

자율주행자동차 안전위험 이슈 도출과 안전규제체계에 대한 연구

김길래¹

¹마이스매트릭스 기술연구소장

A Study on the Safety Risk Issues and Safety Regulatory System of Autonomous Vehicles

Gil-Lae Kim¹

¹Director of Technology Research Institute, MICEMATRIX, Gyeonggi Province 14082, Korea

[요 약]

본 연구는 자율주행자동차의 안전위험에 대한 이슈를 파악하고 자율주행자동차 안전규제체계를 검토하는 것을 목적으로 한다. 자율주행자동차 안전위험에 관한 뉴스 기사를 수집하고, 토픽 모델링 기법을 활용하여 안전위험 관련 토픽을 도출하였다. 토픽 모델링을 통해 12개의 토픽을 추출하였으며, 해석을 통해 자율주행자동차 안전위험을 둘러싼 다양한 이슈들을 파악하고 국내 안전규제체계와 대응시켜 검토한 후에 시사점을 제시하였다. 본 연구의 분석결과는 자율주행자동차의 안전성 확보가 중요한 시점에서 안전한 자율주행자동차 개발 및 운영환경 구축과 안전규제체계 마련을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

[Abstract]

The purpose of this study is to identify the safety risks of autonomous vehicles and to review the safety regulation system. News articles on the safety risks of autonomous vehicles are collected and topics related to safety risks are derived using topic modeling techniques. Twelve topics were extracted through topic modeling, and various issues surrounding the safety risks of autonomous vehicles were identified through interpretation and reviewed in response to the domestic safety regulation system and presented implications. The analysis results of this study will be used as basic data for the development of safe autonomous vehicles and the establishment of an operating environment for autonomous vehicles and the establishment of a safety regulation system.

색인어 : 자율주행자동차, 안전위험, 안전규제체계, 텍스트마이닝, 토픽 모델링

Key word : Autonomous vehicles, Safety risks, Safety regulation system, Text mining, Topic modeling

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.3.547>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 26 January 2021; **Revised** 18 February 2021

Accepted 18 February 2021

***Corresponding Author; Gil-Lae Kim**

Tel: (저자요청에 따른 비공개)

E-mail: micematrix@naver.com

I. 서론

현대사회는 이미 다양한 위험에 대비해야 하는 위험사회(risk society)로 접어들었다. 자동차 분야도 예외는 아니어서 국내에서 2022년 부분 자율주행자동차와 2024년에는 완전 자율주행자동차의 상용화를 앞두고 자동운전시스템의 고장, 사이버 해킹, 알고리즘의 윤리적 문제 등으로 인한 사고위험이 예상되면서 자율주행자동차의 안전에 대한 국민의 우려가 커지고 있다.

자율주행자동차는 교통사고와 환경오염 감소, 이동시간의 생산적 활용, 교통 약자의 이동성 개선 등의 긍정적인 효과가 있지만 이와 동시에 다양한 위험에도 노출되어 있다. 자율주행자동차의 자동화 수준이 높아지면서 자동운전시스템의 주요 구성요소인 인지, 분석, 판단 등의 작업을 처리하기 위한 하드웨어 구성과 알고리즘의 복잡도가 높아지고 있다. 또한, 자동운전시스템의 구성요소 간의 상호작용이 증가하면서 불확실성이 높아지고 있으며, 그로 인한 자동주행시스템의 오동작 가능성이 커지고 있다.

기술발전으로 인한 사회 변화는 새로운 위험문제를 일으키며, 새로운 문제의 등장은 또 다른 정책 수요로 작용하며, 기존 정책 체계의 변화를 요구한다. 빠르게 변하고 있는 기술 중심의 사회에서 관리되지 못한 문제나 역기능은 자율주행자동차의 상용화 과정에서 더욱 확대되고 재생산될 수 있으며, 수동운전 환경에서는 경험해 보지 못한 새로운 위험도 추가로 발생할 수 있다.

편리한 삶의 기초로서 자율주행자동차의 상용화 서비스가 시작될 예정이지만, 자율주행자동차 및 운행환경의 위험요소로 인해 상용화에 대한 신뢰를 훼손하게 되면, 사회적 합의에 기초한 자동차안전정책 시행에 어려움이 발생할 수 있다. 자율주행자동차의 안전성을 확보하고 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해서는 자율주행자동차의 안전위험과 관련되어 나타나는 이슈에 대한 이해와 선제적인 안전규제정책이 필요하다.

이를 위해 본 연구에서는 자율주행자동차의 안전위험을 둘러싼 사회적 논의의 잠재적 이슈들을 도출하고 의미를 해석하여 자율주행자동차 안전위험과 관련된 인식과 논의의 양상을 정확히 파악하고자 한다. 그리고 도출된 안전위험 토픽을 국내의 자율주행자동차 안전규제체계와 대응시켜 비교하여 법제도 준비수준을 파악하고자 한다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 검색엔진과 뉴스 매체에서 자율주행자동차 안전위험 관련 뉴스 자료들을 수집하고 분석을 통해 안전위험 관련 토픽(topic)을 도출하였다. 토픽을 도출하기 위해 텍스트 마이닝(text mining) 분석방법인 토픽 모델링(topic modeling) 기법을 사용하였다. 도출된 토픽의 특성을 반영하여 토픽을 명명하고 의미를 해석하였으며, 도출된 토픽이 국내 자율주행자동차 안전규제체계에 어떠한 내용으로 규정되어 있는지를 확인하고 준비수준을 파악하였다.

연구의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 뉴스 기사분석의 필요성과 자율주행자동차와 텍스트 마이닝 그리고 안전규제 체계에 대한 개념을 설명하였다. 제3장에서는 데이터 수집과 분석절차 그리고 토픽 모델링 방법에 관해 기술하였다. 제4장에서는 토픽 명명 작업을 수행하고 의미를 해석하였으며, 도출된

토픽을 자율주행자동차 안전규제체계에 대응시켜 준비수준을 검토하였다. 제5장은 본 연구의 결론으로 연구결과를 요약하고 연구의 시사점과 한계점을 제시하였다.

II. 이론적 배경

2-1 뉴스 기사 분석

본 연구에서 자율주행자동차 안전위험 관련 이슈들을 파악하기 위해 뉴스 기사를 분석하였다. 뉴스 기사는 우리 사회에서 발생하는 사건과 이슈를 담고 있으며 대중들에게 다양한 정보를 빠르게 제공하는 매체이다. 머신러닝(machine learning) 알고리즘을 활용하여 많은 양의 텍스트 데이터를 쉽고 빠르게 처리할 수 없었던 이전의 연구에서 언론 보도 기사에 대한 내용분석은 주로 연구자의 수작업에 의존해 왔다. 뉴스 기사의 내용을 직접 검토하면서 주제를 분류하거나 분석하는 방법은 연구자가 뉴스 내용을 정독하여 뉴스의 의미를 구체적이고 정교하게 분석해 낼 수 있다는 장점이 있지만, 분석할 데이터의 규모가 커질수록 분석의 객관성 확보와 시간과 비용적인 측면에서 어려움이 있다.

본 연구는 자율주행자동차 안전위험 관련 뉴스를 수집하여 분석하고 어떠한 토픽 하에서 논의되었는지를 탐색하고 의미를 해석하는 연구이다. 언론에서 많이 보도하는 주제일수록 대중의 관심은 커지고 정책적 실행으로 이어질 가능성이 크기 때문에, 언론이 자율주행자동차 안전위험과 관련하여 어떤 의제를 설정하는지를 살펴보는 과정이 필요하다고 판단된다[1].

2-2 자율주행자동차

자율주행자동차는 사람의 조작 없이 스스로 알아서 주행하는 차로써, 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」에 따르면 ‘운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차’를 의미한다. 자율주행자동차는 시스템이 차량 운전제에 개입하는 정도에 따라 자동화 단계가 구분되며, 자동차를 제어하는 주체와 수준에 따라 수동운전에서 완전운전 자동화 단계로 구분된다[2].

국제자동차기술자협회(SAE International)에서 분류한 단계가 글로벌 기준으로 통용되고 있으며, ‘레벨0’에서 ‘레벨5’까지 6단계로 나뉜다. 레벨0 단계는 운전자가 운전작업 전체를 수행하고 운전제에 대한 모든 책임을 진다. 레벨1 운전제 보조 단계는 운전제 보조 기능이 탑재되어 핸들 조향 또는 가속 및 감속 기능을 지원한다. 운전자는 운전 환경을 모니터링하고, 비상시에 직접 차량을 제어해야 한다.

레벨2 부분적 운전 자동화 단계는 운전자의 조작 없이 조향장치와 가속 및 감속을 부분적으로 제어하는 시스템을 의미하며, 제한된 영역에서 시스템이 횡방향(lateral) 및 종방향(longitudinal)의 자동차 동작제어(motion control)를 수행하고, 운전자는 사물을 감지하고 사건에 대응하며, 운전자동화시스템을 제어한다.

레벨3 조건부 운전 자동화 단계는 차량이 자동으로 운전을 하지만 운전자동화시스템 또는 그 시스템의 특정 기능이 작동할 수 있게 사전에 설계된 작동조건인 작동설계영역에서만 자동주행을 할 수 있다. 따라서 운전작업 전부를 지속해서 수행할 수 있는 하드웨어와 소프트웨어의 집합체인 자동주행시스템(automated driving system, ADS)이 자동으로 운전하지 못하는 상황이 발생하면 운전자에게 제어권 전환 요청(take-over request)을 하게 되고 운전자는 언제든지 제어권을 받아서 운전 에 개입할 준비를 해야 한다.

레벨4 고도의 운전 자동화(high driving automation) 단계는 지속적인 작동설계영역에서 모든 상황을 차량이 스스로 판단하고 주행하는 단계를 말한다. 레벨5 완전 운전 자동화(full driving automation) 단계는 모든 상황에서 운전자 없이 자율주행자동차 스스로 모든 기능을 수행하는 완전한 자율주행 단계라고 할 수 있다. 자동주행시스템이 지속적이고 조건 없이 작동설계영역에 제한 없이 운전작업 및 비상상황대처 조치를 수행한다[2].

2-3 자율주행자동차 안전규제체계 현황

자동차의 안전운행을 확보하기 위하여 운행 적합성이라는 관점에서 자동차의 안전기준을 만들고 이에 대한 국가의 승인 절차를 거쳐 안전성을 확보하는 것이 일반적인 법률 중심의 안전규제체계이다. 본 연구에서는 일반적인 안전규제체계의 경직성을 해소하고 빠르게 진행 중인 자율주행 기술개발에 대한 요구를 충족시키기 위해 법률 이외에 안전기준, 가이드라인을 안전규제체계에 포함시켜 연성적이고 포괄적인 접근방법으로 안전규제체계를 논의한다.

세계 각국은 자율주행차의 기술개발과 동시에 법제도 정비에도 박차를 가하고 있다. 국내에서도 2019년 4월 13일 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」이 제정되어 2020년 5월 1일 시행되었으며, 자율주행차량의 안전기준에 대한 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」 개정안이 2020년 12월 24일 공포되었다.

그리고 자율주행자동차 보험제도 및 자동차보험정비협회의회를 도입한 「자동차손해배상 보장법」 개정안이 2020년 10월 8일 공포되었다. 운전석 없는 셔틀, 사람이 탑승하지 않는 무인 자율주행차 등의 시험운행을 활성화하고, 레벨3 자율주행차의 양산을 지원하기 위해서 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정」을 2020년 11월 20일에 행정예고 하였다.

2020년 1월에는 자율주행차가 안전하게 제작되고 상용화될 수 있도록 부분 자율주행차(레벨3) 안전기준을 세계 최초로 도입하였고 2020년 12월 15일에는 가이드라인 3종을 제시하였다. 제작자나 운전자 또는 사용자가 자발적으로 확인하고 준수하도록 하여 사고 없는 안전한 자율주행 기술개발 환경 구현을 위한 「레벨4 자율주행자동차 제작안전 가이드라인」을 제시하였고[12] 사이버보안 관리를 위해 자동차 사이버보안 국제기준을 바탕으로 자동차 제작사에 대한 권고안을 주요 내용으로 하는 「자동차 사이버보안 가이드라인」을 마련하였다[13]. 마

지막으로 자율주행자동차가 우리 사회에 정립된 윤리 수준에 따라 인명 보호를 최우선으로 고려하여 제작 및 운행할 수 있도록 「자율주행자동차 윤리 가이드라인」을 제시하였다[14].

2-4 텍스트 마이닝

다양한 학문 분야에서 텍스트 데이터 분석에서 지식을 발견하기 위해 머신러닝 알고리즘을 적용하고 있다. 비정형 데이터를 활용하여 연구주제를 발굴하고 응용 분야를 확대하고 있다. 텍스트 마이닝은 텍스트 데이터를 효율적으로 분석할 뿐만 아니라 투명하고 재현 가능한 방식으로 분석할 수 있는 과학적인 방법을 제공하게 되었다. 이러한 연구방법은 이미 다양한 학문 분야에서 과학적인 연구방법으로 인정되어 광범위하게 활용되고 있다[3], [4].

텍스트 마이닝은 텍스트 데이터에서 의미 있는 패턴과 규칙을 발견하여, 유용한 정보를 추출하는 것으로[5], 연구자가 직접 자료를 읽고 분류할 때 발생하는 시간과 비용 측면에서의 비효율성 문제를 해결할 수 있고 텍스트 자료에 잠재된 의미를 빠르게 확인할 수 있다. 또한, 질적 자료를 양적 자료로 변환하여 분석할 수 있기에 연구자의 주관적 의도를 최소화하고 보다 객관적인 결과를 도출해낼 수 있다는 장점이 있다. 토픽 모델링은 비정형 텍스트 데이터를 자연어 처리기법을 활용해 의미 있는 주제를 발견하기 위한 통계적 모델의 하나로, 텍스트에 등장하는 모든 단어를 형태소 단위로 분절한 뒤, 단어와 단어 간에 의미 있는 관계를 찾는 방법이다.

국내외에서 뉴스 데이터를 텍스트 마이닝 방법으로 분석한 연구들이 다양한 분야에서 진행되고 있다. 재난과 안전을 키워드로 검색하여 27년간(1990년-2016년)의 뉴스 기사를 수집하여 토픽 모델링을 이용하여 주요 주제어를 도출하고 주제어들의 동향과 구조를 파악하는 연구가 수행되었다[6]. 건설 분야에서는 안전사고 관련 뉴스 데이터를 수집하고 이를 활용하여, 주요 이슈를 도출하였고 각 토픽에 대한 2017년 1월부터 2018년 2월까지의 뉴스 데이터를 월별 시계열 분석을 통해 향후 토픽에 관한 이슈를 예측하였다[7].

COVID-19(코로나바이러스)와 관련된 연구도 진행되었다. COVID-19 관련 온라인 교육에 관해 보도된 국내 언론기사 키워드를 수집하여, 주요 이슈와 시기별 변화 동향을 분석하는 연구가 진행되었고[8] 소셜 뉴스 웹 사이트 Reddit의 COVID-19 댓글 내용에 대한 토픽을 도출하고 대중의 반응을 분석하는 연구도 진행되었다[9].

III. 분석방법

3-1 데이터 수집과 분석절차

본 연구에서는 다양한 지역의 자율주행자동차 안전위험 관련 뉴스 제공능력을 고려하여 구글(google) 뉴스에서 검색된 국내외 언론 매체의 영문으로 작성된 뉴스 기사들을 수집대상으

로 선정하였다. 검색 키워드는 ‘{(autonomous vehicles) or (self-driving cars)}’와 ‘{safety risks}’를 조합하여 사용하였다. 분석대상 데이터는 2018년 1월 1일부터 2020년 12월 31일까지의 3년간의 뉴스 기사를 수집하였다. 수집된 뉴스 기사는 1,027 건이며, 중복 데이터를 삭제하여 최종적으로 뉴스 1,001건을 분석대상으로 선정하였다.

3-2 데이터 전처리

텍스트마이닝 분석을 위해 수집된 자율주행자동차 안전위험 관련 뉴스 데이터를 말뭉치(corpus)로 변환하고 데이터 전처리(preprocessing) 작업을 수행했다. 수집된 자료에서 문장부호, 특수문자 등의 불필요한 표현을 제거하고 기사에서 자주 등장하지만 불필요하다고 판단되는 주어, 전치사, 조동사, 형용사, 부사 등의 단어는 불용어(stopwords) 사전에 추가하여 분석대상에서 삭제하여 명사 형태의 단어를 중심으로 분석하였다.

3-3 토픽 모델링

토픽 모델링은 텍스트 데이터를 분류하는 머신러닝 기법으로 텍스트에 내재한 문서의 잠재적 주제를 도출할 수 있다. 본 연구에서는 토픽 모델링의 대표적인 알고리즘인 LDA(Latent Dirichlet allocation)를 사용하였다. 토픽 도출을 위해 전처리 과정을 마친 데이터를 Python Gensim 패키지의 LDA를 사용하여 분석하였다. LDA 모델의 구현 과정에서 Dirichlet 분포와 함께 베이지안 추정 기법을 사용하여 각 주제에 대한 확률 분포를 계산하였고 LDA 모델을 구현하기 위해 Gibbs 샘플링 알고리즘을 사용하는 MALLET를 사용하였다. 분석을 위해 $\alpha=0.25$, $\beta=0.01$, iteration=100으로 파라미터값을 설정하였다.

IV. 분석결과

4-1 토픽 모델링 결과

본 연구에서는 토픽의 개수를 정하기 위하여, Python의 Gensim을 활용하여 일관성 점수(coherence score)를 계산하였다. 일관성 점수는 토픽모델을 판단하는 지표로 값이 클수록 해당 토픽이 얼마나 의미론적으로 일관성이 있는지를 확인할 수 있다[9]. <그림 1>은 토픽 수에 따라 일관성 점수가 변화하는 것을 보여준다. 토픽 수가 12개인 지점에서 일관성 점수가 0.4842로 가장 높아서 가장 적합한 토픽 수로 판단하였다.

토픽 명명 시, 각 토픽에서 출현빈도를 기준으로 상위권에 나타난 단어를 중심으로 해당 토픽의 특성을 이해할 수 있으며[10], 특정 토픽에 높은 비율로 속한 단어가 존재한다면 그 단어를 중심으로 해당 토픽의 특징을 유추해 볼 수 있다[11]. 본 연구는 이러한 이해를 바탕으로, 각 토픽의 상위출현 10개 단어의 의미를 검토한 후에 명명 작업을 수행하였으며, 그 결과는 <표 1>과 같다.

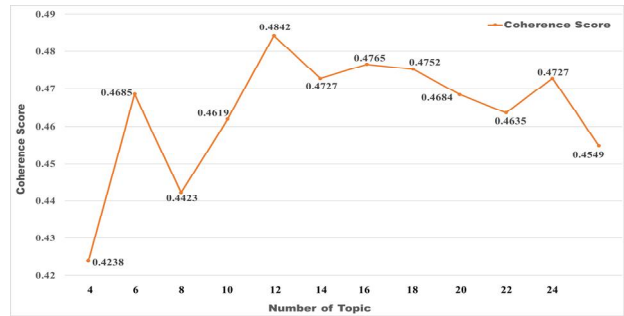


그림 1. 일관성 점수
Fig. 1. Coherence score

표 1. 토픽 명명 결과

Table 1. Results of Topic Naming

| Topics | Keyword |
|---------------------------------------|--|
| 1 pedestrian collision safety | road, vehicle, traffic, crash, pedestrian, collision, test, driver, percent, study |
| 2 platform design | system, software, design, solution, development, level, platform, model, application, industry |
| 3 automated driving system | driver, system, vehicle, safety, control, autopilot, feature, driving, automation, hand |
| 4 AIoT problem | people, decision, problem, thing, life, human, question, situation, machine, artificial intelligence |
| 5 safety regulation & standard | safety, standard, industry, regulation, ADS, group, agency, development, rule, effort |
| 6 liability issue | vehicle, manufacturer, liability, insurance, law, state, regulation, consumer, issue, government |
| 7 privacy protection | datum, information, vehicle, data, privacy, user, issue, service, protection, application |
| 8 accident risk of autonomous vehicle | driver, accident, risk, case, driving, crash, incident, question, injury, autonomous vehicle |
| 9 driving test of autonomous vehicle | driverless, driving, testing, road, city, avs, truck, mile, waymo, program |
| 10 sensor system | sensor, system, vehicle, camera, radar, object, road, environment, condition, signal |
| 11 cybersecurity risk | vehicle, security, system, cybersecurity, risk, hacker, attack, threat, control, software |
| 12 mobility service of city area | vehicle, service, infrastructure, mobility, transport, project, transportation, area, city, bus |

토픽1은 ‘보행자 충돌안전’이라 명명하였다. 해당 토픽에는 도로, 차량, 교통, 충돌, 사고, 보행자, 테스트, 운전자, 비율, 연구 등의 키워드가 등장하였다. 도로상에서 자율주행자동차 테스트를 통한 보행자 충돌방지에 관한 연구가 진행되고 있음을 보여준다. 구체적으로 보행자 충돌의 원인 조사와 동시에 보행자 충돌을 방지할 수 있는 센서 하드웨어, 충돌방지 알고리즘 관련 기술개발이 이루어지고 있다.

토픽2는 ‘플랫폼 설계’로 명명하였다. 해당 토픽에는 시스템, 소프트웨어, 설계, 솔루션, 개발, 자율주행 레벨, 플랫폼, 모델, 애플리케이션, 산업 등의 키워드들이 등장하였다. 자동차 산업에서 자율주행단계가 고도화되면서 애플리케이션과 솔루션의 신속한 개발을 위해 자율주행시스템의 플랫폼 모델 설계에 대한 논의가 진행되고 있다. Qualcomm, Harbrick, IBM, NVIDIA 등이 자사의 자율주행시스템의 경쟁력 강화를 위해 플랫폼 설계에 주력하고 있다.

토픽3은 ‘자율주행시스템’으로 명명하였다. 해당 토픽에는 운전자, 시스템, 차량, 안전, 제어, 오토파일럿, 기능, 운전, 자동화, 수동 등의 키워드들이 등장하였다. 오토파일럿과 같이 자동으로 차량을 제어할 수 있는 안전운전 기능들을 포함하고 있는 자율주행시스템에 대한 논의가 진행되고 있다. 테슬라 오토파일럿, 캐딜락 슈퍼 크루즈 등의 시스템은 운전자의 개입을 줄이면서 차량 속도 조절, 자동 조향, 제동 등을 지원한다.

토픽4는 ‘사물지능(AIoT) 문제’로 명명하였다. 해당 토픽에는 사람, 결정, 문제, 사물, 생명, 인간, 의문, 상황, 기계, 인공지능 등의 키워드들이 등장하였다. 인간과 사물 간의 판단 상황에서 발생할 수 있는 인공지능의 문제점들에 대한 논의가 진행되고 있다. 하지만, 인공지능의 윤리성에 대한 보편적인 합의가 이루어지지 않았고 사고 책임에 대한 문제도 존재하여 인공지능 기반의 자율주행시스템의 판단 문제들을 완벽하게 해결하는 데는 많은 어려움이 존재한다.

토픽5는 ‘안전규제와 표준’으로 명명하였다. 해당 토픽에는 안전, 표준, 산업, 규제, 자율주행시스템(ADS), 단체, 기관, 개발, 규칙, 노력 등의 키워드들이 등장하였다. 자율주행자동차 상용화를 앞두고 정부 부처, 안전관리와 표준화 전담기관을 중심으로 자율주행자동차의 도입·확산과 안전한 운행을 위한 운행기반 조성 및 지원 등에 필요한 법률규정과 신호등, 가로등, 버스정류소 등의 도로 인프라와 차량 간 통신 지원과 데이터 교환을 위한 표준 등에 대한 논의가 진행되고 있다.

토픽6은 ‘법적 책임 이슈’로 명명하였다. 해당 토픽에는 차량, 제작사, 책임, 보험, 법률, 단계, 규제, 소비자, 이슈, 정부 등의 키워드들이 등장하였다. 레벨3 단계 자율주행차의 경우 운전자와 자율주행시스템이 모두 운전 관련하는 방식이어서 사고 발생 시에 운전자와 제작사 또는 차량 운전자 간에 책임소재를 가리기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 자동차 산업 선진국에서는 정부 주도로 소비자 보호를 위해 사고 책임에 대한 세부적인 법률안을 마련하고 있고 민간에서는 보험상품 개발을 추진하고 있다.

토픽7은 ‘개인정보보호’로 명명하였다. 해당 토픽에는 데이터, 정보, 사용자, 차량, 프라이버시, 사용자, 이슈, 서비스, 보호, 애플리케이션 등의 키워드들이 등장하였다. 자율주행자동차의 서비스에 필요한 애플리케이션에서 발생하는 사용자 데이터의 침해 및 보호와 관련된 이슈가 논의되고 있다. 특히, 자율주행자동차가 통신망으로 연결되면서 정부와 자동차 제작사에서는 사이버 공격, 개인정보 유출 등의 문제를 해결하기 위해 노력하고 있다.

토픽8은 ‘자율주행자동차 사고위험’으로 명명하였다. 해당 토픽에는 운전자, 사고, 위험, 사례, 운전, 충돌, 사건, 의문, 상해, 자율주행자동차 등의 키워드들이 등장하였다. 자율주행자동차 시험 운전 중에 발생한 충돌사고로 인한 부상으로 자율주행자동차에 대한 부정적인 인식이 나타나고 있음을 알 수 있다. 자율주행시스템에 대한 과신, 센서 시스템의 성능 부족, 자율주행자동차와 일반 자동차 또는 보행자 간 커뮤니케이션 체계 부재 등으로 인해 사망 및 부상 사고가 발생하였고 이를 계기로 자율주행자동차의 위험에 대한 대중의 부정적인 인식이 형성되고 있어 자율주행자동차의 상용화를 위해 소비자 신뢰 확보가 시급하다.

토픽9는 ‘자율주행자동차 도로주행 테스트’라 명명하였다. 해당 토픽에는 무운전자, 운전, 테스트, 도로, 도시, 자율주행자동차, 트럭, 마일, 웨이모, 프로그램 등의 키워드들이 등장하였다. 자율주행자동차와 트럭의 무운전자 도로주행 테스트 프로그램과 자율주행 거리에 관해 논의되었고 웨이모가 도로주행 테스트에서 주도적인 역할을 하고 있다. 웨이모는 세계 최초로 완전 무인 자동차 도로 운행을 시작하였고 일반 대중을 상대로 자율주행 승차 공유 서비스를 확대할 예정이다.

토픽10은, ‘센서 시스템’으로 명명하였다. 해당 토픽에는 센서, 시스템, 차량, 카메라, 레이더, 객체, 도로, 환경, 조건, 신호 등의 키워드들이 등장하였다. 자율주행자동차의 안전을 위한 도로상의 객체와 환경조건을 신호로 처리하는 카메라와 라이더에 대한 논의가 수행되고 있다. Waymo, GM, Ford, Zoox 등은 센서 시스템 개발을 위해 연구개발 인력을 늘리고 차량 센서 검증용 시뮬레이션을 진행하고 있으며, 투자 파트너 협약을 맺거나 스타트업을 인수하고 있다.

토픽11은 ‘사이버 보안위험’으로 명명하였다. 해당 토픽에는 차량, 보안, 시스템, 사이버보안, 위험, 해커, 공격, 위협, 통제, 소프트웨어 등의 키워드들이 등장하였다. 자율주행자동차가 컴퓨터화되고 통신망으로 연결되면서 자율주행 시스템에 대한 해커의 공격과 위협으로 인한 위험이 증가하고 있어 자율주행자동차의 사이버보안에 관한 논의가 수행되고 있다. 본격적인 자율주행차 상용화 시대를 앞두고, 통신망으로 연결된 자율주행차에 대한 해킹 위협에 대응하기 위해 사이버보안 위험에 대한 기술적·법 제도적 대응이 중요해지고 있다.

토픽12는 ‘도심부 모빌리티 서비스’로 명명하였다. 해당 토픽에는 차량, 서비스, 인프라, 모빌리티, 수송, 프로젝트, 영역, 도시, 버스 등의 키워드들이 등장하였다. 도시 영역의 교통 인프라에서 모빌리티 서비스를 테스트하는 프로젝트에 대한 단어가 등장하였고 공항 셔틀, 도심부 순환 셔틀 등의 자율주행 버스를 활용한 서비스에 관한 논의가 진행되고 있다. 버스 자율주행 기술 및 서비스 상용화를 위한 자율협력주행 관련 인프라, 교통관제 시스템 관련 기술 및 서비스를 기존 교통체계에 다양한 형태로 적용하는 노력을 추진하고 있다.

본 연구에서 도출된 12개의 토픽은 자율주행자동차 운행으로 발생할 수 있는 위험요인들과 안전성 확보를 위한 안전기술 개발과 제도화로 요약할 수 있다. 자율주행자동차의 상용화를

앞두고 시험운행 중에 발생한 사고사례, 미래에 발생할 것으로 예상하는 안전위험에 대한 이슈를 제기하였고 안전성 확보를 위한 안전기술 개발과 안전규제와 기술개발표준에 관한 뉴스를 다루고 있다.

4-2 자율주행자동차 안전규제체계 검토

본 연구에서는 불확실한 안전위험을 식별하고 통제하며 최소화하는 안전규제체계 고도화에 이바지하기 위해 도출된 토픽을 활용하여 국내 안전규제체계 준비현황을 분석하고 시사점을 제시하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 도출된 토픽이 국내 자율주행자동차 안전규제체계에 규정되어 있는지를 확인하고(<표 2> 참고) 안전규제체계에서 어떠한 내용으로 규정되고 있는지를 상세히 기술하였다.

보행자 충돌안전(토픽1)에 대해서는 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」의 「부분 자율주행시스템의 안전기준」에서 부분 자율주행시스템은 보행자와 자전거탑승자의 통행이 금지되는 도로에서만 작동할 것을 규정하고 있다. 그리고 「레벨4 자율주행자동차 제작안전 가이드라인」에서는 전방 보행자인지 불가로 인한 사고위험, 주행차로 전방의 보행자를 인지하지 못하여 발생한 사고방지를 위해 위험 발생 가능성을 분석하고 위험 최소화를 위한 대응조치 수립을 권고하고 있다.

플랫폼 설계(토픽2)에 대해서는 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」의 「부분 자율주행시스템의 안전기준」에서 자동해제, 고장에 대비한 설계, 위 변조 방지와 같은 적절한 조작방지 설계 등에 관해 규정하고 있다. 「레벨4 자율주행자동차 제작안전 가이드라인」에서는 자율주행시스템의 설계상 잠재적인 위험요인을 최소화하고 의도치 않은 위험 발생을 줄이기 위해 공인된 국내외의 기준표준(ISO 26262, ISO/PAS 21448 등)에서 규정하는 절차를 따를 것을 권고하고 있다.

자율주행시스템(토픽3)에 대해 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」에서는 자율주행시스템을 운전자 또는 승객의 조작 없이 주변 상황과 도로 정보 등을 스스로 인지하고 판단하여 자동차를 운행할 수 있게 하는 자동화 장비, 소프트웨어 및 이와 관련한 일체의 장치로 정의하였다.

사물지능 문제(토픽4)에 관해서는 법률과 안전기준 차원에서는 제도화가 이루어지지 않고 있으며, 「자율주행자동차 윤리 가이드라인」에서 자율주행차가 인명 보호를 최우선으로 하도록 설계·제작되어야 한다는 원칙이 제시되고 있다. 동 가이드라인에서 자율주행차는 재산보다 인간 생명을 최우선으로 하여 보호하고 사고 회피가 불가능할 경우 인명피해를 최소화할 것을 권고하고 있다.

안전규제와 표준(토픽5)에 대해서는 정부에서는 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원과 자동차손해배상 보장을 위한 법률과 자율주행자동차의 안전운행요건 및 시험운행 등에 관한 규정과 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙을 제정하고 부분 자율주행시스템의 안전기준 그리고 레벨4 자율주행자동차 제작·안전, 사이버보안, 윤리 가이드라인을 제시하였

다. 국내의 자율주행자동차 표준화는 ISO TC22 및 TC204를 기반으로 진행되고 있는 국제 표준화 작업에 적극적으로 참여하고 있으며, 자율주행자동차와 부품, 서비스산업 활성화를 위한 KS 표준 확대를 추진 중이다.

표 2. 토픽과 안전규제체계

Table 2. Topics and Safety Regulatory System

| Topics | | Safety Regulatory System |
|--------|---|---|
| 1 | pedestrian collision safety | rules on the performance and standards of automobiles and automobile parts(safety standards of partial automated-driving system) level 4 autonomous vehicles manufacturing safety guideline |
| 2 | platform design | rules on the performance and standards of automobiles and automobile parts(safety standards of partial automated-driving system) level 4 autonomous vehicles manufacturing safety guideline |
| 3 | automated driving system | act on the promotion and support of commercialization of autonomous vehicles |
| 4 | AIoT problem | ethical guideline of autonomus vehicle |
| 5 | safety regulation & standard | rules on the performance and standards of automobiles and automobile parts(safety standards of partial automated-driving system) |
| 6 | liability issue | automobile damage compensation act |
| 7 | privacy protection | automobile cybersecurity guideline |
| 8 | accident risk of autonomous vehicle | act on the promotion and support of commercialization of autonomous vehicles regulations on the requirements for safe operation, test operation, etc. of autonomous vehicles(administrative notice) rules on the performance and standards of automobiles and automobile parts(safety standards of partial automated-driving system) level 4 autonomous vehicles manufacturing safety guideline |
| 9 | driving test of a u t o n o m o u s vehicle | regulations on the requirements for safe operation, test operation, etc. of autonomous vehicles(administrative notice) level 4 autonomous vehicles manufacturing safety guideline |
| 10 | sensor system | level 4 autonomous vehicles manufacturing safety guideline |
| 11 | cybersecurity risk | automobile cybersecurity guideline |
| 12 | mobility service of city area | level 4 autonomous vehicles manufacturing safety guideline |

법적 책임 이슈(토픽6)에 대해서는 「자동차손해배상 보장법」에서 자율주행자동차의 결함으로 인하여 발생한 자율주행자동차 사고로 다른 사람이 사망 또는 부상하거나 다른 사람의 재물이 멸실 또는 훼손되어 보험회사 등이 피해자에게 보험금을 지급한 경우에는 보험회사 등은 법률상 손해배상책임이 있는 자에게 그 금액을 구상할 수 있도록 하였다. 하지만, 제조사의 실책은 물론 사고 시의 운전자의 도덕적 판단 등에 따라서 배상 결과가 얼마든지 조정될 수 있으므로 사고책임 관련 법률 조항이 더 세분되고 명확해야 한다.

개인정보보호(토픽7)에 대해 「자동차 사이버보안 가이드라인」에서 의도되지 않은 데이터 전송, 자동차 데이터/코드 추출, 개인정보 무단 액세스, 자동차 사용자가 바뀌면서 개인정보 및 중요 데이터 유출, 데이터의 물리적인 손상에 대한 위협과 완화조치에 대한 권고안을 제시하였다.

자율주행자동차 사고위험(토픽8)에 대해서는 「자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률」에서 자율주행자동차의 연구 또는 시범 운행으로 인해 다른 사람에게 피해를 끼치거나 교통상의 위험을 발생시키는 경우 시범운행지구에서 규제 특례 적용을 배제할 수 있도록 규정하였다. 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시범운행 등에 관한 규정」에서는 자율주행자동차의 임시운행에 필요한 세부요건 및 확인방법 등 안전운행요건을 행정예고하였다. 「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」의 「부분 자율주행시스템의 안전기준」에서는 자동차로 유지기능의 성능 기준, 부분 자율주행시스템의 고장에 대한 안전기준, 운전자모니터링시스템의 성능 기준, 자율주행 정보기록장치의 성능 기준을 제시하였다. 마지막으로 「레벨4 자율주행자동차 제작안전 가이드라인」에서 자율주행시스템은 운행 가능 영역 내 다양한 도로, 교통 및 환경조건에서 주변의 통행 객체를 인지하여 제반 법규 위반이나 사고위험이 없도록 판단 및 제어를 수행하며, 이를 위해 객관적이고 충분한 확인 및 검증절차를 수행하도록 권고하고 있다.

자율주행자동차 도로주행 테스트(토픽9)에 대해서는 「자율주행자동차의 안전운행요건 및 시범운행 등에 관한 규정」행정예고에서 자율주행차 유형을 기존 자동차 형태의 자율주행차와 운전석이 없는 자율주행차, 그리고 사람이 탑승하지 않는 무인 자율주행차로 세분화하고, 유형별 맞춤형 허가요건을 신설하였다. 「레벨4 자율주행자동차 제작안전 가이드라인」에서는 주행상황 대응, HMI, 비상 대응, 충돌 안전 및 사고 후 시스템 거동, 데이터 기록장치에 관한 내용을 권고하고 있다.

센서 시스템(토픽10)에 대해서는 「레벨4 자율주행자동차 제작안전 가이드라인」에서 자율주행자동차의 센서 수신 장애 위험을 최소화하고 비정상적인 메시지에 대한 식별 및 대응방안을 수립할 것을 권고하였다. 그리고 레이더 센서와 안개 센서를 통해 도로상황 및 교통상황과 도로기상정보를 수집하고 환경인지 센서를 통한 안전정보의 우선순위와 시스템 제어를 위한 선택적 반영에 대해 권고하고 있다. 마지막으로 자율주행자동차 충돌 후 차량 수리, 정비 후 센서 위치 변경 등으로 인해 발생할 수 있는 시스템 오류를 방지하기 위하여 제작사가 정비 매뉴얼, 센서 교정 절차 등을 마련할 것을 권고하고 있다.

사이버보안 위험(토픽11)에 대해서는 「자동차 사이버보안 가이드라인」에서 승용자동차, 승합자동차, 화물자동차, 특수자동차, 전자제어장치가 장착된 피견인 자동차에 대해 사이버보안 위험평가 절차, 보안 조치 절차, 검증절차를 통해 보안을 확보할 것을 권고하고 있다.

도심부 모빌리티 서비스(토픽12)에 대해서는 「레벨4 자율주행자동차 제작안전 가이드라인」에서 자율협력주행시스템은 안전서비스 항목을 지속해서 개발 및 표준화하여 자율주행

시스템의 안전운행을 지원하고 다양한 돌발상황 및 위험 상황에서 자율주행자동차의 안전성을 높일 것을 권고하고 있다.

국내의 안전규제체계 수준을 분석한 결과 토픽 대부분은 안전규제 체계 내에서 관리되고 있었으나 사물지능 문제와 사이버보안 위험 그리고 개인정보보호 토픽은 가이드라인 수준에서 규제되고 있는 것으로 나타났다. 기술의 발전속도를 생각해 볼 때 위험성과 불명확성을 최소화하기 위해서는 법 제도적 장치가 추가로 필요할 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구에서는 토픽 모델링 알고리즘을 사용하여 자율주행자동차 안전위험 관련 뉴스 1,001건을 분석하여 토픽을 도출하였다. 뉴스에 등장하는 단어들을 통해 자율주행자동차 안전위험 관련 이슈들을 도출하고 의미를 해석하였으며 도출된 토픽들을 활용하여 자율주행자동차 안전규제체계의 수준을 분석하고 시사점을 제시하였다.

토픽 모델링을 수행한 결과 자율주행자동차 도로주행 테스트 중에 발생하는 위험과 개인정보와 사이버보안 위험 그리고 사람과 기계와의 커뮤니케이션에서 발생할 수 있는 위험들에 대한 이슈가 도출되었고 플랫폼 설계, 자동주행시스템, 센서 시스템, 보행자 충돌 안전 관련 이슈도 존재하였다. 마지막으로 사고 책임과 보험 그리고 안전규제와 표준 제정에 대한 이슈도 도출되었다.

도출된 토픽과 자율주행자동차 안전위험 관련 안전규제체계와 대응시켜 비교한 결과 국내 안전규제체계는 자율주행자동차 안전위험 이슈에 적절하게 대응하고 있는 것으로 확인되었다. 하지만 사고 책임 관련 이슈를 해결하기 위해서는 자동차 손해배상 보장법의 세분화가 필요하고 인공지능과 개인정보 관련 토픽은 가이드라인 수준에 머물고 있어 자율주행자동차 안전운행을 위한 법적 정비가 필요하다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 뉴스 기사 텍스트를 활용하여 자율주행자동차 안전위험을 둘러싼 다양한 이슈들을 발견하였다. 둘째, 도출된 토픽을 활용하여 국내 자율주행자동차 안전규제체계의 대응수준을 파악하여 기존 토픽 모델링 연구의 활용범위를 확대하였다는 데 학술적 의의가 있다. 셋째, 정책적으로 자율주행자동차의 안전성 확보가 중요한 시점에서 자율주행자동차의 위험요소를 완화하고 자율주행자동차 안전규제체계 마련에 필요한 기초자료를 제공하였다.

본 연구는 다음과 같은 한계점 및 향후 연구 방향을 제안한다. 첫째, 본 연구는 자율주행자동차 안전위험 관련 이슈를 규명하기 위해 텍스트 데이터의 범위를 언론 매체의 뉴스로 한정하여 분석을 수행하였다. 따라서 결과의 일반화 측면에서 신중해야 할 것이며, 기술문서, 연구논문, 특허 등과 같은 다양한 데이터를 함께 수집하여 연구를 진행하면 통합적 이슈 도출 및 비교연구가 가능할 것이다. 둘째, 본 연구는 자율주행자동차 안전

위험과 관련되어 나타난 현상을 발굴하고 안전규제체계와 비교했다는 측면에서 의의가 있지만, 자율주행자동차 안전위험 이슈에서 자율주행 단계, 차량 종류 등을 구분하거나 자율주행 기술을 세분화하여 안전위험 이슈를 도출하고 안전규제체계와 검토하는 작업이 필요하다.

참고문헌

[1] J. W. Jeong, J. M. Lee, and S. Y. Choi, "Analysis of news regarding the disabled labor using text mining techniques," *Korea Foundation of Differently Abled*, pp.48-100, Nov 2018.

[2] SAE International, J3016 : Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, SAE International, Warrendale: PA, June 2018.

[3] H. Gebauer, and J. Reynoso, "An agenda for service research at the base of the pyramid," *Journal of Service Management*, Vol.24, No.5, pp.482-502, Oct 2013.

[4] A. Helkkula, C. Kelleher, and M. Pihlström, "Characterizing value as an experience: implications for service researchers and managers," *Journal of Service Research*, Vol.15, No.1, pp.59-75, Jan 2012.

[5] K. Y. Park and H. J. An, "The Topic Modeling Analysis of The DMZ Tour Issues Using Text Mining," *Journal of Tourism and Leisure Research*, Vol.31, No.4, pp.143-159, Apr 2019.

[6] S. Y. Yoon. and D. K. Yoon, "A Trends Analysis on Disaster and Safety Management using Topic Modeling," *Journal of Korean Society for Geospatial Information Science*, Vol.25, No.3, pp.75-85, Sep 2017.

[7] S. G. Lee, "A Study on the Trends of Construction Safety Accident in Unstructured Text Using Topic Modeling," *Journal of Korea Academia-Industrial*, Vol.19, No.10, pp.176-182, Oct 2018.

[8] S. M. Kim, "Analysis of Press Articles in Korean Media on Online Education related to COVID-19," *Journal of Digital Contents Society*, Vol.21, No.6, pp.1091-1100, June 2020.

[9] D. Newman, J. H. Lau, K. Grieser, and T. Baldwin, "Automatic evaluation of topic coherence," *In Human language technologies: The 2010 annual conference of the north american chapter of the association for computational linguistics*, Association for Computational Linguistics, pp.100-108, June 2010.

[10] J. H. Lee and W. Y. Kil, "News agenda classification and media diversity analysis using topic modeling - Based on news on the Presidential New Year Press Conference," *Korean Journal of Broadcasting and Telecommunication Studies*, Vol.33, No.1, pp.161-196, Jan 2019.

[11] R. Arun, V. Suresh, C. V. Madhavan, and M. N. Murthy, "On Finding the Natural Number of Topics with Latent Dirichlet Allocation: Some Observations," *In Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Springer, Berlin, Heidelberg, Vol.6118, pp.391-402, 2010.

[12] T. Y. Cho, J. K. Lee, C. M. Choi, E. J. Lee, C. K. Lee, Y. H. Yoon, Y. S. Kwon, D. K. Ryu, H. K. Lee, S. H. Yoon, Y. C. Yoon, K. J. Yong, K. S. Lee, K. P. Kang, S. W. Cho, K. S. Cho, I. S. Choi, S. T. Kwon, Y. S. Kim, J. W. Kim, B. J. Moon, E. Y. Lee, and B. C. Cho, Level 4 Autonomous Vehicles Manufacturing and Safety Guideline, Sejong City, Dec 2020.

[13] C. K. Lee, J. K. Lee, E. J. Lee, S. W. Cho, S. S. Kim, E. Y. Lee, and S. U. Eum, Automobile Cybersecurity Guideline, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Sejong City, Dec 2020.

[14] C. K. Lee, J. K. Lee, E. J. Lee, K. Y. Hwang, J. I. Song, M. H. Kang, Y. J. Cho, U. S. Lee, J. G. Shin, Y. W. Yoon, J. H. Kim, S. W. Cho, K. S. Cho, K. O. Kim, Y. J. Moon, and S. A. Cho, Ethical Guideline of Autonomous Vehicles, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Sejong City, Dec 2020.



김길래(Gil-Lae Kim)

1994년 : 광운대학교 전자재료공학과(공학사)

2000년 : 한림대학교 대학원(경영학석사)

2006년 : 서울시립대학교 대학원(경영학박사)

2001년~2004년 : 한국컨벤션전시산업연구원 연구원

2005년~2008년 : 서울시립대학교 외래강사

2014년~2018년 : 건국대학교 글로벌캠퍼스 겸임교수

2020년~현재 : 마이스메트릭스 기술연구소장

※관심분야 : 자율주행자동차, R&D 성과관리, 정보시스템, MICE 등