

자율주행자동차 도입에 따른 사업용 차량 도로교통 안전사업 개선방안 우선순위 선정 연구

Study on the Prioritization of Improvement Plan for Road Traffic Safety Projects for Business Vehicles by the Introduction of Autonomous Vehicles

박 상 민* · 정 하 림** · 이 승 준** · 박 수 정*** · 남 두 희**** · 윤 일 수*****

* 주저자 : 아주대학교 건설교통공학과 대학원생

** 공저자 : 아주대학교 건설교통공학과 대학원생

*** 공저자 : 교통안전공단 교통안전연구개발원 선임연구원

**** 공저자 : 한성대학교 정보시스템공학과 교수

***** 교신저자 : 아주대학교 교통시스템공학과 부교수

Sangmin Park* · Harim Jeong** · Seungjun Lee** · Sujung Park*** ·

Doohye Nam**** · Ilsoo Yun*****

* Dept. of Transportation Eng., Univ. of Ajou

** Dept. of Transportation Eng., Univ. of Ajou

*** Korea Transportation Safety Authority

**** Dept. of Information System Eng., Univ. of Hansung

***** Dept. of Transportation System Eng., Ajou University

† Corresponding author : Ilsoo Yun, ilsooyun@ajou.ac.kr

Vol. 16 No.3(2017)
June, 2017
pp.01~14

ISSN 1738-0774(Print)
ISSN 2384-1729(On-line)
<https://doi.org/10.12815/kits.2017.16.3.01>

Received 21 February 2017
Revised 9 March 2017
Accepted 3 May 2017

요 약

최근 자동차 산업은 자율주행자동차로 인해 빠르게 변화하고 있고 관련된 연구 또한 활발하게 진행되고 있다. 하지만 자율주행자동차의 기술에 관한 연구가 대부분이며, 도로교통 안전과 관련한 변화 예측과 개선방안에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 자율주행자동차의 도입에 따른 사업용 차량 도로교통 안전사업의 개선방안 제시와 우선순위 도출을 목적으로 수행하였다. 자율주행자동차 전문가를 대상으로 한 설문조사 결과와 AHP를 이용하여 분석한 결과 교통수단안전점검 법령 개정, 자율주행자동차 운전자 및 운전자 등에 대한 교육 제도 개발 등이 가장 우선시 되어야 할 것으로 분석되었다.

핵심어 : 자율주행자동차, 사업용 차량, 도로교통 안전사업, 우선순위, 계층화분석법

ABSTRACT

Recently, the automobile industry is rapidly changing due to autonomous vehicles based on advanced ICT technology. As a result, studies related to autonomous vehicles have also been actively conducted. However, most studies are focusing on the autonomous driving technology so that the prediction of changes in road traffic safety and associated legal system due to the introduction of autonomous vehicles are lacking. The purpose of this study is to suggest improvement methods and priorities of road traffic safety projects according to the introduction of autonomous vehicles. As a result of the AHP analysis using the results of the questionnaire surveyed for autonomous driving car experts, it was analyzed that revision of the traffic safety inspection law and development of education system for autonomous driving motor drivers and operators should be given top priority.

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

자율주행자동차(autonomous vehicle)란 운전자는 탑승하지만 목표지점을 설정한 후, 인위적인 조작 없이 목적지까지 주행환경을 인식하여 운행할 수 있는 자동차를 뜻한다(Kim, 2015). 최근 자동차 산업은 고도의 ICT(Information & Communication Technology) 기술 등이 융합된 자율주행자동차로 빠르게 진화하고 있다. 또한 자율주행자동차는 전기자동차와 함께 개발되고 있으며, 자동차 산업에서 내연기관의 등장 이후 가장 큰 변화를 앞두고 있다. Navigant Research에 따르면 자율주행자동차 세계시장은 2020년 1,890억 원에서 2035년 1조 1,520억 원으로 급격하게 성장할 것으로 예상된다(Navigant Research, 2013). 이러한 국제 동향에 대응하여 정부에서는 9대 국가 전략 프로젝트의 주제 중 하나로 자율주행자동차를 새로운 성장 동력으로 선정하였고, 자율주행자동차 연구기반 확산, 시험운행 제도 혁신 등을 통해 자율주행자동차의 개발과 도입에 힘쓰고 있다(Nam et al., 2016).

이러한 사회적인 움직임을 고려해 볼 때 자율주행자동차의 도입은 먼 미래의 이야기가 아닐 것으로 예상된다. 자율주행자동차의 도입은 교통분야에 전반적으로 많은 변화를 가져올 것으로 보이며 도로교통 안전 분야에도 많은 영향을 줄 것으로 예상된다. 자율주행자동차가 도입될 경우 교통사고 발생률 90% 감소와 같은 긍정적인 효과가 있을 것이라는 주장이 있는 반면, 오히려 교통사고 발생 가능성이 훨씬 높을 것이라는 연구 결과도 제시되고 있다(Time, 2016). 이와 같이 현재 시점에서 교통안전에 좋고 나쁨을 단언할 수는 없지만 지금과는 다른 교통사고 발생 패턴, 요인 등이 새롭게 생길 것으로 예상되고 현재와 마찬가지로 교통안전과 교통사고와 관련한 문제는 자율주행자동차의 도입 시에도 여전히 중요한 이슈가 될 것으로 예상된다. 특히 승용차뿐만 아니라 교통안전에 취약한 버스, 트럭, 택시와 같은 사업용 차량의 운행에도 큰 영향을 줄 것으로 예상된다. 하지만, 자율주행 관련 기술에 대한 연구는 많이 이루어지고 있는 반면 자율주행 관련 교통 안전에 대한 연구는 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 도로교통 안전에 초점을 맞추어 자율주행자동차의 도입으로 인한 사업용 차량 도로교통 안전사업의 변화 예측과 이에 따른 개선방안 제시 및 개선방안의 우선순위 도출을 연구의 목적으로 설정하였다.

2. 연구의 범위 및 절차

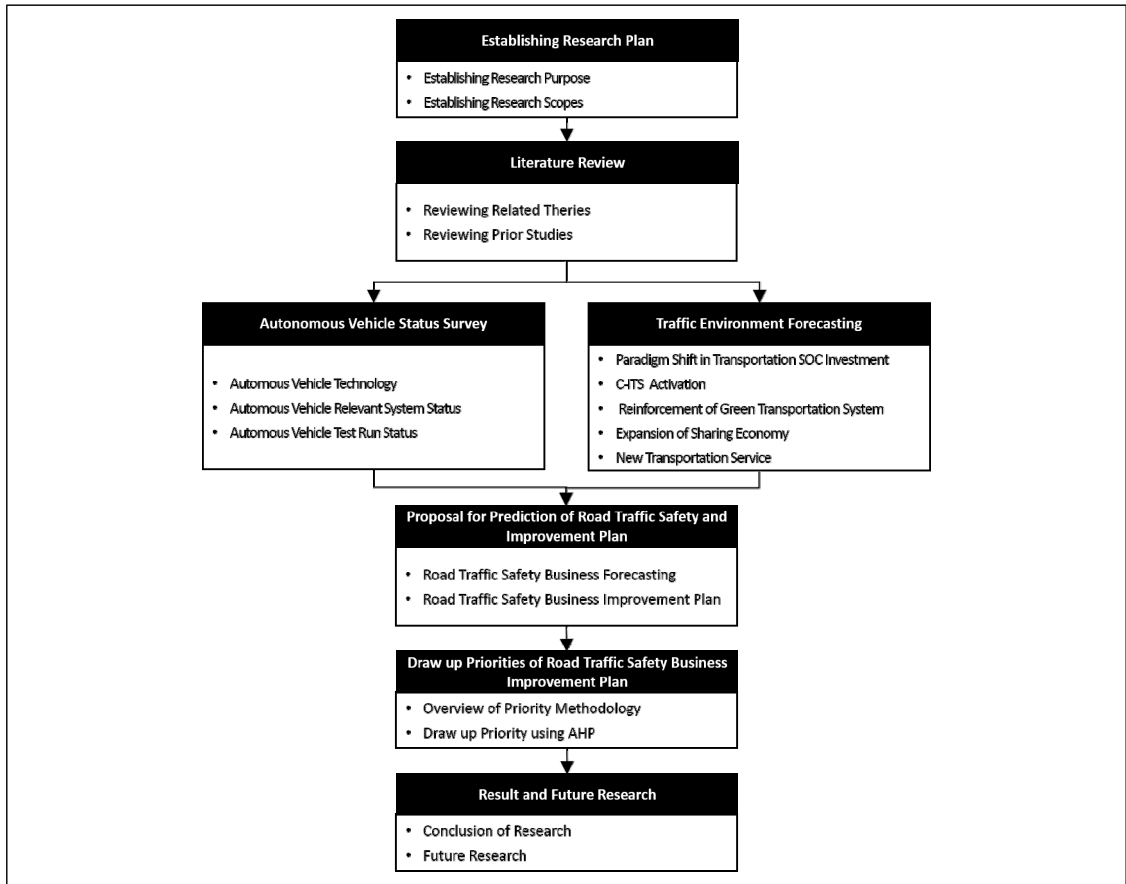
1) 연구의 범위

본 연구에서는 첨단운전자지원시스템(Advance Driver Assistance System, ADAS)와 같은 자율주행자동차의 일부 기능이 고급차를 중심으로 상용화가 본격적으로 시작되고 있는 현재(2017년)부터 완전자율주행자동차의 시장점유율이 높을 것으로 예상되는 2030년 이후까지를 시간적 범위로 설정하였다. 이러한 근거로서 Victoria Transport Policy Institute(2015)는 2020~2070년대까지 시대별 자율주행자동차 매출 등을 예측하였다. 그 예측자료에 따르면, 자율자동차 판매량, 운송(여객, 수송)량 및 자율주행자동차 점유율 모두 2030년대 후반부터 40% 선을 기록하며 빠르게 성장할 것으로 예상하고 있다. 내용적 범위로는 국내에서 시행 중인 사업용 차량 도로교통 안전사업으로 설정하였다. 본 연구에서 말하는, 사업용 차량 도로교통 안전사업이란 버스, 택시, 트럭 등

과 같은 사업용 차량을 중심으로 도로이용자, 도로 및 교통 환경 및 차량, 안전관리 체계 등의 개선을 통해 교통안전 취약부문에 대한 안전 강화를 목적으로 하는 사업을 의미한다(Nam et al., 2016). 우리나라에서 자율주행자동차와 관련하여 상대적으로 취약한 부분인 사업용 차량을 중심으로 자율주행자동차 도입에 따른 도로이용자, 도로환경 및 차량, 안전관리 체계 등의 개선 방안을 제시하는 것이 본 연구의 주요 내용적 범위이다.

2) 연구의 방법 및 절차

자율주행자동차의 도입에 따른 사업용 차량 도로교통 안전사업의 변화 예측과 개선방안 제시를 위해 우선 자율주행자동차의 현황과 교통 환경 변화에 대한 조사를 하였고 이를 바탕으로 개선방안을 제시하였다. 개선방안의 우선순위 도출을 위해 의사결정기법중 하나인 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 사용하였다. 이를 위하여, 본 연구에서는 연구의 범위와 목적을 설정한 후, 관련 이론과 기존 문헌에 대한 고찰을 수행하였다. 이 과정을 통해 자율주행자동차의 기술개발 수준, 관련 제도 현황에 대한 정보를 얻을 수 있었고 개선방안의 우선순위 결정을 위해 의사결정기법이 주로 사용됨을 확인하였다. 다음으로 앞서 얻은 자율주행자동차 관련된 정보들을 통하여 자율주행자동차의 도입에 따른 사업용 차량 도로교통 안전사업의 변화 예측과 개선방안을 제시하였다. 개선방안의 우선순위를 도출하기 위해 3가지 평가기준을 선정하였고, 평가기준과 개선방안의 특성을 고려하여 AHP 기법을 이용하여 개선방안의 우선순위를 도출하였다. 전체적인 연구의 수행 절차는 <Fig. 1>과 같다.



<Fig. 1> Research Process

II. 관련 이론 및 연구 고찰

본 연구에서는 각종 사업 등의 우선순위 산정에 보편적으로 사용되는 우선순위 도출 방법론 및 관련 연구를 고찰하였다. 또한 자율주행자동차와 도로교통 안전에 대한 기존 연구들을 고찰하였다.

1. 우선순위 도출 방법론

의사결정을 위한 우선순위 도출에는 순위법, AHP, ANP(Analytic Network Process) 기법이 많이 사용되고 있다(Nam et al., 2016).

1) 순위법

순위법의 경우 별도의 가중치 없이 평가기준별 점수를 모두 합산하여 최종점수가 높은 순으로 방안의 우선순위를 산정하는 방법이다. 순위법은 적용이 간단하다는 장점이 있지만, 모든 평가기준의 가중치가 동일하다고 가정하므로 평가기준간의 중요도 차이를 고려하지 못한다는 한계가 존재한다.

2) AHP 기법

AHP 기법의 경우 1970년대 미국 펜실베이니아 대학의 Saaty 교수가 개발한 기법으로서 예비타당성조사 등에서 주로 사용된다(Saaty, 1990; Korea Development Institute, 2001). AHP 기법은 비교하고자 하는 지표를 2개씩 번갈아 짝지어 중요도를 평가하게 되며, 총 점수합계에서 차지하는 비율로 가중치를 결정하는 방법이다. 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며 복잡한 경우 상호 배반적인 대안들의 체계적인 평가를 지원하며, 정성적 요소를 포함하는 다기준 의사결정에 널리 사용되고 있다(Korea Development Institute, 2001).

3) ANP 기법

ANP 기법은 기존 AHP 기법의 계층구조의 단점을 보완하기 위해 1996년 Saaty교수에 의해 개발된 방법이다(Saaty, 2004). AHP 기법이 상위 계층의 요소가 하위 계층의 요소에 주는 영향을 비교하였다면, ANP 기법은 목표에 대하여 같은 계층 혹은 다른 계층 간 평가기준의 영향력을 비교한다는 차이가 존재한다. 이러한 특징으로 기존 AHP 기법의 단점인 비교대상간의 관계가 상호 독립적이어야 한다는 한계를 극복가능하며, 의사 결정시 발행할 수 있는 상호작용의 복잡한 구조를 효과적으로 구현가능하다는 특징이 있다(Korea Development Institute, 2001). 본 연구에서는 도로교통 안전사업과 관련한 개선방안의 다양한 특성을 고려하기 위해 개념적으로 큰 연관이 없는 평가기준을 사용하므로, AHP 기법이 적절하다고 판단되었고, 이를 이용하여 우선순위를 도출하였다.

앞서 말한 바와 같이 AHP 기법은 의사결정을 위한 방법론으로 많은 분야에서 사용되고 있다. Kim et al.(2014)은 도시형 신교통시스템 도입 계획단계에서 적정 신교통시스템을 용이하게 선정하기 위하여 AHP기법을 사용하였다. 해당 연구에서는 평가기준으로 이용자 영향, 지역사회 영향, 정부 및 운영자 영향 등 총 12개의 평가기준을 선정하였다. AHP 분석 결과 중소도시의 간선형 신교통시스템의 경우 안전성, 신속성 및 정시성, 편리성, 지역 활성화 순으로 중요한 것으로 나타났으며, 우선순위는 철제차륜 무인자동대중교통수단(Automated Guideway Transit, AGT), 선형유도모터(Linear Induction Motor, LIM), 고무차륜 AGT 순으로 분석되었다. Cho et al.(2016)은 기업체나 공공기관 등에 있어 중요한 의사결정문제 중 하나인 입지선정문제에 AHP를 활용하여 최적의 입지를 선정하고자 하였다. 해당 연구에서는 총 14개의 후보입지를 대상으로 농업기술

센터의 최적입지를 선정하였으며, 평가기준으로 개발여건, 이용여건, 정책여건 등을 선정하였다. Kim et al.(2016)은 우리나라의 한정된 예산과 연구 자원을 고려하여 연구 성과를 극대화할 수 있는 뇌연구 분야를 우선 선정하여 육성하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 뇌과학 분야의 국내 정상급 연구자들의 자문을 통해 신경교세포, 뇌정밀의학 등 총 5개의 연구 분야를 선정하였다. 그 다음 뇌연구 분야의 선도 가능성, 혁신성, 기대성과 등을 평가기준으로 AHP 분석을 수행하였고, 그 결과 신경 교세포 분야의 우선순위가 가장 높은 것으로 분석되어 관련 정책 추진 시 우선적으로 고려해야 함을 제시하였다.

2. 자율주행자동차와 도로교통 안전 관련 기존 연구

기존 연구 사례들을 검토한 결과 자율주행자동차와 도로교통 안전과 관련된 연구 사례는 많지 않은 것으로 확인되었다. Nam et al.(2016)는 Issue-Tree기법과 QFD(Quality Function Deployment)를 이용하여 자율주행자동차가 도입될 경우 교통안전 분야에 미칠 영향을 분석하고 교통안전정책의 새로운 전략에 따른 필요 정책과 사업을 도출하여 중요도를 분석하였다. 그 결과 ‘자율주행자동차 도입 단계별 교통안전정책 수립’이 가장 우선순위가 높은 것으로 분석되었다. 이외의 자율주행자동차 관련 연구들은 자율주행기술과 차량 자체의 안전성 평가, 법제도 관련 주제와 관련된 연구가 대부분이었으며, 사업용 차량 도로교통 안전과 관련된 미래 예측과 개선방안에 대한 연구는 확인되지 않았다.

3. 본 연구의 차별성

앞서 말한바와 같이 기존에는 자율주행자동차의 기능 및 차량의 안전성 등 차량 자체에 관련된 연구들이 많이 이루어졌다. 본 연구에서는 차량에 초점을 두는 것이 아닌 자율주행자동차가 도입될 경우 사회에 미칠 영향을 예측하고 이를 대비하기 위한 사업용 차량 도로교통 안전사업 개선방안 제시와 개선방안 우선순위 도출을 목적으로 하고 있어 기존의 연구들과 차별성이 있다.

Ⅲ. 자율주행자동차 현황 조사 및 교통 환경 변화 예측

1. 자율주행자동차 현황 조사

1) 자율주행자동차 기술

국내 대표적인 자율주행자동차 관련 연구개발 현장은 현대자동차라고 할 수 있다. 현대자동차는 친환경차와 스마트카 등 미래형 자동차를 개발하고 파워트레인 등 핵심 부품의 원천기술을 확보하기 위해 2015~2018년 총 13조3000억 원을 투입할 예정이다. 또한 미국 네바다 주에서 ‘투싼’ 수소연료전지차와 ‘쏘울’ 전기차 등에 대해 고속도로 자율주행 면허를 2015년 12월에 획득하였다. 또한 같은 시기에 EQ900에 차선유지제어와 차간거리제어 그리고 디지털 맵을 통합한 HDA(Highway Driving Assist)를 양산하였고, Mercedes-Benz와 같이 운전자의 hands-off가 8초 이상 지속 시 조향제어 기능을 해제하도록 하고 있다. 2020년에는 도심 혼잡구간에서 차선인식 불가 시 레이더, 카메라로 주행상황을 종합적으로 판단하여 앞차와 일정거리를 유지하는 TJA(Traffic Jam Assist)의 상용화를 목표로 하고 있다. 하지만, 양산 차량에 탑재된 핵심 센서들은 해외 선진업체 제품으로 구성되어 있는 것이 현실이다(Shin et al., 2016). 삼성전자는 ‘전장사업팀’을 신설하여 미래성

장동력으로 카인포테인먼트와 자율주행자동차 전장품 사업 진출을 2015년 12월에 선언한 바 있다. 기아자동차는 신규 자율주행자동차 브랜드인 ‘드라이브 와이즈(Drive Wise)’를 론칭하고 미래 자율주행 기술개발 로드맵을 제시하였고 자율주행 기술이 탑재된 쏘울 EV를 2016년 1월에 개최된 CES2016에 공개한 바 있다. 그리고 인터넷 포털 업체인 네이버는 로보틱스·모빌리티·스마트홈 등 3대 기술 분야에 향후 5년간 1000억 원을 투자하는 ‘프로젝트 블루’ 2015년 9월에 발표하였고, 2017년 3월에 개최된 ‘2017 서울모터쇼’에서 개발 중인 자율주행자동차를 처음 공개하였다. 그 이외에도 LG이노텍, 엠씨넥스, 세코닉스 등이 자율자동차 관련 부품 국산화 및 생산에 투자 중이다(Shin et al., 2016).

해외의 경우에는 우리나라 보다 자율주행자동차 개발 경쟁이 더욱 치열하고 기술 수준도 훨씬 앞서 있다고 할 수 있다. 선두 주자인 구글은 2016년 지주회사 알파벳 산하에 자율주행자동차 사업 부문을 분사하여, 전자지도(digital map), 인공지능(artificial intelligence) 등 자율주행 핵심기술을 모두 보유하고 있다. 또한 2018년 출시 목표로 자동차 제작사와 협력을 추진 중에 있다. 최근인 2016년 2월에 미국 특허청으로부터 자율주행트럭 배송 기술 특허를 취득한 바 있다. 이외에도 GM, BMW, 다임러, 아우디, 포드 등 굴지의 자동차 제작사들뿐만 아니라 다양한 기관 및 기업들이 자율주행자동차 개발에 참여하고 있다. 또한 자율주행자동차와 관련하여 유럽의 Adaptive 등의 대형 프로젝트들이 진행 중이거나 완료되었다(Shin et al., 2016).

자율주행자동차의 상용화를 위해서는 차량에 장착되는 고가의 센서와 레이더 등의 가격 문제의 해결이 필요하다. 또한, 차량의 정확한 위치측정을 위한 고정밀 지도가 필요하며, 국내에서는 이를 해결하기 위해 한국도로공사를 주축으로 한 「스마트 자율협력주행 도로시스템 개발」 연구가 진행 중에 있다. 국토교통부에서는 「자율주행차 안전성 평가기술 및 테스트베드 개발」 사업을 통해 자율주행자동차의 안전성 평가기술 개발과 실제로 자율주행자동차를 다양한 환경에서 테스트 할 수 테스트베드인 K-City건설을 진행 중에 있다. 또한, 자율주행자동차의 안전과 관련하여 운전자와 차량 간 제어권 전환(driver vehicle interface, DVI) 기술의 안전성 평가기술을 개발하여 자율주행자동차의 안전성과 사회적 수용성 향상을 목표로 하는 연구를 추진 중이다.

2) 자율주행자동차 관련 제도 현황

자율주행자동차 기술과 함께 많은 연구가 진행되고 있는 분야가 자율주행자동차 관련 제도 분야이다. 국제 자동차기준 및 도로교통협약을 살펴본 결과, 통일된 도로교통 규칙을 통해 국제 도로교통의 안전증진을 목적으로 1949년 처음 제정된 UN의 교통관계 조약인 제네바 도로교통 협약(Geneva Convention of Road Traffic)에서는 운전자가 주된 제어를 하지 않는 자율조향 시스템은 안전성 확인이 어려운 문제로 불허하고 있다. 하지만, 최근 자율주행자동차 기술의 발전에 따라 이에 대한 개정 요구가 증가하고 있다(Lee and Kim, 2016). 예를 들어, 제네바 도로교통 협약은 운전자가 자동차를 항상 조작하고 속도를 조절하도록 규정하고 있다. 하지만 현행 규정이 자율주행자동차에 맞지 않는다는 의견이 있어 2015년부터 한국을 포함한 100여개의 회원국들 간에 개정을 논의 중이다. 다른 국제 협약인 1968년 제정된 비엔나 도로교통 협약(Vienna Convention on Road Traffic)의 경우에는 8조에서 ‘모든 이동하는 차량 또는 결합 차량은 운전자가 있어야 한다.’ 및 13조에서 ‘차량의 모든 운전자는 모든 환경에서 자신의 차량을 통제해야 한다.’고 명시하고 있다. 하지만, 자율주행 기술 개발과 함께 2014년 4월 비엔나 도로교통 협약 8조가 수정됐다. 새로운 개정 따르면, 여전히 운전자 차량에 탑승해야 하고 언제라도 스티어링 휠을 넘겨받아 제어할 수 있어야 한다. 한편, 개정 조항은 ‘운전자가 시스템에 대해 우선권을 갖고 작동을 중단할 수 있는 한’ 자동차가 스스로 운전하는 것을 허용하고 있다(Adlkofer, 2017). 참고로, 우리나라는 제네바 협약에 1971년 국회의 비준을 받아 가입하였지만,

비엔나 협약은 유보하고 있는 상태이다(Lee and Kim, 2016).

국내에서는 2016년 2월에 자율주행자동차를 시험·연구 목적으로 운행할 수 있도록 「자동차관리법」을 개정하여 임시운행 허가 제도를 도입하였다. 또한 2016년 4월 국토교통부가 2017년 1월부터 출시되는 대형·승합·화물차에 차선이탈경고장치(Lane Departure Warning System, LDWS), 자동제동장치(Automatic Emergency Braking System, AEB) 장착을 의무화하는 입법예고를 발표하였다.

3) 자율주행자동차 시험운행 현황

현재 자율주행자동차의 정식 판매 및 운행을 법적으로 허용한 나라는 없으며, 일반 도로에서의 시험운행의 요건을 갖춘 차량에 대해 제한적으로 시험운행만을 허가하고 있다. 미국은 자율주행 장치의 안전성을 검증하기 위해 2013년 NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration)에서 특별교육을 받은 운전자, 긴급 상황 시 운전자 직접운전, 충분한 시범운행 등과 같은 시험운행 허가 요건을 마련하는 등 정부 차원에서 시험운행을 지원하고 있다. 영국의 경우, 2015년 런던근교 4개 지역에서의 시험운행 허가계획을 발표하였고, 시험운행의 허가요건으로 운전자 사전교육, 도로운영자와의 사전협의 등을 제시하였다(Chun and Koe, 2015).

2. 교통 환경 변화 예측

1) 교통 SOC 투자 패러다임 변화

국내의 경우 교통 SOC 신설 및 확장에서 교통망 운영 효율화 및 시설개량으로 정책패러다임의 변화하고 있는 추세이다. 에너지 관련 이슈로는 기존 화석에너지의 고갈되어 자원부족 현상의 발생과 함께, 현재 개발이 활발한 신흥국의 경제성장에 따른 에너지 수요 증대로 자원부족현상의 가속화가 예상된다. 따라서 신개념 대체에너지 및 전기자동차의 대중화가 예상된다(Nam et al., 2016).

2) C-ITS 활성화

자동차산업은 차량의 정보통신, 전자화가 핵심경쟁력이 될 것으로 보이며, 운전지원 단말 시스템기술, 스마트 블랙박스, V2X 등이 통합 운영되는 u-Vehicle 시스템이 보편화 될 것으로 예상된다. 특히, 도로 및 교통 특성, 혼잡 교통상황에 적절히 대응하여 안정된 교통을 유도하고, 지체 원인 및 지점을 파악하여 교통처리능력을 향상시킬 것으로 예상된다(Nam et al., 2016).

3) 녹색교통 도입 강화

자동차 선진국인 미국, 일본 등은 무인 소형 교통수단과 친환경 에너지, 신개념 운송수단 등을 개발하고 있다. 첨단 무인 소형 교통수단으로는 도심용 운송수단 ‘ENV(Electric Networked Vehicle)’이 개발되고 있고, 친환경 저에너지 교통수단인 ‘EPT(Evacuated Tube Transport)’ 캡슐형 자기부상차가 개발 중이다(Nam et al., 2016).

4) 공유경제의 확대

공유경제란 용어는 2008년 미국 하버드대학교의 로렌스 레식(Lawrence Lessig) 교수가 처음 사용하였다. 제품이나 서비스를 개인이 소유하는 것이 아닌, 어떠한 필요에 의해 서로 공유하는 활동을 뜻한다. 2008년 세계 경제위기로 인한 저성장, 취업난, 가계소득저하 등의 사회적 문제의 영향을 받아 생겨났다. 이러한 공

유경제는 차량을 공유하는 카셰어링, 여행자에게 공간을 공유하는 에어비앤비(AirBnB) 등 이미 사회에 만연하고 있으며, 더욱 확대될 것으로 예상된다(Nam et al., 2016).

5) 새로운 교통서비스 대두

미래에는 새로운 형태의 교통서비스가 예상된다. 공유경제, On-Demand 서비스가 Mobility-as-a-Service(MaaS)로 진화되고 있다. 이는 곧 개인 소유의 교통수단에서 이동과 관련된 서비스로의 전환을 의미하며, 사람뿐만 아니라 화물에도 적용될 것으로 예상된다(Nam et al., 2016).

IV. 사업용 차량 도로교통 안전사업의 변화 예측 및 개선방안 제시

사업용 차량 도로교통 안전사업의 변화 예측과 개선방안 제시에 앞서 사업용 차량 도로교통 안전사업을 기존에 수행되고 있는 도로교통 안전사업들을 바탕으로 교통수단 안전관리, 교통시설 안전진단, 운수종사자 적성검사 및 자격시험, 교통안전교육, 사업용 차량 평가 및 지표 개발 등 총 다섯 가지 분야로 구분하였다.

1. 변화 예측

교통수단 안전관리 분야의 경우 사업용 차량 운수회사 일반현황, 운전자 관리, 운행 관리 등에 대한 분석이 지속적으로 이루어질 것으로 예상된다. 교통수단 안전관리 분야는 자율주행자동차 시대에도 교통안전점검은 필수적일 것으로 첨단운전자보조시스템 관리 및 점검, 자율주행자동차 운전자 관리 등 자율주행과 관련된 항목이 추가되어 실시될 것으로 판단된다.

교통시설 안전진단 분야는 교통사고율이 높은 지역에 대한 교통안전의 문제점을 조사하여 이를 해결하기 위한 맞춤형 개선대책을 제시하는 사업들로 구성되어 있다. 자율주행자동차가 도입될 경우 교통사고 패턴의 변화가 예상되고 자율주행자동차를 이용하여 도로시설에 대한 상세한 자료의 수집이 가능할 것으로 판단된다. 따라서 이러한 자료를 통해 안전진단 관련 기술을 발전시킬 수 있을 것으로 예상된다.

운수종사자 적성검사 및 자격시험 분야의 경우, 사업용 차량 관련 교통사고 경향성과 관계되는 개인의 성격 및 심리 생리적 행동 특징을 측정하여 운전자 개인의 결함사항을 검출할 수 있는 운전적성정밀사업용 자동차 운전적성정밀검사와 사업용 자동차를 운전하기 위해 응시해야하는 버스 및 화물차 자격시험이 있다. 하지만 자율주행자동차의 도입으로 인해 인적요소가 점점 감소하게 됨에 따라 돌발 상황 발생 시 운전자의 대처능력을 평가하는 등과 같은 개선이 예상된다.

교통안전교육 분야의 경우, 기존에는 운전자에 대한 안전교육이 주를 이루었다. 하지만, 자율주행자동차의 고도화에 따라 차량 제어권 전환 교육, 자율주행자동차 운전자 돌발 상황 대처법 등으로의 변화가 이루어질 것으로 예상된다.

사업용 차량 평가 및 지표 개발 분야는 대중교통의 국민의 교통편의와 효율성 증진을 위해 대중교통정책 수립에 필요한 기초자료를 제공함을 목표로 한다. 자율주행자동차가 도입될 경우, 새로운 대중교통 평가지표와 이를 개발하기 위한 데이터가 필요할 것으로 예상된다.

앞서 다섯 가지 분야를 중심으로 자율주행자동차가 도입될 경우 기존에 사업용 차량 운행 및 교통안전에 미칠 변화들을 개략적으로 살펴보았다. 하지만, 구체적으로는 자율주행자동차에 적용된 기술수준에 따라 교통안전에 미칠 영향의 크기 등은 다를 것으로 예상된다. 또한 자율주행자동차 뿐만 아니라 자율주행자동차

를 수용하여야 하는 도로인프라 또한 많은 변화가 있을 것으로 전망된다. 이에 대한 상세한 내용은 Nam et al.(2016)이 수행한 연구에서 참고할 수 있다.

2. 개선방안 제시

자율주행자동차 도입에 따른 사업용 차량의 도로교통 안전사업의 경우 지금까지 경험해보지 못한 분야이기 때문에 새롭게 준비하여야 하는 부분이 많을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구를 수행함에 있어 자율주행자동차 도입에 따른 사업용 차량의 도로교통 안전사업에 필요한 전체 사항들을 거시적인 것으로부터 미시적인 것까지 단계적이며 체계적으로 도출하는 것에 노력하였다. 이러한 대안 도출 및 대안 간 조정 등을 위해 관련 공공기관, 관련 분야 전문가들의 설문 및 자문회의를 통해서 개선방안 및 구체적인 사업계획 등을 도출하였다. 결론적으로 앞서 예측한 변화에 대한 개선방안을 제시하기 위해 관련분야 전문가 설문, 자문회의 등을 통해 5개 분야에 대해 총 17개의 개선방안을 도출하였고 자세한 사항은 <Table 1>과 같다.

교통수단 안전관리 분야의 경우, 자율주행자동차 관련 교통수단 안전점검 법령 개정, 자율주행자동차 운전자 관리방안 수립 등 총 6개의 개선방안이 제시되었다. 교통시설 안전진단 분야의 경우, 자율주행 기술 기반 교통시설 안전진단 제도 수립 등 총 5개의 개선방안이 제시되었다. 운수종사자 적성검사 및 자격시험 분야의 경우 사업용 자율주행자동차 운전적성정밀검사 개선방안 수립, 자율주행 Level별 자격시험 개선방안 수립, 교통안전관리자 자격제도 및 기성과목 개선방안 수립과 같이 총 3개의 개선방안이 도출되었다. 교통안전 교육 분야의 경우 교통안전교육센터 자율주행 Level별 교육 과정 개발, 사업용 자율주행자동차 운전자 및 운전자 대상 교육 제도 개발, 교통안전교육센터 판-드라이빙 서비스 개발이 개선방안으로 제시되었다. 마지막으로 사업용 차량 평가 및 지표 개발 분야는 사업용 자율주행자동차 관련 지표 및 DB 개발이 개선방안으로 제시되었다.

본 연구에서 제시한 5개 분야에 대한 개선방안들은 자율주행자동차 도입에 따라 추가되는 사업만을 언급하는 것은 아니다. 일부 사업의 내용들은 기존에도 존재하고 또한 적용되고 있는 사업이지만, 자율주행자동차 도입에 따라 해당 자율주행 기술을 반영하여 수정하고 개선할 필요가 있을 것으로 판단된다.

<Table 1> Improvement Plans for Road Traffic Safety Business

Fields	Improvement Plans
Transportation Company Safety Management	Amendment of Autonomous Vehicle Laws
	Establish Autonomous Vehicle Operator Management Plan
	Establish Autonomous Vehicle Management Plan
	Build Real-time Autonomous Vehicle Operational System
	Build Autonomous Vehicle Malfunction Monitoring System
	Develop Autonomous Vehicle Traffic Safety Consulting Education Program and Reinforcement of Employee Capacity
Traffic Facility Diagnosis	Establish Safety Diagnosis System of Traffic Facility Using Autonomous Technology
	Develop Autonomous Vehicle Road Safety Consulting Education Program and Reinforcement of Employee Capacity
	Build Autonomous Vehicle Facility Management Center
	Develop Traffic accident hazard area Selection Technology using Autonomous Vehicle

Fields	Improvement Plans
Commercial Driver Aptitude and Qualification Test	Establish Improvement Plan for Commercial Vehicle Driving Aptitude Test
	Establish Improvement Plan Autonomous Vehicle Licence Test
	Establish Improvement Plan for Traffic Safety Operator Licence System
Traffic Safety Education	Development Curriculum of Traffic Safety Education Center
	Develop Education System for Commercial Autonomous Vehicle Driver and Operator
	Develop Fun-Driving Service in Traffic Safety Education Center
Business Transport Evaluation and Index Development	Development Public Transport DB and Evaluation Index

V. 개선방안별 우선순위 도출

1. 우선순위 도출 방법론 개요

앞서 자율주행자동차 도입에 따른 사업용 차량의 도로교통 안전사업에 필요한 5개 분야에 대해 총 17개의 개선방안을 전문가 자문회의 등을 통하여 도출하였다. 이렇게 도출된 개선방안들은 모두 수행될 필요가 있다. 하지만 상호간의 관계 등을 고려하여 순차적으로 준비할 것도 있고 또한 예산 제약 등의 요인도 있을 것으로 사료되어 상대적인 우선순위를 선정하는 것 또한 매우 중요하다고 판단하였다.

본 연구에서 수행한 우선순위 도출을 위한 절차는 다음과 같다. 첫 번째로, 우선순위 도출을 위한 평가기준 선정을 하였다. 선정된 평가기준은 총 세 가지로 자율주행자동차 시대에 대비하여 도로교통 사업의 목적과 부합하는지에 대한 평가를 하는 “부합성”, 자율주행자동차의 도래를 대비하기 위해 신속하게 준비해야 할 항목에 해당하는지에 대한 평가를 하는 “시급성”, 자율주행자동차 도입을 대비하는 측면에서 개선방안이 기술적, 정책적으로 적절한지에 대한 “적절성”을 평가기준으로 선정하였다. 두 번째 단계로 평가기준의 가중치 산정을 위한 방법론을 선정하였다. 앞서 우선순위 도출을 위해 관련 이론 및 연구 고찰을 통해 의사결정 기법 중 AHP 기법이 적절하다고 판단되었다. 하지만, 개선방안의 수가 17개로 쌍대비교의 수가 많아 일관성 지수가 나빠질 수 있으므로 평가기준에 대한 가중치를 산정 후, 각 개선방안에 대해 절대평가를 수행 후 평가기준의 가중치를 적용하여 우선순위를 산정하는 절대평가법을 사용하였다. 세 번째 단계는 앞서 결정된 방법론과 전문가 설문조사 결과를 이용하여 평가기준에 대한 가중치 산정과 이 가중치를 이용하여 대응방안별 점수를 산정하는 단계이다. 마지막으로, 산정된 점수를 기준으로 최종적으로 개선방안에 대한 우선순위를 도출하였다.

2. 전문가 구성

본 연구는 자율주행자동차 도입에 따른 사업용 차량의 도로교통 안전사업의 개선방안의 우선순위를 선정하고자 한다. 이를 위해서는 자율주행자동차 기술뿐만 아니라 사업용 차량의 도로교통 안전사업에도 식견을 가지고 있는 전문가들로 가중차 산정을 위한 설문조사를 실시할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 자율주행자동차와 도로교통 안전사업 모두에 대한 연구 경험이 있는 전문가 8인을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

3. 가중치 산정을 위한 AHP 분석 결과

자율주행자동차 관련 전문가 8명을 선정하여 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과에 대한 일관성 지수 (Consistency Index)를 검토한 결과 가장 높은 값이 0.13으로 나타나 조사 결과에는 문제가 없는 것으로 판단되었다. 각 전문가별 평가기준에 대한 가중치 산정 결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Result of Assigned Weight by Experts

Specialist No.	Max Eigenvalue	Consistency Index	Consistency Ratio	Depth1 - Importance		
				Compatibility	Exigencies	Appropriateness
1	3.09	0.05	0.09	0.19	0.72	0.09
2	3.18	0.09	0.18	0.71	0.07	0.22
3	3.09	0.04	0.08	0.09	0.63	0.28
4	3.05	0.03	0.05	0.18	0.68	0.14
5	3.24	0.12	0.23	0.06	0.23	0.71
6	3.03	0.02	0.03	0.66	0.08	0.26
7	3.25	0.13	0.24	0.16	0.05	0.79
8	3.14	0.07	0.13	0.10	0.20	0.70

전문가 8명에 대한 AHP 조사 결과를 집락하기 위해 평가기준 간 가중치를 산술평균 하였고 그 결과는 <Table 3>과 같다. 산출된 평가기준별 가중치를 살펴보면 세 가지 평가기준 중 자율주행자동차 시대에 대비한 개선방안의 적절성이 가장 높은 값을 가지는 것을 알 수 있다. 이를 통해 설문에 참여한 전문가 집단은 자율주행자동차 시대를 대비한 개선방안들이 기술적, 정책적으로 적절한지를 가장 중요하게 생각하는 것으로 판단되었다.

<Table 3> Weights of Criteria

Classification	Weight
Compatibility with objectives	0.27
Exigencies for Autonomous Vehicle	0.33
Appropriateness of improvement measures	0.40
Sum of Weight	1.00

가중치 산정결과와 다섯 가지 분야에 대한 총 17개의 개선방안의 중요도를 절댓값으로 평가하였고, 가중치를 적용하여 최종적인 우선순위를 도출하였다. 그 결과는 아래 <Table 4>와 같으며, 교통수단안전점검과 관련한 법령 개정과 자율주행자동차 운전자 및 운영자, 안전관리자 교육을 위한 제도 개발이 가장 우선적으로 실행되어야 할 것으로 분석되었다. 본 연구에서 도출된 다섯 가지 분야에 대한 총 17개의 개선방안의 중요도와 관련하여서는 Nam et al.(2016)이 수행한 연구에서 참고할 수 있다.

〈Table 4〉 Priority Result of Improvement Plan

No.	Improvement Plans	Average Score			Weighted Score	Rank
		Compatibility	Exigencies	Appropriateness		
1	Amendment of Autonomous Vehicle Laws	4.50	3.75	4.00	3.31	1
2	Establish Autonomous Vehicle Operator Management Plan	4.25	3.13	3.88	3.04	2
3	Establish Autonomous Vehicle Management Plan	4.13	3.00	3.50	2.87	3
4	Build Real-time Autonomous Vehicle Operational System	4.25	2.75	3.50	2.84	4
5	Build Autonomous Vehicle Malfunction Monitoring System	3.75	3.13	3.38	2.77	5
6	Develop Autonomous Vehicle Traffic Safety Consulting Education Program and Reinforcement of Employee Capacity	3.88	2.88	3.50	2.77	5
7	Establish Safety Diagnosis System of Traffic Facility Using Autonomous Technology	3.88	2.75	3.50	2.74	7
8	Develop Autonomous Vehicle Road Safety Consulting Education Program and Reinforcement of Employee Capacity	4.25	2.75	3.13	2.74	7
9	Build Autonomous Vehicle Facility Management Center	4.00	2.63	3.38	2.70	9
10	Develop Traffic accident hazard area Selection Technology using Autonomous Vehicle	3.75	2.75	3.38	2.67	10
11	Establish Improvement Plan for Commercial Vehicle Driving Aptitude Test	3.63	2.63	3.25	2.57	11
12	Establish Improvement Plan Autonomous Vehicle Licence Test	3.25	3.00	3.13	2.53	12
13	Establish Improvement Plan for Traffic Safety Operator Licence System	3.38	2.75	2.88	2.43	13
14	Development Curriculum of Traffic Safety Education Center	3.38	2.38	3.13	2.40	14
15	Develop Education System for Commercial Autonomous Vehicle Driver and Operator	3.00	2.63	2.88	2.30	15
16	Develop Fun-Driving Service in Traffic Safety Education Center	3.13	2.38	2.50	2.16	16
17	Development Public Transport DB and Evaluation Index	2.88	2.25	2.75	2.13	17

VI. 결론 및 향후 연구

1. 결론

본 연구의 목적인 자율주행자동차 시대의 사업용 자동차를 대상으로 하는 도로교통 안전사업의 변화 예측과 이에 따른 개선방안 제시 및 개선방안의 우선순위 도출을 위해 자율주행자동차에 관하여 현황조사를 하였고, 교통 환경의 변화 또한 조사하였다. 그 결과 자율주행자동차와 관련된 핵심기술은 일정 수준 이상 개발이 완료된 상태이지만, 이를 실제로 상용화하기 위한 테스트와 보완이 필요한 것으로 조사되었다. 교통 환경의 경우 이전과는 달리 공유차량의 대두가 가장 큰 변화로 보이며, 자율주행자동차의 도입과 함께, 새로운 형태의 교통 환경이 구축될 것으로 예상된다. 다음으로 앞서 조사된 결과를 통해 도로교통 안전사업이 어떻게 변화될지 예측하였고, 도로교통 안전사업을 총 다섯 개 분야로 구분하여 전문가 설문, 자문을 통해 개

선방안을 제시하였다. 마지막으로 제시된 개선방안의 우선순위 도출을 위해 총 8명으로 구성된 자율주행자동차 관련 전문가 집단의 설문조사 결과를 바탕으로 AHP 분석을 실시하였고, 그 결과 교통수단안전점검 법령 개정, 사업용 자율주행자동차 운전자 및 운영자, 안전관리자교육 제도 개발이 가장 우선시 되어야 할 것으로 분석되었다. 반면 편-드라이빙 서비스 개발, 교통사고 위험지점 선정 기술 개발, 자율주행자동차 시설관리 센터 구축과 같은 서비스 및 기술 개발과 관련된 방안은 가장 우선도가 낮은 것으로 분석되었다. 이를 통해 전문가들은 서비스, 기술 개발보다 우선적으로 자율주행자동차와 관련한 제도와 법령에 대한 개선이 우선시 되어야 한다고 생각하고 있음을 알 수 있다.

2. 향후 연구

본 연구를 통해 자율주행차가 도입될 경우 도로교통 안전사업의 변화 예측과 변화에 대한 개선방안을 제시하였고 개선방안의 우선순위를 도출하였다. 그 결과 법령 및 제도 개선이 우선적으로 이루어져야 할 것으로 분석되었다. 좀 더 나은 연구결과를 다음과 같은 향후 연구가 추가적으로 필요하다. 첫째, 본 연구에서 제시한 변화 예측과 개선방안은 2016년을 기준으로 예측한 결과이다. 따라서 향후 변화될 사항에 대한 반영이 불가능하다는 한계가 있으므로 추가적인 조사와 연구를 통한 보완이 필요하다. 둘째, 제시한 개선방안 및 평가기준이 자율주행자동차를 대비한 도로교통 안전사업의 우선순위 판단을 위한 절대적인 기준이라고 할 수 없다. 본 연구에서 다루지 못한 분야가 존재할 수 있으며, 우선순위 도출을 위해 좀 더 적절한 평가기준이 존재할 수 있다. 이러한 이유로 대안평가에 더 적합한 기준을 찾는 것이 필요하다고 생각되며, 큰 의미가 있을 것으로 판단된다. 셋째, 본 연구에서는 제시한 개선방안은 다섯 개의 분야에 대한 큰 개념에서의 개선방안이므로 실제 개선을 위해 실행하기에는 포괄적이고 어려움이 존재한다. 따라서 개선방안을 실행하기 위한 좀 더 구체적인 실행계획이 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 교통안전공단의 지원과 국토교통과학기술진흥원 교통물류연구사업(17LRP-B117133-02)의 지원으로 수행하였습니다.

REFERENCES

- Adlkofer Hans.(2017), “Way to Autonomous Vehicles,” *Electronic Engineering*, vol. 30, SN., 348, SMT Korea.
- Cho G. and Kang J. Y.(2016), “A Study on the Facility Location for the State-Run Local Government Using AHP: Focused on the Case of the Agricultural Technology Center in M Province,” *Korean Journal of Business Administration*, vol. 29, no. 3, pp.377-396.
- Chun H. S and Koe S. J.(2015), “Freedom to Driver & Traffic Accident Zero : Autonomous Vehicle,” *ETRI Issue Report*, vol. 03.
- Kim H. W., Moon D. S., Moon J. W., Kim M. R. and Lee J. S.(2014), “Empirical Analysis on Priority

- Evaluation of Advanced Urban Transit Systems Considering Weights of Public Transportation System Characteristics,” *Journal of the Korean Society for Railway*, vol. 17, no. 1, pp.79-85.
- Kim J. H., Suh D. R., Choi J. H. and Kim H. G.(2016), “A Research on Derivation of Strategic Brain Research Areas by the AHP Approach,” *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 16, no. 4, pp.36-44.
- Kim Y. S.(2015), “For safe and convenient Autonomous Vehicle : Autonomous Vehicle Commercial support plan,” *Transportation Technology and Policy*, vol. 12, no. 3, pp.7-13.
- Korea Development Institute(2001), A Study on Standard Guidelines for Pre-feasibility Study on Road Projects.
- Lee K. and Kim H.(2016), *Study on the Insurance for Autonomous Vehicles*, Korea Insurance Research Institute.
- Nam D. et al.(2016), *Establishment of Measures for Road Traffic Safety Project in Preparation for Autonomous Vehicle Age*, Korea Transportation Safety Authority.
- Nam D. H., Lee S. S. and Kim N. S.(2016), “Issue-Tree and QFD Analysis of Transportation Safety Policy with Autonomous Vehicle,” *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 15, no. 4, pp.26-32.
- Navigant Research(2013), *Autonomous Vehicles(Self-Driving Vehicles, Autonomous Parking, and Other Advanced Driver Assistance Systems : Global Market Analysis and Forecasts*, Published 3Q in 2013.
- Saaty T. L.(1990), “How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process,” *European Journal of Operational Research*, vol. 48, no. 1, pp.9-26.
- Saaty T. L.(2004), “Decision making - the Analytic Hierarchy and Network Processes(AHP/ANP),” *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 13, no. 1, pp.1-35.
- Shin J. et al.(2016), *Development of Evaluation Technology of Safety on Control Takeover for Autonomous Vehicle(SAE level 2,3)*, Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement.
- TIME, http://time.com/4098303/self-driving-cars-accident/?xid=time_socialflow_twitter, 2016. 12. 31.
- Victoria Transport Policy Institute(2015), *Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning*.