD(%)
1	S	교차로에서 신호대기후 출발 시 3단 기어(수동인 경우) / 중립(자동인 경우)에서 출발하곤 한다.	9.13	21.17
2	UV	속도계를 확인하고서야 자신도 모르게 속도한계치를 위반하였음을 인지한다.	25.65	23.82
3	S	키를 차안에 둔 채 차문을 잠근다.	5.00	8.88
4	V	1차선에서 저속으로 운전하는 자동차를 보면 참지 못해 다른 차선으로 추월한다.	52.83	27.94
5	RM	심야에 시골길에서 상향 전조등을 켜고 파속으로 주행하곤 한다.	15.00	22.09
6	S	시동 시 키를 점화위치에 놓기도 전에 출발하려한다.	0.87	2.85
7	V	운전 중 앞차에게 빨리 가라거나 아니면 길을 비키라는 신호로 전조등을 비추곤 한다.	9.13	13.47
8	S	다층이나 대규모 주차장에서 차를 어디에 주차했는지 잊어버리곤 한다.	16.74	16.47
9	S	정신이 흐란스럽거나 어느 한 생각에 집중하고 있어서 앞차의 속도가 감소하고 있음을 뒤늦게 깨닫고 브레이크를 급히 세게 밟는다.	13.04	17.11
10	S	전면 와이퍼를 움직일 의도로 전조등 조작레버를 움직인다.	3.48	7.06
11	RM	도로에서 갑작스런 차량의 진입이나 반대차량의 속도를 잘못 감지하여 중앙선 침범한 경우 있다.	3.04	4.65
12	RM	주차 시에 차간 간격을 잘못 파악하여 거의 접촉사고를 일으킬 뻔 하곤 한다.	6.96	8.66
13	S	장거리 운행 시작 후어야 비로소 주행도로에 대한 정보를 사전에 확인하지 못했음을 깨닫는다.	18.48	21.91
14	S	고속도로에서 사전에 계획한 톨게이트를 지나쳐 멀리 돌아 나올 때가 있다.	8.26	14.80
15	S	현재 기어상태가 몇 단인지 몰라 손이나 눈으로 기어위치를 확인하곤 한다.	10.43	14.90
16	V	왕복2차선도로에서 앞차의 속도가 너무 느려 위험한 상황에서 앞지르기를 시도한다.	12.61	16.92
17	S	목적지 A를 위해 출발하였으나 운행 중 평소 다니던 길인 목적지 B로 가고 있음을 깨닫는다.	8.04	14.70
18	V	적색등임에도 불구하고 교차로를 통과할 수 있는 상황이면 통과하곤 한다.	18.48	21.39
19	V	타 운전자의 행태가 마음에 들지 않아 운전 중 고의적인 추격이나 길 막기를 한 적이 있다.	10.43	18.85
20	S	미러를 확인하지 않고 앞지르기를 하려다가 이미 앞지르기 중인 뒤차가 경적을 울린 적이 있다.	8.04	9.80
21	V	심야나 이른 새벽에 고의적으로 속도 제한치를 무시하고 주행한 적이 있다.	27.17	26.13
22	UV	깜빡 잊고 자동차세나 보험료 납기일을 넘긴 채 차량을 운행한 적이 있다.	1.74	3.83
23	S	깊은 생각에 빠져 반대편차의 신호까지 자신의 전조등을 상향으로 비추고 주행한 적이 있다.	6.52	8.75
24	S	좌회전 시 갑자기 안쪽에서 나오는 자전거나 행인을 칠 뻔 한 적이 있다.	5.00	5.06
25	S	주도로에서 좌회전하는 차량의 행렬 속에서 오른쪽에서 진입하는 차량의 행렬을 주의 깊게 주시하다 앞차를 추돌할 뻔 한 적이 있다.	3.91	4.93
26	V	식당에서 회직이나 다른 곳에서 음주 후 불법임을 알고도 운전한 적이 있다.	7.39	11.24
27	V	특별한 계층의 도로사용에 대한 반감으로 가능한 어떤 방법으로도 적대감을 표시한 적이 있다.	8.48	16.46
28	UV	깊은 생각하거나 정신 혼미로 보행자 건널목에서 적색신호인 것도 모른 채 주행한 적이 있다.	9.57	11.73
29	V	주정차 금지구역에 주차 혹은 정차한 적이 있다.	25.00	24.56
30	S	왕복 2차선 도로에서 추월 시 반대편에서 다가오는 차량의 속도를 잘못 판단한 적이 있다.	6.09	7.14
31	RM	후진하면서 미처 감지하지 못했던 어떤 물체와 접촉한 적이 있다.	10.65	9.98
32	S	운전 중 버스나 주차된 차량에서 나오는 행인을 미처 발견하지 못한 적이 있다.	6.30	8.78
33	KM	주행 도로를 잘못 선택하여 피할 수 있었던 교통정체를 만난 적이 있다.	30.43	21.18
34	RM	한 차선에 일렬로 늘어서 정지된 차량이나 저속의 차량을 추월하면서, 이 차량이 도로작업이나 일렬정체로 인한 것임을 알게 된 적이 있다.	13.70	15.11
35	V	고속도로에서 저속으로 주행 중인 차량을 추월하기 위해 갓길 주행한 적이 있다.	1.96	6.54
36	V	우회전시 마주친 차량을 피하기 위해 갑작스레 도로에서 이탈한 적이 있다.	2.39	6.73
37	KM	교차로나 로터리에서 잘못된 차선으로 진입한 적이 있다.	10.87	11.12
38	S	교차로에서 표지판을 정확히 보지 못해 의도와 다른 방향으로 주행한 적이 있다.	16.96	16.72
39	V	버스가 승객 승하차를 위해서 신호를 할 때 길을 잘 내주지 않는다.	4.13	10.24
40	V	교차로나 차선 변경 시 양보신호를 무시하고 계속 주행함으로써 거의 충돌할 뻔 한 적이 있다.	3.70	4.88
41	S	후진이나 차선변경, 선회 시에 사이드 또는 룸미러를 확인하지 않는다.	4.35	8.86
42	S	주행 중에 먼저 인접차선에서 차선변경으로 방향지시등 켜 차를 미처 보지 못하고 추월하곤 한다.	5.43	7.21
43	V	잘 사용하지 않는 일방도로에서 고의적으로 역주행 한 적이 있다.	4.78	13.29
44	V	밤늦게 홀로 도로 주행 시에 신호등을 무시한다.	25.43	24.01
45	S	운전 중에 지도를 보거나 라디오를 켜거나 다른 일을 하며 전방은 반만 주시한다.	17.83	20.32
46	S	건널목에서 차도를 건너는 행인을 시야에서 놓치곤 한다.	6.09	13.08
47	V	도로에서 다른 운전자와 비공식적인 경주를 하곤 한다.	7.39	14.82
48	V	장애물 있거나 좁은 도로에서 반대편에서 다가오는 차와 의도적으로 아슬아슬하게 피하곤 한다.	5.00	13.12
49	RM	미끄러운 도로에서 브레이크를 너무 일찍 밟거나 잘못된 방향으로 핸들을 돌린다.	4.35	5.01
50	RM	우회전시 회전시점을 잘못 판단하여 가까스로 사고를 낼 뻔 한 적이 있다.	2.17	4.17

목은 운전자들이 흔히 일으킬 수 있는 실수들을 나타낸 것이다. 이 항목에 대하여 운전자들은 얼마나 자주 실수하는지를 6점 척도로 응답한다. 따라서 이 응답 점수들은 운전자들이 판단하는 해당 실수의 발생 가능성이라 할 수 있다. 그리고 이 발생 가능성을 기존 연구에 있는 정성적 표현의 정량화 과정을 적용하여 확률로 변환하면 이것을 운전자의 실수 발생 확률이라 할 수 있다.

Table 4에서 가장 높은 발생확률의 실수는 52.83%의 4번 실수로서 “1차선에서 저속으로 운전하는 자동차를 보면 참지 못해 다른 차선으로 추월한다”이다. 이는 실수유형 가운데서 Violation에 해당되는 것으로 운전자들이 자주 일으키는 것이어서 그 확률값에 타당성이 더해진다. 두 번째 높은 확률의 실수는 30.43%의 33번 “주행 도로를 잘못 선택하여 피할 수 있었던 교통정체를 만난 적이 있다”이다. 이것 또한 많은 운전자들이 실제로 겪어보는 것이다. 반대로 가장 낮은 확률은 0.87%를 보인 6번의 “시동 시 키를 점화위치에 놓기도 전에 출발하려는”이다. 이는 운전자들이 거의 실수하지 않는 것이므로 역시 타당성을 가지는 확률값이라 할 수 있다.

이 결과에서 높은 확률의 실수들은 운전자들에게 주의를 주어 발생하지 않도록 경고가 되어야 한다. 그리고 낮은 확률을 보이는 실수들은 상대적으로 주의가 덜 되어도 되는 것이다. 따라서 전자의 실수들에 더욱 주의가 집중되어야 됨을 알 수 있다.

실수유형별로 실수 확률을 정리해보면, Violation의 평균 실수 확률은 13.16%, Mistake는 10.80%, 그리고 Slip & Lapse는 8.57%이다. 이 결과로부터 운전자들이 운전상의 실수나 초기 계획상의 오류보다는 고의적인 실수를 상대적으로 많이 일으킴을 알 수 있다.

5. 결론 및 토의

자동차 사고가 인류의 주요 사망 및 부상 원인이 되고 있는 가운데 특히 운전자의 인적 실수에 의한 사고 예방이 중요하다. 따라서 운전자의 실수를 체계적으로 분석할 필요가 있다. 이를 위하여 인적 실수를 다루는 체계적으로 분석하는 인간 신뢰도 분석이 요구된다. 그런데, 기존의 다른 분야에서 이러한 관점에서 많은 연구가 이루어지고 있지만 자동차 운전 분야에서는 많지 않다. 따라서 이 관점에서 운전자의 실수를 분석이 되어야 하고 특히 정량

적으로 운전자의 실수 확률을 추정하여 그것을 바탕으로 한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 이러한 필요성에 따라 운전자들의 주요 실수 50가지에 대한 발생 확률을 추정하였다. 먼저 기존 논문으로부터 가능성을 나타내는 정성적 표현을 정량적 표현으로 변환하는 과정을 확인하여, 본 연구에서 알맞은 확률값 변환 과정으로 정리하였다. 다음으로 Revised DBQ를 이용하여 실제 운전자들이 판단하는 운전자 실수들의 발생 가능성을 얻었다. 이 결과를 앞선 정량화 과정에 적용하여 운전자 실수 확률을 유도하였다.

이러한 운전자 실수 확률은 자동차 사고 분석에 정량적인 자료를 제공하는 의미가 있다. 첫째, 운전자 실수 확률값 자체를 보도 자료나 안전 운전 홍보 자료 등에 삽입하여 직접 사용할 수 있다. 둘째, 주요 운전자 실수들에 대하여 발생 확률에 의한 우선 순위가 정해져 가장 많이 발생 하는 것과 그렇지 않은 것에 대한 구분이 명확해진다. 그리고 이들에 대한 주의 정도 및 안전사고 교육 방식 차별화로 효과적인 사고 예방이 가능하다. 셋째, 사고 유형별 발생 확률이 상이한 결과로부터, 인적 오류에 의한 사고를 줄이기 위해서는 특히 의도적인 위반을 줄이도록 하는 것이 중요함을 알 수 있다. 이러한 과정을 통하여 궁극적으로는 인적 실수에 의한 자동차 사고를 예방하는데 도움이 될 것이다.

본 연구에서는 46명의 운전자를 대상으로 하였는데 그 수를 더 늘려야 할 것이다. 특히 남녀별로 충분한 수의 운전자를 대상으로 하여 성별 실수 확률차의 분석이 필요하다. 또한 운전 성향별로 구분한 실수 확률 분석도 필요할 것이다. 그리고 분류한 사고 유형가운데서 Violation이 인적 실수에 포함되는나 안 되는나에 논란의 여지가 있으므로 이에 대한 명확한 추후 정의를 필요하다²³⁾.

참고문헌

- 1) National Highway Traffic Safety Administration, “Traffic safety facts 1998”, Washington, D.C, U.S. Department of Transportation, NHTSA, 1999.
- 2) Ktdb.go.kr, 국가교통데이터베이스.
- 3) 건설교통부, “교통안전연차보고서 2005”, 건설교통부, 2005.
- 4) 이안재, “Driver’s characteristics in car following”, Ph.D. thesis, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 2001.

- 5) 건설교통부, “교통안전 5차기본계획(2002~2006)”, 건설교통부, 2004.
- 6) Kirwan, B., “A guide to practical human reliability assessment”, Taylor & Francis, 1994.
- 7) O' Hara J.M., Higgins J.C., Persensky J.J., Lewis P.M., Bongarra J.P., “Human Factors Engineering Program Review Model, NUREG-0711, Rev. 2”, Brookhaven National Laboratory, Energy Sciences and Technology Department, US Nuclear Regulatory Commission, 2004.
- 8) Rail Safety & Standards Board, “Rail-specific HRA tool for Driving tasks (T270) Final report”, Rail Safety & Standards Board Research report, November 2004.
- 9) Salvatore Massaiu, Kjell Haugset, Thorbjørn J. Bjørlo, “Human Reliability Issues in Traffic Control Centres”, Institutt for energiteknikk, Halden, Norway, 2003.
- 10) Heiner Bubb, “Reliability of the Driver a Method of Driver Modeling for Prevention of Driver Failure”, The ICTCT-workshop, Salzburg, 1993.
- 11) Budescu, D. V., Wallsten, T. S., Dyadic decisions with numerical and verbal probabilities, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 46, 240~263, 1990.
- 12) Budescu, D. V. and Wallsten, T. S., Subjective estimation of precise and vague uncertainties, *Judgmental Forecasting*, 63~81, 1987.
- 13) Hamm, R. M., Selection of verbal probabilities: a solution for some problems of verbal probability expression, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 48, 193~223, 1991.
- 14) Brun, W., Teigen, K. H., Verbal probabilities: ambiguous, context-dependent, of both?, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 41, 390~404, 1988.
- 15) Erev, I. and Cohen, B. L., Verbal versus numerical probabilities: efficiency, biases, and the preference paradox, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 45, 1~18, 1990.
- 16) Wallsten, T. S., Budescu, D. V. and Zwick, R., Comparing the calibration and coherence of numerical and verbal probability judgment, *Management Science*, 39, 176~190, 1993.
- 17) Tavana, M., Kennedy, D. T. and Mohebbi, B., An Applied study using the analytic hierarchy process to translate common verbal phrases to numerical probabilities, *Journal of Behavioral Decision Making*, 10, 133~150, 1997.
- 18) Chezy Ofir, Srinivas K. Reddy, Measurement Errors in Probability Judgments, *Management Science*, 42(9), 1308~1325, 1996.
- 19) Ramsey, J.O., The effects of number of categories in rating scales on the precision of the estimation of scale values, *Psychometrika*, 38, 513~532, 1973.
- 20) Reason, J., Antony Manstead, Stephen Stradling, James Baxter, Karen Campbell, Errors and violations on the roads: a real distinction?, *Ergonomics*, 33(10/11), 1315~1332, 1990.
- 21) Parker, D., Reason, J. T., Manstead, A. S. R. and Standing, S. G., Driving errors, driving violations and accident involvement, *Ergonomics*, 38, 1036~1048, 1995.
- 22) Blokey, P. N. and Hartley, L. R., Aberrant driving behaviour: errors and violations, *Ergonomics*, Vol. 38, No. 9, 1759~1771, 1995.
- 23) Reason J., “Human Error”, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.