

# 계층화 분석방법을 활용한 한국형 자율주행자동차 윤리 가이드라인 중요도 분석 연구

## An Importance Analysis of The Korean Ethical Guideline for Automated Vehicle Using AHP Method

황기연\* · 송재인\*\* · 강민희\*\*\* · 임이정\*\*\*\*

\* 주저자 : 홍익대학교 도시공학과 교수

\*\* 공저자 : 홍익대학교 도시계획과 박사수료

\*\*\* 공저자 : 홍익대학교 도시계획과 석사과정

\*\*\*\* 교신저자 : 한국건설기술연구원 미래융합연구본부 자율도로연구센터 박사후 연구원

Kee-yeon Hwang\* · Jae-in Song\* · Min-hee Kang\* · I-jeong Im\*\*

\* Dept. of Urban Planning & Design., Univ. of Hongik

\*\* Korea institute of Civil Engineering and Building Technology

† Corresponding author : I jeong Im, limjay78@kict.re.kr

Vol.19 No.1(2020)

February, 2020  
pp.107~120

pISSN 1738-0774  
eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.1.107>

Received 7 October 2019  
Revised 29 October 2019  
Accepted 20 January 2020

© 2020. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

### 요약

본 연구는 한국형 자율주행자동차 윤리 가이드라인 제정에 앞서, 제안된 윤리 가이드라인 초안을 구성하는 항목에 대한 중요도를 확인하고자 핵심 요소와 세부항목에 대한 설문조사 결과를 활용하여 계층화 분석을 수행하였다. 분석 결과, 인간의 존엄성과 생명을 최우선으로 보장해야함을 내포한 문항의 중요도가 높게 평가되었으며, 사고 발생을 미연에 방지하고 사고가 발생하였을 때 차량 이용자의 책임이 있어야한다는 중요도가 높게 평가되었다. 그러나 정부부처 및 관리자의 역할에 대해서는 중요도가 낮게 평가되었는데, 이는 법적 규제를 통한 무조건적인 규제 대신 개인의 영역을 존중하고 공공의 이익을 동시에 향유할 수 있는 방안을 도출할 필요가 있다는 의견으로 사료된다. 향후 자율주행자동차의 윤리 가이드라인의 제정을 위해서는 지속적인 의견수렴 및 항목의 보완과 함께 관련 교육 및 세미나 등을 통해 사회적 수용성을 확보할 수 있는 방안을 강구해야 할 것으로 판단된다.

핵심어 : 자율주행자동차, 윤리가이드라인, AHP, 문항별 중요도, 사회적 수용성

### ABSTRACT

This study aims to analyze the importance of key elements and clauses of the preliminary ethical guideline for Automated Vehicles(AV) using the Analytic Hierarchy Process(AHP). Reflecting previous researches on AV ethical guideline, we developed the questionnaire for the AHP survey. According to the AHP results of key elements and detailed clauses, Protecting human dignity and life are most important as a top priority in overall clauses. Also, clauses related to the user's liability are high priorities, but clauses related to the administrator's liability are low priorities. These results implied that the government should enact a law and draw up an ethical guideline in a neutral attitude to respect the private areas and enjoy the public interests. In order to declare Korean ethical guidelines and improve social acceptance, it is necessary to conduct a seminar and make an educational program, also gather the opinions of citizens and experts.

Key words : Automated Vehicle(AV), Ethics Guideline, Analytic Hierarchy Process, Importance by Clauses, Social Acceptance

## I. 서론

### 1. 개요

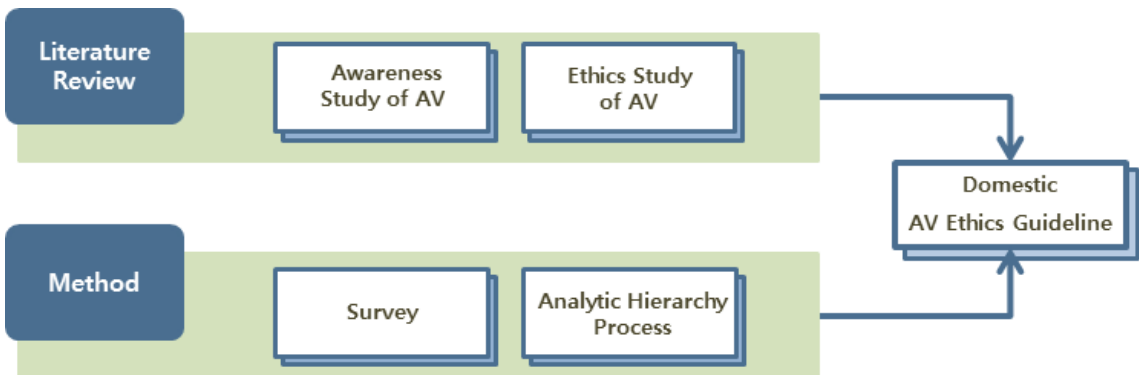
전 세계적으로 자율주행자동차 개발 연구와 함께 자율주행자동차의 원활한 운영을 위한 법·제도 및 가이드라인 연구가 수행되고 있으며 이에 미국, 유럽 등 주요국에서는 시험주행 및 도로주행을 위한 법제도와 자율주행자동차의 운영에 대한 가이드라인을 제안하고 있다. 특히 지난 2017년, 독일에서는 세계 최초로 3단계 수준의 자율주행자동차 윤리 가이드라인을 발표하여 자율주행자동차 윤리와 관련된 논의의 필요성을 시사하였다. 이러한 가이드라인은 법제적 효력은 없으나 사회적 규범으로써 활용될 수 있고, 새로운 기술에 대한 수용성을 높일 수 있기 때문에 자율주행자동차의 향상시키는 주요한 방안으로 고려되고 있다.

자율주행자동차의 주행은 사회적으로 다양한 문제를 야기시킬 것으로 예상되며, 법제적으로 해소할 수 없는 쟁점의 경우 가이드라인을 제시함에 따라 사회적 문제를 해소하고 수용성을 높일 수 있을 것으로 사료된다. 국내에서도 자율주행자동차에 대한 사회적 수용성을 높이는 방안으로써 법제도적·윤리적 관점에서의 연구와 함께 윤리 가이드라인의 작성 방향과 초안을 제시한 연구가 수행되었다(Byun et al., 2018; Im et al., 2019).

본 연구는 자율주행자동차의 사회적 수용성을 향상시키기 위한 주요 연구 방법 중 하나인 자율주행자동차 윤리 가이드라인의 제정에 앞서, 선행연구에서 도출된 윤리 가이드라인 초안의 주요 요인과 구성 요인에 대한 중요도 분석을 수행하여 가이드라인 구성 항목의 타당성을 검토하고자 한다. 이를 위해 자율주행자동차 윤리 가이드라인의 선행연구 및 선행연구 내에서 작성된 초안을 바탕으로 설문 문항을 작성한 뒤, AHP 분석을 통해 주요 요인과 구성 요인별 중요도를 확인하고자 한다.

### 2. 연구의 흐름

본 연구의 흐름은 다음과 같다. 첫 번째로 국내외 자율주행자동차 관련 설문조사 및 윤리 가이드라인에 대한 선행연구를 고찰하여 연구 동향을 파악하고자 한다. 두 번째로 본 연구의 분석 방법론인 AHP 분석 방법에 대한 고찰과 함께 AHP 분석을 위한 설문 문항을 작성하고자 한다. 마지막으로 윤리 가이드라인 초안의 주요 요인과 구성 요인에 대한 AHP 분석을 수행하여 문항별 중요도를 통한 시사점과 함께 윤리 가이드라인의 제정을 위한 개선 방향을 제안하고자 한다.



<Fig. 1> Overall Study Process

## II. 이론적 고찰

### 1. 자율주행자동차의 윤리 관련 선행연구

최근 자율주행자동차 개발이 가속화됨에 따라 실제 차량의 주행으로 인해 발생할 수 있는 사회적 문제에 대한 논의가 이뤄졌다. 특히, 자율주행자동차가 일반 운전자와 같이 발생 가능한 상황에 대처할 수 있는지와 윤리적인 판단이 필요한 상황에서의 올바른 대응 방안 등에 대한 의견이 다수를 차지하였다. 자율주행자동차의 윤리 문제는 개발 초기 단계부터 지속적으로 언급된 주요 문제로 사회적 수용성을 확보하기 위해서는 우선적으로 검토될 필요가 있는 사안이라고 할 수 있다.

Goodall(2014)은 자율주행자동차의 주행이 기존 도로 이용의 효율성을 증대시키고, 교통사고를 감소시킬 것임을 피력하였다. 그러나 일반적인 주행 상황이나 이상적인 주행 상황에서도 자율주행자동차로 인한 혹은 자율주행자동차의 주변 차량으로 인한 사고 발생 가능성이 존재함을 시사하였으며, 일반 운전자와 같이 대응할 수 있도록 윤리적 충돌 알고리즘의 필요성과 개발 방향을 제시하였다. Lee and Oh(2016)은 자율주행자동차의 주행 시 발생 가능한 사고에 대비하여 적합한 윤리론을 고찰하였다. 자율주행자동차의 특성에 기반하여 해악 최소화 알고리즘과 기계학습으로 접근법을 구분한 뒤, 이를 융합한 혼합형 접근법을 제시하였다. Gogoll and Müller(2017)의 연구에서는 지속적으로 논의되고 있는 딜레마상황에서의 자율주행자동차 윤리 문제에서 사회전제를 고려하는 의무적 윤리설정(MES: Mandatory Ethics Setting)과 자신의 개인 윤리 설정(PES: Personal Ethics Setting) 중 어떤 것이 적합한 것인지에 대해 논의하였다. Byun(2017)은 자율주행자동차의 윤리 가이드라인을 제작하기에 앞서, 로봇윤리의 필요성에 따라 기존 윤리론을 고찰하였으며, 후속 연구로써 기존 윤리론을 적용하기 위한 방안과 함께 자율주행자동차 윤리 가이드라인의 다양한 사례를 분석하여 한국형 윤리 가이드라인 초안을 제시하였다(Byun et al., 2018).

<Table 1> Literature Review on Automated Vehicle Ethics

Author	Description
Lee and Hwang(2018)	• A Study on the Solutions of the Current Automobile Accident Liability and Liability Insurance Law in the Accident of Automated Vehicles
Kwon and Hong(2018)	• Organizing Automated Vehicles accident patterns driver's deliberate and false accident, mechanical defect accident, software malfunction accident, and external hacking accident
Byun et al.(2018)	• Propose draft ethical guideline in korea
Byun(2017)	• A Study on the Ethical Theory of Automated Vehicles Before Making Ethical Guidelines
Lee(2016)	• A Study on the Ethical Subjectivity Problems and Rights Subjectivity Problems of Automated Vehicles
Lee and Oh(2016)	• Propose a mixed approach that is a fusion of bottom-up approaches such as machine learning and harm minimization algorithms based on a top-down approach.
Goodall(2014)	• A Proposal for Development of Ethical Crash Algorithms for Automated Vehicles

### 2. 자율주행자동차 관련 설문조사 연구

Yang et al.(2019)의 연구에서는 자율주행자동차 주행 중 발생 가능한 교통사고를 유발하는 원인에 대한 일반 운전자들의 인식을 확인하고자 조사를 수행하였다. 일반 운전자들의 의견 수렴을 통해 사고 유발 원인에 대한 변수들을 정리하고 그 중 주요한 6개의 요인을 추출하였다. 분석 결과, 일반 운전자들은 근접차량 과실, 자율주

행자동차 과실, 날씨, 자율주행자동차 운전자, 차량문제, 교통질서 미준수 등을 사고를 유발할 수 있는 원인으로 인식하고 있음을 확인하였다. Kann(2017)은 자율주행자동차에 대한 사회적 수용성에 있어 개인적 특성과 기술적 요소 등 지식수준에 따른 차이가 있음을 가정하고 이를 확인하기 위한 대면 인터뷰를 수행하였다. 인터뷰 결과, 응답자들 대부분이 자율주행자동차와 자율주행기술에 대해 긍정적으로 생각하고 일반 차량보다 안전한 것이라고 생각하는 것으로 나타났으나, 해당 기술과 차량 주행에 따른 영향에 대해서는 경험하지 않았기에 이를 증명할 수 있는 다양한 방안이 강구될 필요가 있다고 하였다. Li et al.(2016)은 자율주행자동차 관련 교통사고에 대해 실험을 통한 도덕적 규범과 책임에 대한 인식 조사를 수행하였다. 인식조사 결과, 보행자와 운전자 간 발생한 사고 케이스에 대하여 인간 운전자와 자율주행자동차를 비교하였을 때 인간 운전자 측의 책임이 더 높은 것으로 확인되었다. 또한 사고의 책임소재와 관련하여 자율주행자동차를 제작하는 제조사와 차량의 운영을 허가한 정부가 책임소재가 있다는 의견이 대다수인 것으로 나타났으며, 발생 가능한 사고 상황의 명확한 기준 설정을 위해서는 도덕적 기준이 마련될 필요가 있음을 시사하였다. Im et al.(2017b)은 자율주행자동차의 도입 이전에 사회적 수용성을 높이기 위한 방안으로 시민을 대상으로 한 인식조사의 필요성을 인지하고 이를 위해 인터넷 뉴스 기사와 댓글을 활용한 텍스트 마이닝 분석을 수행하였다. 분석 결과, 자율주행자동차에 대한 긍정적인 시각도 있으나 기술의 불확실성과 경험부족으로 인해 부정적이거나 중립의 입장을 보이는 것으로 확인되었으며, 이를 위해 지속적인 인식조사를 통한 수용성 확보가 필요할 것이라고 하였다. Im et al.(2019)은 자율주행자동차의 윤리 가이드라인 필요성에 따라 윤리 가이드라인 초안에 대한 의견 수렴을 위해 윤리 가이드라인 초안에 대한 설문조사를 수행하였다. 분석 결과, 초안을 구성하는 전체 문항이 높게 평가되었으며 자율주행자동차의 상용화를 위해서는 안전 검증의 전제와 수용성을 높이기 위한 제도적 기틀의 필요성을 시사하였다.

<Table 2> Literature Review on a Survey of Automated Vehicle

Author	Description
Im et al.(2019)	• Analyzing of the Social Perception of Ethical Guideline for Automated Vehicles
Yang et al.(2019)	• A Study on the Perception of human Vehicle Drivers about the Cause of Traffic Accidents in Automated vehicles
Im et al.(2017b)	• A Study on the Recognition of Automated vehicles through Text Mining to Improve Social Acceptability before Introducing them
Kann(2017)	• Conducts interviews with users of Automated vehicles on the basis of their personal characteristics and technical factors
König, M. et al.(2017)	• A Study on the User's Acceptability of Automated Vehicles
Li et al.(2016)	• Conducting Experiments on Traffic Accidents of Automated Vehicles and Establishing Perceptions of Moral Norms and Responsibilities
Hohenberger et al.(2016)	• Investigate whether the idea of using Automated vehicles depends on gender and age
Nordhoff et al.(2016)	• Survey on the acceptability of users for high levels of Automated vehicles
Abraham et al.(2016)	• A Study on the Preference of Driven Consumers for Automated vehicles

### 3. 차별성

선행연구 고찰 결과, 자율주행자동차의 윤리 문제를 해결하기 위하여 기존 윤리론을 활용한 실험 연구와 분석이 주를 이루는 것을 확인하였으며 윤리 문제의 해결책으로써 가이드라인의 필요성과 초안을 작성한 연구가 있음을 확인하였다.

국내의 자율주행자동차의 윤리 가이드라인과 관련된 연구는 Byun(2017), Byun et al.(2018), Im et al.(2019)

의 순으로 진행되고 있음을 확인하였다. 해당 연구들은 순차적으로 윤리 가이드라인의 필요성과 가이드라인을 구성해야하는 주요 항목의 설정, 이를 기반으로 한 윤리 가이드라인 초안 작성, 작성된 윤리 가이드라인의 항목에 대한 인식조사를 진행하여 윤리 가이드라인의 필요성과 함께 작성을 위한 기초 연구를 수행하였다. 그러나 자율주행자동차의 상용화 이전에 윤리 가이드라인이 제정되어 공문화 될 필요가 있으며 시민들의 기술에 대한 수용성을 높이기 위한 지속적인 의견 수렴과 분석이 필요할 것으로 판단하였다. 이에 본 연구에서는 실제 작성된 항목에 대한 중요도 평가를 통해 문항의 타당성을 확인할 필요가 있음을 인지하고, 이를 위해 선행연구에서 작성된 윤리 가이드라인 초안을 구성하는 주요 항목과 세부 항목(요인)에 대한 AHP 분석을 통해 항목의 중요도를 분석하고자 하였다.

### Ⅲ. 연구 방법론

#### 1. Analytic Hierarchy Process

본 연구에서는 윤리 가이드라인의 구성 항목에 대한 중요도 평가를 위해 계층화 분석(AHP) 방법을 활용하였다. AHP(Analytic Hierarchy Process)는 평가기준이 다수인 경우, 여러 대안들의 상대적인 선호도를 체계적으로 점수화하는 다기준 의사결정(Multi-Criteria Decision Making, MCDM)기법이다.<sup>1)</sup> AHP는 의사결정자가 객관적 요소와 주관적 요소, 정량적 요소와 정성적 요소를 동시에 고려할 수 있도록 요소들의 계층화를 통해 중요도를 산출한다. 이때, 개별 요소들의 상대적 중요도에 따른 가중치 산출을 위해 쌍대(이원)비교(Pair-wise comparison)를 수행하여 최종적인 선호도를 도출한다. AHP의 절차를 정리하면 다음과 같다.

1. 계층구조의 계층별로 의사결정 요소들 간의 이원비교(Pair-wise comparison)를 수행한다.
2. 판단의 일관성을 확인하기 위해 이원비교행렬의 일관성 비율(Consistency Ratio, 이하 CR)을 이용하여 측정하며 일관성이 없을 경우 이원비교행렬 값의 수정 등을 통해 일관성을 높일 수 있도록 한다.
3. 이원비교행렬에 수학적 방법인 아이겐벨류 방법(Eigenvalue Method)을 적용하여 계층별 의사결정요소들의 상대적 중요도와 상대적 선호도를 도출한다.
4. 모든 의사결정요소들의 상대적 중요도와 상대적 선호도를 결합하여 대안들의 종합적인 선호도를 구하고, 이에 따라 대안의 선택이나 대안들의 우선순위를 결정한다.

$$CR = CI/RI \dots\dots\dots (1)$$

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n-1) \dots\dots\dots (2)$$

CR : 일관성 비율 (Consistency Ratio)       $\lambda_{\max}$  : n차 방정식의 아이겐벨류( $\lambda$ ) 중 가장 큰 값  
 CI : 일관성 지수 (Consistency Index)      n : 비교되는 대안의 수  
 RI : 무작위 지수 (random index)

위와 같은 AHP분석 절차를 수행할 때 일반적으로 일관성 비율이 0.1 이하(CR<0.1)일 때, 판단의 일관성이 있는 것으로 판단하나 연구범위에 따라 상이하게 적용하기 때문에 통상적으로 0.1~0.2 값을 기준으로 하며, 연구에서는 문항 수가 많은 것을 고려하여 일관성 비율을 0.2 (CR<0.2)로 설정하고 분석하였다.

본 연구는 정성적인 방법으로 연구되어왔던 자율주행자동차 윤리 가이드라인에 대해 가이드라인 내 항목의

1) Satty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process.

중요도를 확인할 필요가 있다고 판단하여 객관적 요소 및 주관적 요소, 정량적 요소와 정성적 요소를 동시에 고려할 수 있는 AHP 분석을 수행하였다. 기존 선행연구의 경우, 전문가 집단에 대한 설문조사나 인터뷰(대면 조사)를 진행하여 의견을 수렴한 연구가 다수 진행되었다(Yang et al., 2019; Kann, 2017; Im et al., 2017b). 그러나 윤리 가이드라인은 특정한 집단의 이익을 향유하는 것이 아닌, 자율주행자동차의 도입 이전에 사회적 통념에 대한 의견 수렴이 우선되어야 하는 주요한 사안이라고 판단하였다. 따라서 선행연구(Im et al., 2019)에서 진행한 인식조사에서 더 나아가 가이드라인 문항별 중요도 분석을 통해 상대적인 중요성을 평가하여 가이드라인 작성 시 조항의 포함여부를 결정하거나 각 조항에서 다루는 내용의 깊이를 결정하고자 한다. 이에 보다 심도 있는 의견 도출 방식이 필요할 것으로 판단되어 AHP 분석 방법을 활용하여 연구를 진행하고자 하였다.

## 2. AHP 설문 문항 작성

본 연구에서는 AHP 설문 문항을 작성하기 위하여 국내에서 진행된 자율주행자동차 윤리 가이드라인의 연구 결과와 미국<sup>2)</sup>3), 독일<sup>5)</sup>의 가이드라인을 참고하였다. 윤리 가이드라인의 핵심요소는 2007년 제정된 한국 로보트윤리헌장과 Byun et al.(2017)이 제안한 수정안을 참고하여 자율주행자동차의 도입 취지와 목표(목표와 가치), 자율주행자동차의 디자인(차량디자인), 요건 충족을 위한 공급자 준수사항(공급자 의무), 책임 분산 및 공공기관의 역할(관리자 의무), 자율주행자동차 소비자 의무(이용자의무)로 설정하였다. 구체적인 설문 문항은 Im et al.(2019)의 연구에서 제안한 윤리 가이드라인의 항목을 참고하였으며, 문항 수정이 필요할 것으로 판단되는 문항에 대해서는 수정 후 항목(A02-1~2, D02-1~2)을 추가하였다.

AHP를 통한 윤리 가이드라인 문항에 대한 심도 있는 분석을 위하여 AHP 분석 단계를 2단계로 설정하였다. 분석 단계를 2단계로 설정한 것은 핵심요소에 대한 단편적인 의견수렴이 항목에 대한 심도 있는 의견을 도출하는 것에 한계가 있을 것으로 판단하여 핵심요소를 구성하는 문항에 대한 의견수렴 단계를 추가하였다. 1단계는 다섯 가지의 핵심요소에 대한 분석을 수행하였으며, 2단계는 핵심요소를 구성하는 문항에 대한 분석을 수행하였다. 작성한 1단계 설문 문항은 <Table 1>과 같으며, 2단계 설문 문항은 <Table 2>와 같다.

<Table 3> Phase 1 : Evaluation Clauses of 5 Key elements for Their Relative Importance

Key Element	Representative Clause
Objective and Value	AV should prioritize protecting human life in an unavoidable accident
Design Principle	AVs must be designed preventing hazardous accident situation in advance
Supplier Duty	AVs must be designed to be safe from external attacks
Regulator Requirement	Data form the AVs requires approval for use either from the owner or driver
User Requirement	The users must go through training sessions, and pass AV driver's license test, etc

2) National Highway Traffic Safety Administration, Federal Automated Vehicles Policy: Accelerating the Next Revolution in Roadway Safety, US Department of Transportation, 2016

3) National Highway Traffic Safety Administration, Automated Driving Systems : A Vision for Safety 2.0, US Department of Transportation, 2017

4) National Highway Traffic Safety Administration, Automated Vehicles Policy 3.0: Preparing for the Future of Transportation, US Department of Transportation, 2018

5) Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, Ethics Commission : Automated and Connected driving, 2017

<Table 4> Phase 2 : Evaluation Clauses of Detail Element

Key Element	Code	Detail Clause
Objective and Value	A01	AV should prioritize protecting human life in an unavoidable accident
	A02-1	AVs should help improve the opportunities and benefits of mobility users
	A02-2	AVs should be developed on the premise of human autonomy and accountability
	A03	AVs should not discriminate a specific victim in an accident
	A04	Despite some issues, AVs should be accommodated for a sharp accident reduction
Design Principle	B01	AVs must be designed preventing hazardous accident situation in advance
	B02	AVs must be designed to store records of the driver information and accident in order to clarify the responsibility of the cause
	B03	Technologies that can reduce accident damage such as automatic crash prevention should be mandatory
	B04	AVs must be designed to return to a safe driving mode in an emergency situation
	B05	A machine learning technology for AV can be acceptable to improve safety
	B06	A change of control is necessary considering human interactive behavior in the event of an emergency situation
Supplier Duty	C01	AVs must be designed to be safe from external attacks
	C02	Manufacturers and operators should have an obligation to manage, optimize and improve AV systems
	C03	Manufacturers and operators should go through a public examination of new technology and inform customers
Regulator Requirement	D01	Data from the AVs requires approval for use either from the owner or driver
	D02-1	Public institutions are responsible for ensuring safety such as issuance of licenses
	D02-2	Public institutions should monitor operation to ensure safety
	D03	An independent Public institutions should be in charge of analysing, managing each case for responding to a dilemma
	D04	Responsibilities of operation should be shared among individuals, manufacturers, operators, construction companies, governments, etc
	D05	With possible ethical problems, the central monitoring and operation of AVs should be restrained
User Requirement	E01	The users must go through training sessions, and pass AV driver's license test, etc
	E02	The driver must take responsibility for the freedom and safety of others

AHP 설문 문항은 총 54개 문항으로 10점의 등간 척도를 설정하여 응답할 수 있도록 구성하였다. 해당 설문조사는 스마트폰 어플을 활용한 모바일 설문으로 진행하였다. 조사 대상자는 총 1,200명이며 설문조사에 대한 세부 사항은 <Table 5>와 같다.

<Table 5> Survey summary

Classification	Description
Measure	1 : Equal, 3 : Weak, 5 : Strong, 7 : Very Strong, 9 : Absolute
The number of Questions	Phase 1: 5Q(Key element); Phase 2: 22Q(Detailed element)
Survey Period(Method)	2018.11.12. - 2018. 11. 13. (Mobile Survey)
Sample	1,200(CR<0.2, 227)
Sampling error	± 2.83%(95% conf. interval)

설문조사에 참여한 응답자들에 대한 기초분석 결과는 다음과 같다. 첫 번째로 설문에 일관성(CR<0.2) 있게 응답한 227명은 남성 115명, 여성 112명이며 20대 59명, 30대 47명, 40대 66명, 50대 55명으로 연령대별 큰 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 반면 응답자의 거주지 분포는 서울·수도권에 119명으로 가장 빈도가 높았으며 경상권(부산, 울산, 대구 포함), 충청권(세종 포함), 호남권(제주 포함), 강원권 순으로 분포된 것으로 확인되었다. 직업 분포는 직장인 145명(사무/관리/전문직군 104명, 기능/자영업군 41명), 비직장인 82명(학생 36명, 주부 24명, 무직 및 기타 22명)으로 나타났으며 운전면허 유무 및 빈도는 면허가 있는 운전자 중 매일 운전하는 경우가 75명, 면허 있으나 운전을 하지 않는 경우가 46명으로 나타나 총 응답자의 70%가 운전을 하는 것으로 확인되었다.

<Table 6> Basic Statistics summary

Classification		Number of Respondent	Percent(%)	
Sex	Male	115	50.7	
	Female	112	49.3	
Age	20s	59	26.0	
	30s	47	20.7	
	40s	66	29.1	
	50s	55	24.2	
Area	Seoul-Gyeonggi	119	52.3	
	GangWon	5	2.2	
	ChungCheong	31	13.7	
	GyeongSang	51	22.5	
	HoNam(Jeju)	21	9.3	
Job	Office/Manage/Specialize	104	45.7	
	Field/Sale	41	18.1	
	Student	36	10.6	
	Housemaker	24	15.9	
	Jobless&other	22	9.7	
Drive Experience (License)	Have	None	22	9.7
		Always (7 times per week)	75	33.0
		Often (4~5 times per week)	23	10.1
		Usually (2~3 times per week)	23	10.1
		Sometimes (Under a time per week)	38	16.7
		Nothing	46	20.3

#### IV. 분석결과

자율주행자동차의 핵심 요소(목표와 가치, 디자인 원칙, 공급자 의무, 관리자 의무, 이용자 의무) 다섯 가지에 대한 중요도를 분석한 1단계 AHP 분석 결과, 목표와 가치의 중요도가 0.308로 가장 높았으며 다음으로 차량 디자인, 공급자 의무, 이용자 의무, 관리자 의무 순으로 가중치가 높게 도출되었다. 1단계 분석의 결과는 다음 <Table 7>와 같다.



&lt;Table 7&gt; Result of Phase 1(Evaluation Clauses of 5 Key element for their relative importance)

Classification	Importance	Rank	Consistency Ratio
<b>Objective and Value</b>	<b>0.308</b>	<b>1</b>	CR = .076 CR ≤ .10
Design Principle	0.217	2	
Supplier Duty	0.177	3	
Regulator Requirement	0.132	5	
User Requirement	0.167	4	

1단계로 핵심 요소의 중요도를 평가한 결과, 목표와 가치 요소의 중요도가 가장 높게 평가된 것으로 나타났는데 이는 자율주행자동차의 개발 목표와 가치에 있어 인간의 존엄성을 최우선 가치로 정의하였기 때문으로 판단된다. 특히, 해당 요소에 대해 응답자들이 인간의 생명을 최우선으로 보호해야한다는 내용을 담고 있기 때문에 자율주행자동차 도입의 궁극적인 목표와 가치를 중요하다고 판단하여 이러한 결과가 도출된 것으로 사료된다. 다음으로 차량 디자인 원칙 요소는 앞선 목표와 가치 항목과 같이 자율주행자동차의 운행으로 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하고 사고로 인한 피해를 최소화한다는 내용으로 구성되어 중요도가 높게 평가된 것으로 판단된다. 공급자 의무, 이용자 의무 요소는 자율주행자동차의 운행을 위하여 차량의 제작과 활용 이전에 선행되어야 하는 특정 이해관계자의 의무에 대한 내용을 다루고 있어, 응답자들이 목표와 가치 및 차량 디자인 원칙 요소에 비해 상대적으로 덜 중요하게 판단하는 것으로 분석되었다. 마지막으로 핵심 요소 중 관리자 의무 요소의 중요도가 가장 낮게 평가되었으며 이는 응답자들이 자율주행자동차의 운행 및 관련된 제반 사안이 공공의 영역이 아닌 개인의 사적인 영역으로 간주하기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 판단된다. 해당 요소의 경우 관리자 및 관계 부처의 관계자가 차량을 통제하거나 운행에 있어 규제하는 내용들이 포함되어 있어 응답자의 측면에서 해당 요소의 중요도를 상대적으로 낮게 판단하고 있는 것으로 사료된다.

2단계로 핵심 요소를 구성하는 세부 항목 간 중요도를 평가하여 항목의 우선순위를 분석한 결과, 전체 항목 중 ‘인간의 생명을 최우선으로 보호’(목표와 가치 요소), ‘타인의 안전에 대한 책임 및 이용자의 교육 이수’(이용자 의무 요소), ‘차량 사고 시 특정 희생자를 선택해서는 안 됨’(목표와 가치 요소), ‘차량시스템은 외부 공격에 안전하도록 설계되어야 함’(공급자 의무 요소)이 중요도가 높게 평가되었다.

세부 항목별 중요도 평가 결과는 앞선 1단계 핵심 요소의 중요도 평가 결과와 동일한 양상을 보이는 것으로 나타났는데, 이는 응답자들이 1단계 결과와 같이 인간의 생명 및 존엄성이 가장 높은 가치를 가지고 있다고 판단함과 동시에 기본적인 인간의 권리가 타 항목의 내용과 상관없이 중요한 요소로써 인지하기 때문인 것으로 사료된다. 반면 핵심 요소의 중요도 평가 결과와 달리, 이용자 의무 요소의 세부 항목의 중요도가 높은 것으로 분석되었다. 해당 항목의 경우, 타인의 안전에 대한 책임과 함께 자율주행자동차의 운행에 대비하여 이용자가 교육을 이수해야 한다는 규제 항목으로 인간의 생명 및 존엄성과 연관성이 있기 때문으로 판단된다. 또한 해당 결과는 기존의 일반 운전자가 차량 운행에 대해 전적으로 책임의 의무가 있는 현재 운행 환경에 대한 의견이 반영된 것으로 보인다. 즉, 향후 도입될 자율주행자동차를 이용할 이용자는 운전 전 대한 책임이 있어 타인과 자신의 안전을 보장할 수 있도록 이용에 대한 의무감을 가져야 한다는 의견이 도출된 것이라 판단된다.

공급자 의무 요소를 구성하는 세부 항목 중에서는 자율주행자동차의 시스템 안전성에 대한 항목의 중요도가 높게 평가되었다. 이는 일반 운전자가 아닌 자율주행 시스템에 따라 차량이 운행하기 때문에 시스템의 보안 및 안정성이 중요한 요소로 고려되고 있음을 보여주는 결과로 판단된다. 차량 디자인 요소의 세부 항목과 관리

자 의무 요소의 세부 항목은 상대적으로 중요도가 낮은 것으로 나타났다. 우선, 차량 디자인 요소의 세부 항목은 자율주행 시스템과 관련된 항목들로서, 발생 가능한 사고를 미연에 방지하고 안전을 도모한다는 목적은 중요도가 높게 도출된 핵심 요소들의 세부 항목과 동일하나 차량의 주행을 통해 이익을 얻는 사람에 대한 내용이 다뤄지지 않아 중요도가 낮게 평가된 것으로 판단된다. 앞선 1단계 분석과 같이 자율주행자동차가 안전한 운행을 도모할 수 있도록 설계되어야 한다는 점에 대해서는 응답자들이 중요하게 판단하나, 세부적으로는 차량의 설계와 관련된 내용으로 구성되어 있어 세부 항목에 대한 중요도가 낮게 도출된 것으로 사료된다. 마지막으로 관리자 의무 요소의 세부 항목에 대한 중요도는 1단계 분석과 동일하게 가장 낮게 평가되었는데, 앞선 결과와 같이 공공성의 측면의 중요성을 담고 있는 항목들이나 개인의 영역으로 인식되는 차량의 운행에 대해 관리자 측면에서 접근하고 규제적 특성을 보이기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 보인다.

<Table 8> Result of Phase 2(Evaluation Clauses of Detail Element)

Key Element	Code	Detail Clause	Importance	Rank
Objective and Value	<b>A01</b>	<b>AV should prioritize protecting human life in an unavoidable accident</b>	<b>0.103</b>	<b>1</b>
	A02-1	AVs should help improve the opportunities and benefits of mobility users	0.043	11
	A02-2	AVs should be developed on the premise of human autonomy and accountability	0.052	8
	<b>A03</b>	<b>Avs should not discriminate a specific victim in an accident</b>	<b>0.065</b>	<b>4</b>
	A04	Despite some issues, AVs should be accommodated for a sharp accident reduction	0.046	10
Design Principle	B01	AVs must be designed preventing hazardous accident situation in advance	0.042	12
	B02	AVs must be designed to store records of the driver information and accident in order to clarify the responsibility of the cause	0.028	15
	B03	Technologies that can reduce accident damage such as automatic crash prevention should be mandatory	0.047	9
	B04	AVs must be designed to return to a safe driving mode in an emergency situation	0.037	13
	B05	A machine learning technology for AV can be acceptable to improve safety	0.028	16
	B06	A change of control is necessary considering human interactive behavior in the event of an emergency situation	0.034	14
Supplier Duty	<b>C01</b>	<b>AVs must be designed to be safe from external attacks</b>	<b>0.064</b>	<b>5</b>
	C02	Manufacturers and operators should have an obligation to manage, optimize and improve AV systems	0.059	6
	C03	Manufacturers and operators should go through a public examination of new technology and inform customers	0.054	7
Regulator Requirement	D01	Data from the AVs requires approval for use either from the owner or driver	0.022	18
	D02-1	Public institutions are responsible for ensuring safety such as issuance of licenses	0.027	17
	D02-2	Public institutions should monitor operation to ensure safety	0.022	19
	D03	An independent Public institutions should be in charge of analysing, managing each case for responding to a dilemma	0.021	20
	D04	Responsibilities of operation should be shared among individuals, manufacturers, operators, construction companies, governments, etc	0.020	21
	D05	With possible ethical problems, the central monitoring and operation of AVs should be restrained	0.019	22
User Requirement	<b>E01</b>	<b>The users must go through training sessions, and pass AV driver's license test, etc</b>	<b>0.079</b>	<b>3</b>
	<b>E02</b>	<b>The driver must take responsibility for the freedom and safety of others</b>	<b>0.088</b>	<b>2</b>

자율주행자동차 윤리 가이드라인에 대한 항목별 AHP 분석을 수행한 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫 번째로 핵심 요소에 대한 1단계 분석을 수행한 결과와 핵심 요소를 구성하는 세부 항목에 대한 중요도를 분석을 수행한 2단계 분석 결과, 응답자들 대부분이 인간의 존엄성 및 생명 존중이 가장 중요한 가치(목적과 가치 요소)로써 판단하는 것으로 분석되었다. 이는 자율주행자동차의 도입이 단순히 차량 운전 및 운행으로 인한 편의를 증대시키는 것만이 아닌 교통사고로 인한 사망, 상해 사고를 예방한다는 목적으로 도입되고, 이러한 긍정적인 역할을 수행할 것으로 기대되기 때문에 이러한 결과가 도출된 것이라 판단된다. 다음으로는 이용자 의무, 공급자 의무, 차량 디자인 요소에 대해서는 비슷한 수준의 중요성을 가지는 것으로 분석되었으며, 그 중에서도 사고 예방 및 발생 가능한 사고에 대한 책임으로 인하여 이용자의 의무의 중요도가 좀 더 높게 평가되었다. 이용자 의무의 세부 항목들은 현행법(도로교통법)의 운전자 및 운행 제반 규칙에 대한 응답자들의 사견이 반영되어 중요도가 상대적으로 높게 평가된 것으로 사료된다. 핵심 요소 항목 중, 관리자의 의무 요소와 해당 요소를 구성하는 세부 항목의 중요도가 가장 낮게 평가되었다. 이는 해당 문항들이 정부 부처 및 관리자의 측면에서 자율주행자동차의 운행에 대한 사안들로 구성되면서 공공적 측면의 규제성을 내포하기 때문에 이러한 결과가 도출된 것으로 보인다. 또한 차량의 운행 및 자율주행자동차의 이용은 개인의 통행과 연관되어 개인의 사적인 영역으로 고려되는 사안이기 때문에 정부의 간섭과 중앙 통제에 대해서는 조심스러운 입장을 취하여 중요도가 낮게 평가된 것으로 판단된다. 그러나 관리자 의무 요소의 중요도가 낮게 평가된 것은 다른 핵심 요소와 세부 항목들이 상대적으로 높은 중요성을 내포하였기 때문에 이러한 결과가 도출되었다고 사료된다.

AHP 분석 결과에 따른 시사점은 다음과 같다. 기본적으로 자율주행자동차의 운행은 기존의 일반 차량의 운행과 같이, 생명과 직결되어 있기 때문에 이와 관련된 요소와 항목의 중요도가 높게 평가되었다. 또한 사고와 관련하여 사고를 미연에 방지할 수 있도록 예방책이 마련될 필요가 있음과 함께 부득이하게 사고가 발생할 경우 혹은 사고가 발생한 경우에는 현재와 동일하게 자율주행자동차의 운행을 통해 이익을 도모하는 이용자가 타인과 사고에 대한 책임을 가져야 함을 확인하였다. 특히 해당 결과는 현재의 도로교통법제에 의한 의견이 내포된 것으로, 향후 관련 법제도의 개정에 있어 자율주행자동차의 운행에 따른 운전자 및 운행 제반 규칙의 변화가 반영되어야 하며 시민 및 이용자들을 위한 교육과 관련된 내용이 포함되어야 할 것으로 판단된다. 자율주행자동차의 관리에 있어, 정부 부처의 관리자 및 이해관계자들의 역할에 대한 정확한 기준을 설립할 필요가 있을 것으로 사료된다. 명문의 규정을 통해 자율주행자동차 운행에 무조건적인 규제를 가하는 것이 아닌, 개인의 영역을 존중함과 동시에 공공의 이익을 향유할 수 있는 방안을 모색하여 보다 나은 사회적 규범을 제시하고 사회 문제를 해결할 수 있는 기준을 마련할 필요가 있을 것으로 판단된다.

## V. 결 론

본 연구는 자율주행자동차의 사회적 수용성 향상을 위한 방안 중 하나인 자율주행자동차 윤리 가이드라인을 도출하는 것에 그 목적이 있으며, 이를 위한 기초 연구로써 기존 선행연구에서 도출된 윤리 가이드라인의 초안에 대한 계층화 분석을 수행하였다. 선행연구에서 다뤄진 윤리 가이드라인의 핵심 요소와 세부 항목에 대한 설문조사를 진행하였으며, AHP 방법론을 통한 결과 분석에 따라 기존 가이드라인의 구성 항목의 중요도와 타당성을 검토하고자 하였다.

자율주행자동차 윤리 가이드라인의 핵심 요소 및 세부 항목에 대한 AHP 분석 결과에 따른 시사점은 다음과 같다. 전반적으로 인간의 존엄성 및 생명을 중시하는 의견이 내포된 항목에 대해 중요도를 높게 평가한

것으로 분석되었다. 이는 자율주행자동차의 도입 목적과 그 취지에 부합하는 의견으로써, 단순히 차량 운행의 편리성 향상에 그치는 것이 아닌 교통사고로 인한 사망 사고 예방 등 사회적 문제를 해결하는 것에 그 의미가 있음을 보이는 결과라 사료된다. 또한 사고를 미연에 방지하고 사고가 발생하였을 경우에 타인과 사고에 대한 책임을 가져야 한다는 의견이 도출되었으며, 향후 도로교통법제 및 자동차손해배상보장법 등 관련 법제도 개정에 있어 운전자 및 운행 제반 규칙의 변화와 책임소재에 대한 사안이 반영될 필요가 있을 것으로 판단된다. 자율주행자동차의 주행에 대한 관리자인 정부의 측면에서는 통행에 대한 개인의 영역을 존중하면서 공공의 이익을 향유할 수 있는 중립적인 기준을 마련할 필요가 있음을 확인하였다. 윤리 가이드라인은 강제적인 법제가 아닌 법규법적 기준이므로, 가이드라인의 특성에 따라 유연한 기준을 마련하여 일반 시민들이 자율주행자동차에 대한 불안감을 해소하고 신기술에 대한 포용적 입장을 취할 수 있는 방안으로써 활용될 필요가 있다.

본 연구에서는 기존 연구결과를 활용하여 분석을 진행하였기 때문에 핵심 요소를 구성하는 세부 항목들 간의 형평성이 확보되지 않았다는 한계가 있다. 해당 한계점을 해소하기 위하여 향후 연구를 진행함에 있어 분석결과를 토대로 필요사항에 대한 검토 및 문항 수정이 필요할 것으로 보인다. 특히, 공급자와 이용자의 무 요소를 구성하는 세부 항목에 대해 보다 심도 있는 검토가 필요하며 관리자 의무 요소에 대해서는 사회적 합의 기준을 마련하여 보다 사회적 수용성을 확보할 수 있는 항목들로 개선될 필요가 있다고 판단된다.

향후 자율주행자동차 윤리 가이드라인 제정을 위해서는 기존 선행연구의 결과와 본 연구의 결과 및 연구의 한계를 반영하여 지속적인 보완이 필요할 것으로 사료되며, 일반인 및 전문가를 대상으로 한 지속적인 의견 수렴을 통해 자율주행자동차의 사회적 수용성을 높일 수 있는 방안을 강구할 필요가 있다. 더불어 자율주행자동차 윤리 가이드라인을 작성하는 것에 그치는 것이 아닌, 인식 제고를 위한 홍보와 자율주행자동차 및 자율주행자동차의 윤리 문제 등에 대한 교육과 세미나 등을 통해 사회적 합의를 도출할 필요가 있다고 판단된다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 국토교통부 교통물류연구사업의 연구비지원(과제번호 19TLRP-B131486-03)에 의해 수행되었습니다. 또한 본 논문은 Automated Vehicle Symposium 2019 Poster Session No.19(Developing the Korean Ethical Guideline for Automated Vehicle: Based on AHP Method)에 게시하였던 논문을 수정·보완하여 작성하였습니다.

## REFERENCES

- Abraham H., Lee C., Brady S., Fitzgerald C., Mehler B., Reimer B. and Coughlin J. F.(2016), "Autonomous vehicles, trust, and driving alternatives: A survey of consumer preferences," *Massachusetts Inst. Technol, AgeLab, Cambridge*, pp.1-16.
- Bin M. Y. and Kim Y. D.(2017), "Introducing Automated Vehicles and Prospecting Changes in the Use of Transportation Environment," *Issue & Diagnose*, vol. 300, pp.1-25.
- Bonnefon J. F., Shariff A. and Rahwan I.(2015), "Autonomous vehicles need experimental ethics: are we ready for utilitarian cars?," arXiv preprint arXiv:1510.03346.

- Byun S. Y.(2017), "A Study on the Ethical Guidelines of Automated Vehicles," *The Korea Ethics Institute*, vol. 112, pp.199-216.
- Byun S. Y., Hwang K. Y. and Im I. J.(2018), "A Study on the Korean Ethical Guideline of Autonomous Vehicles," *The Korea Ethics Institute*, p.132, pp.203-239.
- Deluka Tibljaš A., Giuffrè T., Surdonja S. and Trubia S.(2018), "Introduction of Autonomous Vehicles: Roundabouts design and safety performance evaluation," *Sustainability*, vol. 10, no. 4, p.1060.
- Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure(2017), *Ethics Commission: Automated and Connected driving*.
- FOLEY(2017), *2017 Connected Cars & Autonomous Vehicles Survey*.
- Gogoll J. and Müller J. F.(2017), "Autonomous cars: in favor of a mandatory ethics setting," *Science and Engineering Ethics*, vol. 23, no. 3, pp.681-700.
- Goodall N. J.(2014), "Ethical decision making during automated vehicle crashes," *Transportation Research Record*, vol. 2424, no. 1, pp.58-65.
- Gurney J. K.(2015), "Crashing into the unknown: An examination of crash-optimization algorithms through the two lanes of ethics and law," *Alb. L. Rev.*, 79, 183.
- Hohenberger C., Spörrle M. and Welpe I. M.(2016), "How and why do men and women differ in their willingness to use automated cars? The influence of emotions across different age groups," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 94, pp.374-385.
- Im I. J., Song J. I. and Hwang K. Y.(2019), "A Study on the Recognition of Ethical Guidelines for Automated Vehicles," *Journal of Transport Research*, vol. 26, no. 1, pp.47-62.
- Im I. J., Song J. I., Lee J. Y. and Hwang K. Y.(2017), "Analyzing of the Perception of Autonomous Vehicles Using Text Mining Technique," *The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 16, no. 6, pp.1-11.
- Jung S. W., Moon Y. J. and Hwang K. Y.(2018), "An Analysis of the Traffic Speed Due to Jerk on Automated Vehicles," *Journal of Transport Research*, vol. 25, no. 1, pp.15-27.
- KANN J.(2017), *User Acceptance of Autonomous Vehicles, Faculty of Technology, Policy and Management (Tpm)*, Delft University of Technology.
- Kim W. H.(2018), "The Introduction of Automated Vehicles and Changes in Urban Traffic," *Public Officials Benefit Association*, vol. 53, no. 591, pp.32-35.
- Ko Y. S., Yook D. H. and Rho J. H.(2017), "Assessing Benefits of Autonomous Vehicle System Implementation through the Network Capacity Analysis," *The Korea Spatial Planning Review, Korea Research Institute for Human Settlements*, vol. 93, pp.17-24.
- König M. and Neumayr L.(2017), "Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 44, pp.42-52.
- Kwon Y. S. and Hong T. S.(2018), "A Study on the Types and Causes of Automated Vehicles Accidents," *Law Review*, vol. 18, no. 2, pp.1-19.
- Lee J. K.(2016), "Automated Vehicles: Ethics and legal problems as robots," *Planning And Policy*, vol. 416, pp.38-43.
- Lee J. K. and Hwang C. K.(2018), "Level 3 Automated Vehicles Accident and Responsibility: Focused

- on Uber Self-driving Car Accident,” *Chung-Ang Law Association*, vol. 20, no. 3, pp.7-41.
- Lee J. K. and Oh B. D.(2016), “Automated Vehicles and Robotics: Its Legal Implications,” *The Law Research institute of Hongik Univ.*, vol. 17, no. 2, pp.38-43.
- Lee S. Y. and Oh C.(2017), “Lane Change Behavior of Manual Vehicles in Automated Vehicle Platooning Environment,” *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 35, pp.332-347.
- Li J., Zhao X., Cho M. J., Ju W. and Malle B. F.(2016), *From trolley to autonomous vehicle: Perceptions of responsibility and moral norms in traffic accidents with self-driving cars*, (No. 2016-01-0164). SAE Technical Paper.
- Maciejewski M. and Bischoff J.(2016), *Congestion effects of autonomous taxi fleets*.
- National Highway Traffic Safety Administration(2016), *Federal Automated Vehicles Policy: Accelerating the Next Revolution in Roadway Safety*, US Department of Transportation.
- National Highway Traffic Safety Administration(2017), *Automated Driving Systems: A Vision for Safety 2.0*, US Department of Transportation.
- National Highway Traffic Safety Administration(2018), *Automated Vehicles Policy 3.0: Preparing for the Future of Transportation*, US Department of Transportation.
- Nordhoff S., van Arem B. and Happee R.(2016), “Conceptual model to explain, predict, and improve user acceptance of driverless podlike vehicles,” *Transportation Research Record*, vol. 2602, no. 1, pp.60-67.
- Satty T. L.(1980), *The Analytic Hierarchy Process*.
- Yang J. S., Kim K. J. and Kwon H. B.(2019), “A Study on the Differences in Perception on the Cause of Traffic Accidents in Automated Vehicles in Human Distribution,” *Korea Research Academy of Distribution and Management Review*, vol. 22, no. 1, pp.15-22.