

## 토픽모델링과 네트워크 분석을 이용한 자율 주행 윤리 연구 동향 분석

김강민<sup>1</sup> · 임희정<sup>2\*</sup><sup>1</sup>전남대학교 데이터사이언스 대학원 공공데이터분석센터 석사과정<sup>2\*</sup>전남대학교 데이터사이언스 대학원 공공데이터분석센터 교수

## Ethical Trends in Autonomous Driving using Topic Modeling and Network Analysis

Kang-Min Kim<sup>1</sup> · Hoi-Jeong Lim<sup>2\*</sup><sup>1</sup>Master's Course Researcher, Graduate school of Data science, Public Data Analytics Center, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea<sup>2\*</sup>Professor, Graduate school of Data science, Public Data Analytics Center, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

### [요약]

영화 ‘아이 로봇’에 나오는 것과 같이 자동으로 운전해주는 자율 주행은 언제쯤 상용화될까? 아직 실현되기에는 어렵다는 것이 다수의 의견이다. 여기서 대표적인 문제가 윤리적 이슈이고, 자율 주행 인공지능이 사람만큼 올바른 선택이 가능한지가 윤리 문제의 주안점이다. 본 연구는 4가지 전자저널 데이터베이스(DBpia, e-article, KISS, LawnB)에서 “자율 주행 윤리”를 키워드로 검색하여 KCI(Korean citation index)에 등재된 인문사회계열 196편의 논문을 추출하였다. 자율 주행 윤리가 학계에서 본격적으로 연구된 2016년부터 2023년 5월까지 최근 7년간의 논문 텍스트 데이터의 키워드 1,647,723 (논문마다 약 8,406개)개를 LDA(Latent Dirichlet Allocation)를 이용한 토픽모델링을 수행하였다. 이를 통해 총 13개 분야로 주제를 나누었으며, 딜레마, 노동권, 해운 운행 등이 등장했다. 이후 네트워크 분석을 통해 지각, 인지, 사건, 주행 등으로 관련된 딜레마 주제를 확인했다. 본 연구는 자율주행 윤리 주제들을 검증된 논문들을 정리하여 분석하였다는 것에 의의가 있다.

### [Abstract]

The widespread adoption of autonomous driving technology is depicted in the movie “I, Robot.” Though research is in progress, there are challenges in its widespread implementation. The primary ethical issue revolves around whether artificial intelligence in autonomous driving can make responsible decisions like humans. This study extracted 196 papers in the humanities and social sciences that were registered in the Korean Citation Index (KCI) from January 2016 to May 2023. Four electronic journal databases (DBpia, e-article, KISS, LawnB) were searched using the keyword. Latent Dirichlet allocation was performed on 1,647,723 words (approximately 8,406 per article) of text data in articles and the topics were divided into 13 themes. The themes encompassed dilemmas, labor rights, marine navigation, and other related aspects. Subsequently, themes associated with dilemmas, including perception, cognition, events, and driving, were identified through network analysis. This study is valuable as it provides a comprehensive analysis of validated articles focused on the ethical aspects of autonomous driving.

**색인어** : 자율 주행 윤리, 딜레마, 토픽모델링, 네트워크 분석, 융합연구**Keyword** : Autonomous Driving Ethics, Dilemma, Topic Modeling, Network Analysis, Convergence Research<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.1.187>

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 02 December 2023; Revised 01 January 2024

Accepted 10 January 2024

\*Corresponding Author; Hoi-Jeong Lim

Tel: +82-62-530-5790

E-mail: [hjlim@jnu.ac.kr](mailto:hjlim@jnu.ac.kr)

## I. 서론

자율 주행 차량(Automated Vehicle)은 운전 기능의 일부 또는 전체가 무인으로 이루어지는 차량을 말한다. 현재 자율 주행 차량의 기술적 완성도 제고를 위해 첨단운전자 보조시스템과 이동 통신 기술 등이 활용되고 있고 추후 다양한 인공지능 기술들도 활용될 예정이다. 자율 주행 차량 도입의 필요성은 두 가지로 요약될 수 있는데, 하나는 거동이 불편한 교통약자들의 이동에 대한 접근성을 높여 준다는 것이고, 또 다른 필요성은 자율 주행 차량의 이용으로 인하여 안전사고를 감소시켜 준다는 것이다. 오히려 지속적인 노력을 해야 하고 그 이유는 위험하다는 의견을 제시할 수도 있겠지만, 안전사고 감소와 관련하여 현재 발생하고 있는 교통사고의 약 90% 이상이 자의적 판단으로 인한 운전자의 부주의 때문이라고 보고되었다[1]. 세계 교통사고 사망자(135만 명, 2016년 기준) 중 90%인 121.5만 명이 본인의 실수에 기인한 것이라고 할 수 있다[2]. 이런 측면에서 자율 주행 차량의 도입 필요성에 대한 중요한 근거로 활용되고 있다. 현재 기술력으로는 모든 환경에서 운행될 수 있는 완벽한 자율 주행이 실현되기 어렵다. 하지만 자율 주행 기술 발전에 지속적인 노력을 해야 한다. 자율 주행 차량의 이용으로 인한 편익이 다른 비용과는 비교될 수 없기 때문이다[3].

자동차는 사람의 생명과 밀접한 관련이 있는 수단이며, 사고가 발생했을 때 생기는 문제와 예상치 못한 사고 발생위험이 항상 있다. 하지만 ‘자율 주행’이라는 개념이 자동차에 도입되면 윤리적 판단을 인간이 아닌, 소프트웨어가 해야 하는 현실이다. 이런 관점에서 한국 사회에서 최근에 시작된 자율 주행 차량에 대한 윤리적인 논의는 필수적이지만, 결과물로 나온 윤리적 가이드라인은 초보 단계에 있다. 특히 윤리에 대한 사회 문화적, 철학적 개념들의 고려와 기존 한국의 법률까지 고려한 이론 중심의 논의는 매우 드물다[4].

반면 해외에서는 2020년대에 들어서 자율 주행 윤리에 관한 내용이 논문으로 등장했고 대부분 딜레마 상황에 대한 논의들이다[5]. 자율 주행 차량에 있어서 대표적으로 제시되는 피할 수 없는 사고 상황으로는 트롤리 딜레마와 터널 딜레마가 있다. 트롤리 딜레마는 한 명을 죽임으로써 많은 사람을 살리거나, 한 명을 살림으로써 많은 사람을 죽게 내버려 두는 것 중 하나의 선택을 강요받는 상황에서 판단을 내리지 못함을 말한다. 터널 딜레마의 경우, 터널로 진입하여 좁아진 1차선 도로에 어린이가 길을 건너려다 넘어졌을 때를 가정하면, 어린이를 살리기 위해 방향을 꺾어 운전자가 사망하거나, 운전자가 살아남기 위해 어린이를 치는 상황 중 판단을 내리지 못하고 있는 상태를 말한다. 어떤 상황이 더 올바른지를 판단하는 것은 어려운 문제이다. 일반적으로 하는 가치 판단은 적은 인원의 사망, 혹은 미래 가치가 높은 어린이의 생존을 선택해야 한다. 이런 관점이 최대 다수 최대 행복을 추구하는 공리주의적 선택이다. 만약 공리주의에 근거한 의사결정을 한다면 비용-편익 분석(Cost-Benefit Analysis)에 근거하게 되는데, 비용 대비 최대 이익을 보장하는 선택이 공정함 또는 인권이라는 관점에서 꼭

옳은 것은 아니다[6].

본 연구에서 ‘자율 주행 윤리’의 연구동향 분석을 위해 해당 주제를 키워드로 선택하고 해당 키워드의 KCI 등재 학술논문 본문 데이터를 정량적으로 분석하고자 한다. 다양한 논문에서 언급된 윤리관을 분석하기 전에 학술 논문 데이터를 활용하여, 국내 연구논문 중에 ‘자율 주행 윤리’라는 키워드를 포함한 논문 전문을 LDA 토픽모델링과 네트워크 분석을 시행하였고, 이후 논문별, 주제별, 단어 간 특성을 분류하여 시각화를 구현하였고, 결과물 해석을 위한 정성 평가를 시행하였다.

## II. 자율 주행 윤리와 선행 연구

### 2-1 자율 주행 윤리와 딜레마

자율 지능 시스템(자율 주행 시스템도 포함)의 알고리즘 편향성은 인지, 정보처리, 결정하는 과정에서 나타날 수 있고, 소프트웨어가 발전하는 과정에서 판단과 의사결정이 기능 위주였던 과거와 달리 인간 사회의 가치를 반영하고 있다. 이런 소프트웨어 알고리즘이 학습시키는 데이터에 대한 윤리적 요소가 점점 이슈화되고 있다. 인공지능이 학습하는 과정에서 이용되는 데이터에 사회의 편견과 차별 요소가 등장하는 경우, 왜곡된 가치관이 인공지능 시스템에 반영될 수 있다[7]. 이런 문제를 해결하기 위해선 알고리즘과 대상의 학습 데이터를 면밀히 분석하는 것이 요구되고, 이를 확인할 수 있는 새로운 기술적 검증법과 개발이 필요하다[8].

영화 ‘아이 로봇’에서는 주인공 윌 스미스가 운전석에 앉아 목적지까지 자율 주행 차량으로 편안하게 이동하는 장면은 인상적이었다. 이 시스템은 목적지를 설정한 후에는 스스로 주행을 수행하며, 운전자는 주의를 기울이지 않아도 된다. 자율 주행이 보편화된 사회에서 반항아로 나온 주인공이 자율 주행을 믿지 않는 장면에서 자율 주행이 일반화된 미래 사회의 기술 발전과 자동화 수준을 살펴볼 수 있다. 과연 영화 속 주인공의 의심이 정당하지 않은 것일까?

최근 테슬라는 코드 없이 자율 주행이 가능한 FSD(Full Self Driving) 버전 12를 선보였다. 이를 통해 주행 명령 코드를 입력하는 대신 AI(Artificial Intelligent)가 스스로 영상을 통해 학습하고 스스로 판단할 수 있다. 테슬라 대표 일론 머스크는 차량이 전송해오는 방대한 주행데이터 중 윤리적이고 피해를 작게 하는 운행 데이터를 선별하는 학습이 앞으로의 과제라고 말하였다[9].

영화 속 모습 같은 Table 1의 레벨 3 이상의 자율 주행 시스템 상용화에는 상황에 대한 윤리적인 고려사항이 필요하다. 상황을 가정하고 사고(思考)실험을 한 후에 발생할 수 있는 문제가 레벨 3 이상의 자율 주행에 적용될 것이다. 급발진과 같은 차량 작동과 예상 불가 상황에서 발생하는 인명사고에 대해 사회적 합의, 윤리적 올바름 등이 쟁점으로 부각 된다.

표 1. 자율주행 수준

Table 1. Autonomous driving level

Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
None	Feet-off	Hands-off	Eyes-off	Mind-off	Totally-automate
None	Driver assistance		Autonomous Driving (ADS)		

Definition of road vehicle driver automation systems' standard (ISO TC204/WG14, SAE J3016)\*

Society of Automotive Engineers\*

자율 주행 차량의 윤리적 문제를 논의하기 위한 고전적인 예시 중 첫 번째가 트롤리(Trolley) 딜레마다. “트롤리가 선로를 따라 달려오고, 선로에는 다섯 명의 사람이 있다. 운전자는 선로 밖에 있고, 옆에는 상당히 무거운 사람이 서 있다. 다섯 사람을 구하는 유일한 방법은 옆에 있는 사람을 선로 위로 밀쳐서 그 무게로 트롤리를 멈추게 하는 것이다. 그러나 이 경우 트롤리는 멈춰도 옆의 사람은 죽게 된다.” 이것은 도덕적으로 옳은 선택인가에 대한 윤리적 딜레마를 제시한다. 이 상황에서 누군가의 희생은 불가피하다. 어떤 이를 선택할 것인가에 대해 행동의 도덕성은 행동의 결과에 근거하기보다는 일정한 규칙에 따라 행동 자체가 옳고 그른가를 근거해야 한다는 규범적 윤리의 의무론과 공리주의의 상충이 나타날 수 있다[10].

의무론은 종종 단순한 의무를 강조하고 다른 중요한 윤리적 고려사항을 간과하는 것을 말한다. 의무론으로 인해 ‘살인은 옳지 않다’라는 명제처럼 단순한 의무를 강조하고 다른 중요한 윤리적 고려사항을 간과한다. 트롤리 딜레마를 보면 무거운 사람을 선택해서 많은 사람을 구할 수 있지만, 결국 무거운 사람도 다수의 사람도, 살인을 피해야 하는 의무에 묶여 선택하지 못하게 되는 것이다.

두 번째로, 자율주행 차량의 경우로 확장해서 사람만의 윤리에 의존하는 것이 아닌 자율 주행 차량이 도덕 행위자(MA: Moral Agent)가 되는 측면에서도 고려해야 하는 상황을 살펴볼 수 있는 예시가 있다. 터널 딜레마를 살펴보면, 자율 주행 차량이 아이를 치거나 터널 옆의 양 벽면 중 하나로 돌진해 탑승자를 죽게 한다. 어떤 선택을 해야 하는가는 상당히 어려운 문제이다. 여기서는 자율 주행 차량이 과연 사람보다 나은 결정을 할 수 있는가 하는 의문이 남는다. 이러한 기준은 외부적으로는 기술적인 학습방식 문제로 보일 수 있지만, 실제로는 윤리적 선택과 결정의 문제로 연결된다[11].

자율 주행 차량의 윤리적 의사결정은 인간의 도덕적 판단에 따라 이루어져야 한다. 이러한 관점에서 자율 주행 차량은 자체적으로 도덕적 결정을 내리는 인공적 도덕 행위자(AMA: Artificial Moral Agent)로서 역할을 한다. 이를 위한 접근법에는 하향식과 상향식 그리고 이 둘을 합친 절충식 해결책이 있다. 하향식 접근법은 구체적인 윤리 이론을 선택한 다음, 이 이론을 구현할 수 있는 계산적 알고리즘과 시스템 설계를 개발하는 방식이다. 이를 위해서는 기존의 윤리 이론과 철학적 사상을 검토하고 적용해야 한다. 상향식 접근법에서는 도덕 행위자

로 설정된 소프트웨어가 다양한 윤리를 학습시켜 습득하는 방식을 제안한다. 하지만 윤리 논문 데이터를 소프트웨어에게 학습시키는 방식의 시도는 거의 없었다. 절충식 해결책은 상향식과 하향식을 병렬적으로 결합한 방식으로, 데이터와 윤리 가이드라인을 함께 활용한다[5].

## 2-2 토픽 모델링과 네트워크 분석 선행연구

토픽모델링을 이용하면 방대한 텍스트 데이터를 대상으로 객관적인 분석이 가능해지고, 각 분류에 따라서 연구의 주제와 방향성을 다각도로 확인해 볼 수 있다. 연구 동향 분석에 토픽 모델링 기법을 사용한 예는 다음과 같다. 대표적으로 특정 학술 분야에서 논문들을 중심으로, 본 연구와 유사하게 진행되는 분석들이 있다. 예시로 김태경의 논문은 국내 7개 논문을 중심으로 산업공학 핀테크 분야의 세부적인 주제 분류를 하였고, 상층 추세의 Hot 토픽으로는 모바일 결제, 금융 데이터분석, 온라인 상거래가 도출된 반면, 하락 추세의 Cold 토픽으로 주택담보대출, ATM, 신용카드 결제, 주식/펀드 분야의 기술이 도출되었다. 영문 초록을 정보를 기반으로 하여 최신 연구 동향을 살펴보기 위해 LDA토픽모델링 기법을 활용하였다. 산업공학 분야의 세부적인 주제를 파악하고, 연구 동향이 변화하는 양상을 알아냈다는 것에 의의가 있었다[12].

다른 방법으로 네트워크 분석방식으로 시각화하고, 이후 시계열 순으로 특정 데이터를 나열하고 LDA 토픽모델링 분석할 수 있다. 이 방법을 활용하여 소비자 의견을 신속히 파악하고 즉각적 의사결정을 지원하는 것이 가능한 결과물을 만들어 낼 수 있다. 예시로 온라인 서점 사이트에 나와 있는 소개 글을 크롤링하고, 순수 문학과 장르 소설의 구분을 하고 난 후 각 분야에서 1,155권에 대한 소개 글과 서명, 저자, 출판연도 등의 다방면의 텍스트 형식의 데이터를 수집, 분석했다. 많은 양의 소설책에서 자동으로 토픽 키워드를 추출하고 주제별로 분류해서 소설책을 보여줘 구매자가 원하는 이야기별로 소설을 탐색하는 방안을 제시했다[13].

네트워크 분석은 텍스트로 구성된 문서나 문헌에서 단어를 추출한 후, 단어 간의 동시 출현 빈도표 작성하여 각 단어나 개념 쌍 간의 동시 출현 빈도를 계산하여 표나 행렬로 정리한다. 이것은 동시 출현 빈도 행렬(co-occurrence matrix)이라고도 한다. 동시 출현 빈도 행렬을 기반으로 통계적 분석을 수행한다. 대표적으로는 상호정보량(Mutual Information), 카이제곱 통계치(Chi-square statistic), 두 변수 간의 연관성을 나타내는 지표 등을 사용할 수 있다. 이를 근간으로 문서나 문헌의 텍스트에 내재 의미를 분석하는 기법이다[14]. 이 분석은 문서나 문헌의 텍스트 속의 의미구조를 이해하고 구분을 잘하기 때문에 다양한 분야의 변화와 트렌드 분석 등을 시도할 때 많이 활용되고 있다. 이 방식은 패턴의 시각화에도 유리하다[15].

이러한 내용으로 토픽모델링과 네트워크 분석은 연구의 동향, 트렌드 연구에 흔히 사용되는 방법론이다. 대부분 R을 통해

구현한 코드를 이용한 논문이 다수 있었지만, 본 연구에서는 모델 구현에 python(3.1)을 이용하였다.

### III. 연구 방법

#### 3-1 1단계 (Step 1)-데이터 수집 및 분류

본 연구에서는 자율 주행 자동차와 관련된 윤리와 가치, 철학 등의 주제에 초점을 맞춘 논문을 수집하기 위해 KCI등재 기준을 충족하는 데이터베이스인 DBpia, e-article, KISS (Koreanstudies Information Service System)를 활용하였으며, 법률 논문 전문 DB인 LawnB에서도 자료를 수집하였다. 수집 대상은 해당 주제와 관련성이 작은 단순 교통사고 판례분석 관련 법률 논문은 제외하였다.

분석 대상 데이터는 자율 주행 윤리 연구가 KCI 논문이 등장하기 시작한 2016년 1월 1일을 기준으로 하여 2023년 5월 30일까지 약 7년 동안의 KCI 등재 학술논문에서 '자율 주행 윤리' 키워드가 등장한 272편의 논문들을 모두 수집하였으며, 중복되는 논문 51편을 제외하고 총 221편의 논문이 추출되었다.

이 중 공학 논문 중에서는 '자율 주행 윤리'를 언급만 하고 구체적으로 논의하지 않은 12편을 제외하였으며, 사회과학, 인문학, 법학, 공학 정책학 분야의 논문 중에서 자율 주행 혹은 윤리를 언급하긴 했지만, 정책보고서나 공학 시뮬레이션을 위한 논문 8편을 제외한 후, 201편의 논문으로 분류되었다. 마지막으로 소제목에서 윤리 단어가 들어있지 않은 논문 5편도 본문 확인 후 제외하여, 최종적으로 196편의 논문을 대상으로 분석하였다(그림 1).

그림 1. 자율주행 인공지능 관련 윤리 딜레마  
Fig 1. Ethical dilemmas related to AI decision

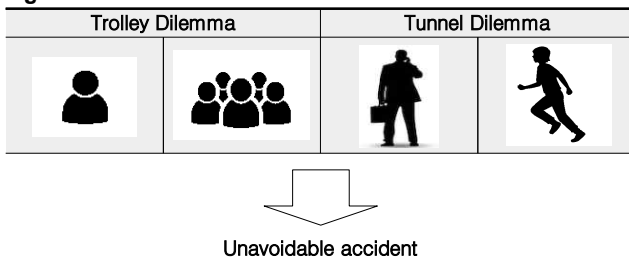


표 2. 자율주행 윤리와 관련된 KCI 논문 학제별 비율  
Table 2. Proportion of KCI papers related to autonomous driving ethics

Research	Humanity	Social science	Engineering	Complex study	Art	Total
Number of papers	53	90	7	43	3	196
Proportion	0.27	0.46	0.04	0.22	0.01	1

본문 전체 텍스트를 분석한 두 가지 이유가 있는데, 첫 번째로 최근 중점적으로 다루게 된 분야인 '인공지능 윤리'의 특성상 논문 데이터양이 많지 않다. 두 번째로 인문학이라는 학문의 특성상 논문 초록만을 가지고 논문이 의도하는 바를 정확히 파악하기에 부족함이 있어 본문 전체에서 단어와 문맥상 의미를 알아내는 시도가 필요하기 때문이다[25].

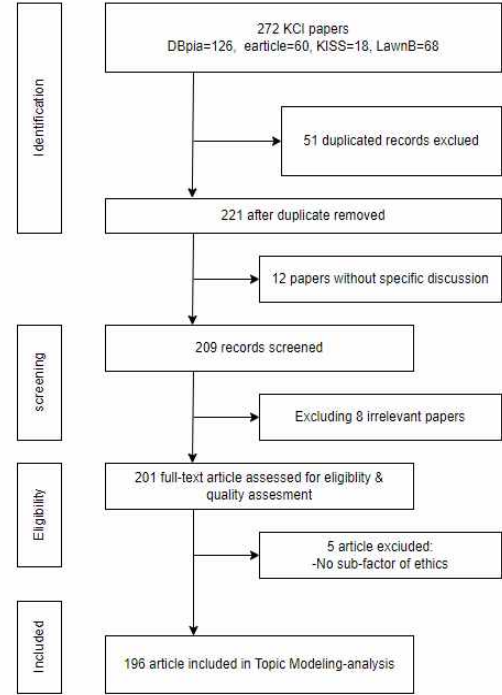


그림 2. 논문 추출 순서도  
Fig. 2. Flow diagram of study selection

표 3에서 '자율 주행 윤리' 연구 논문 196편의 분야별 비율을 살펴보면 사회과학 분야는 90편으로 가장 많은 연구가 이루어지고 있으며 전체 연구 중 46%를 차지하고 있었다. 이는 자율 주행과 관련된 사회와 인간 행동, 사회적 현상을 활발하게 연구되고 있다는 것을 시사한다. 둘째로, 인문학 분야는 53편으로, 전체 연구의 27%를 차지하고 있다. 윤리, 사상, 역사 등 인간의 창의성과 도덕적 본질 관련 연구를 포함하며, 관련 연구가 이루어지고 있음을 나타낸다. 셋째로, 복합 연구 분야는 43편으로, 연구 분야 중 22%를 차지하고 있다. 이 분야는 자율 주행 관련해서 한 가지 학문의 관점이 아닌 2개 이상의 학문의 시각으로 문제 해결방안을 제시하고 있다. 이를 통해 윤리 관련 주제를 복합적으로 바라보고 다양화하는 것에 중점을 두었다. 넷째로, 공학 분야는 7편으로, 전체 연구 중 4%를 차지하고 있다. 공학 연구는 자율 주행 기술에 중점을 두고 있고, 상대적으로 윤리 관련 연구는 적게 연구되고 있다. 마지막으로, 예술 분야는 3편으로, 전체 연구의 1%를 차지하고 있다. (Table 3)



**표 3. 토픽과 상위 5개 키워드**  
**Table 3. Top-5 keywords of the topic**

	Topic	Keywords
1	Open subjectivity	Diversity, China, Buddhism, Ideology, construction
2	Respect for life	Existence, Judgment, humanity, human rights, France
3	Autonomous driving labor	Labor, Worker, Integration, company, workforce
4	Dilemma	Decision, choice, trolleys, safety, human life
5	Foreign law	USA, UK, Germany, innovation, legislation,
6	Detailed topic classification	Researcher, University, graduate school, classification, thesis
7	Public institutions and administration	Procedures, Officials, regulations, divisions, agencies
8	Convergence philosophy	Trans, Convergence, control, environment, interdisciplinary
9	Social connection	Relationship, Group, Pedestrian, Responsibility, Cluster
10	Covid-19	corona, Discipline, means, quarantine, distance
11	Autonomous driving of sea transport	Ship, accident, navigation, chart, route
12	Developer ethics	Algorithm, true, false, authenticity, correctness
13	Insurance processing and ethics	Insurance, regulation, compensation, accidents, human life

**3-2 2단계 (Step 2)-토픽모델링과 네트워크 분석**

논문 내용을 중심으로 텍스트 분석을 진행한다. 텍스트마이닝 분석을 위해 수집된 텍스트 데이터를 형태소 단위의 분리하고 형태소에 대한 품사 결정 과정을 진행했다. 토큰화와 형태소 분석을 진행 후 일반적인 LDA 텍스트 마이닝 절차를 진행하였다. 이후 기본적으로 python 패키지에 들어있는 한글 불용어 처리 대상에 들어가는 주어, 전치사, 조동사, 부사 등은 삭제했다.

추가로 불용어(stopwords) 리스트로 자율 주행 윤리 주제에서 일반화된 단어(자율 주행, 윤리, 인공지능)와 윤리, 철학 주제와 크게 연결점이 없는 단어들을 만들어 불용어를 삭제하는 과정을 수행했다. 해당 불용어 리스트 중에는 단순한 연결사가 가장 많고, 이외에도 일상적인 개념을 보여주는 단어들이 포함되어 있다. 대표적으로 ‘법’ 자체를 나타내는 단어(법, 법률 등), ‘디지털 기술’ 자체를 의미하는 단어(Information Technology, 디지털, 사이버 등), ‘형이상학적’인, 다시 말해 개념적인 단어 중 유의미하지 않은 단어(생각, 관념, 현상 등)는 제외하였다.

이후 LDA 모델을 설명하면, 주어진 논문 텍스트를 변환해 변형이 쉬운 인덱스를 사용하지 않는 자료구조로 만든다. 이 구조를 통해 단어 사전(Dictionary)을 생성하고, 이 단어 사전으

로 각 단어의 고유한 ID와 해당 단어를 매핑하였다. 말뭉치로 주어진 텍스트 속 단어에 각각 고유한 ID를 할당하였다. 리스트로 변환한 뒤 문서 내 각 단어를 해당 단어의 ID와 빈도수와 연결하였다. 이를 행과 열로 구성한 문서-단어 행렬을 만들었다. 이 행렬을 이용해 LDA 모델을 생성하고 훈련 시켰다.

LDA는 각 문서를 여러 개의 토픽으로 구성되어 있다고 가정하고, 각 토픽은 단어들의 확률 분포를 가지고 있다고 가정한다. 본 연구에서는 논문 텍스트 데이터가 윤리 철학 분야 관련 주제를 다루고 있다는 것을 보여준다. 단어(Words)와 토픽(Topic)간의 관계는 LDA 모델의 중심 기능이다. 각 토픽은 단어의 분포를 보여준다. 이는 특별한 주제의 카테고리 안에 포함된 단어가 많이 나타날 것을 예측한다. 예를 들어, "노동자", "인권", "노조"와 같은 단어는 "노동권"이라는 토픽과 상관성이 높을 것이다. LDA 모델은 논문의 문서 집합에서 어떤 토픽이 존재하고, 각 논문이 어떤 토픽을 특정 비율로 포함하는지 예측하는 것을 목표로 한다. 이 모델은 Gibbs 샘플링을 사용해서 모델을 학습하고 추론한다. 이러한 방법을 사용하여 문서의 토픽 분포 및 단어의 토픽 할당된 비율을 알 수 있다.

상위단어에 주제별로 저장하고 이 리스트를 순회하여 학습하게 하여 인덱스와 해당 주제의 상위단어 목록을 얻었다. 주제의 이름을 생성하고, 인덱스에 1부터 시작하는 번호를 만들어서 주제-상위단어를 노드로 그래프에 추가하였다. 각 토픽은 그래프에서 노드로 표현되고, 각 주제의 상위단어를 순회하면서, 주제-단어 간의 연결선을 추가하여 네트워크를 형성하였다.

네트워크 분석은 단어들 사이 관계를 기반으로 연결성의 정도를 측정하는 것이 중요한데, 그 척도의 대표가 중심성(centrality)이고, 본 연구에서는 연결 중심성을 이용해서 그래프를 구성하였다[16].

**3-3 3단계 (Step 3)-시각화**

결과물을 Matplotlib package를 이용하여 토픽별 단어를 확인 가능한 word-cloud(그림 3)를 만들었고, 이후 pyLDavis package로 토픽별 단어들을 확인하였다. 추가로 주제별로 기여도를 확인하기 위해 히트맵(그림 4)을 그렸고, 전체 논문 비중에서 각 주제가 차지하는 비율을 막대그래프(그림 5)로 구현했다. 토픽 간 연결성을 확인하기 위해서 각각 토픽들을 노드로 토픽-네트워크(그림 6)와 상위 8개 단어와 토픽을 노드로 설정한 토픽-단어 간 중심성 네트워크(그림 7). 상위 20개 단어로 단어 간 중심성 네트워크(그림 8)를 그렸다.

**3-4 4단계 (Step 4)-정성분석**

정성적 근거가 될 수 있는 철학, 윤리학, 법학 논문들을 참고하여 토픽을 분류하였다. LDA 토픽모델링 결과물로 나온 상위 단어를 확인하고 해당 분야 논문을 찾아서 어떤 주제에 적합한지 평가하였다.

#### IV. 분석 결과

##### 4-1 토픽 분류 결과

텍스트마이닝 분석을 위해 수집된 자율 주행 윤리 관련한 논문 본문 데이터를 말뭉치(corpus)로 변환하고, 본 연구에서는 LDA 토픽 모델링에 적합한 토픽의 개수를 정하기 위하여, Python의 Gensim을 활용하여 일관성 점수(coherence score)를 계산하였다. 일관성 점수는 토픽모델을 판단하는 지표로 값이 클수록 해당 토픽이 의미론적으로 일관성이 있는지를 보여주고 있다[16]. 그림 3는 토픽 수에 따라 일관성 점수가 변화하는 것을 보여준다. 토픽 수가 13개인 지점에서 일관성 점수가 0.553으로 가장 높았다. 따라서 해당 점수를 가장 적절한 토픽의 개수로 설정하였다. 토픽을 지정할 때 각각 토픽에서 출현 빈도수를 기준으로 상위단어들을 확인하고, 상위권에 나타난 단어를 중심으로 전체 토픽의 특성을 이해할 수 있었다[17].

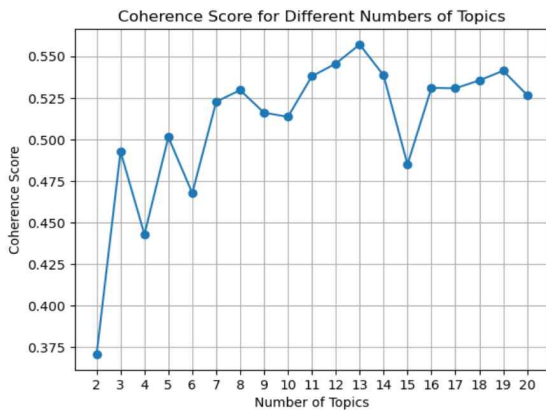


그림 3. 토픽별 일관성 점수

Fig. 3. Evaluation of coherence scores across various topics



\*Since this is the outcome of Korean text analytics, the use of Korean notation is inevitable.

그림 4. 토픽별 워드클라우드

Fig. 4. Wordcloud by topic

상위단어들을 워드 클라우드로 토픽 1에서 13까지 구현하면 그림 4와 같다. 해당 그림을 확인해 보면 13개의 워드 클라우드가 등장하는데, 지각, 위험, 판단, 의무 등 딜레마와 관련한 단어들이 다수 등장하고 딜레마 상황에서 판단을 어떻게 하는지에 대한 논의가 대부분임을 확인할 수 있는 결과물이 나왔다.

##### 4-2 토픽모델링 분석 결과

LDA 결과물에 따르면 토픽 1은 중국과 부처라는 단어가 추출된 것으로 보았을 때 중국의 불교 철학 혹은 동양사상 주제 내에서 자율 주행을 하는 인공지능을 도덕적 주제(AMA)로 설정하고, 고정된 주체성(subjectivity)을 가지지 않는다고 본다. 공성 즉 비어있기에 채울 수 있는 열린 주체성을 통해 인간이 판단하는 것보다 훨씬 합리적인 선택을 할 수 있는 환경이 만들어졌다는 것을 알 수 있다[18]-[20].

토픽 2의 경우에는 생명과 이해관계 그리고 형사재판에 대한 단어들이 등장한 것으로 보아 딜레마적 상황에 대한 생명과 인권 사상 특히 기본권과 관련한 사상들을 제시해주는 논문들이 대거 등장했음을 알 수 있었다. 토픽 중 가장 높은 비중을 차지하고 있기도 하다. 형사재판 상황에서 피할 수 없는 사고를 자율 주행이 일으켰다고 할 때 과연 자율 주행 인공지능을 인격체로 인정할 수 있는가는 명확히 구분할 수 있는 문제가 아니다. 하지만 아시모프의 로봇 원칙에 의해 자율 주행 차량은 딜레마적인 상황에서 경제적 손실보다는 인간의 생존과 안전을 우선으로 해야 한다는 의견이 존재한다[21],[22](그림 4).

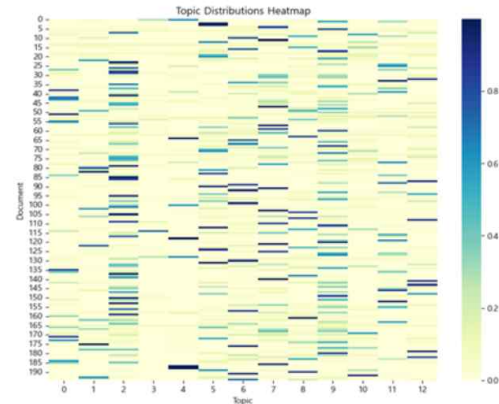


그림 5. 토픽 기여도에 따른 히트맵

Fig. 5. Heat-map of topic distribution

토픽 3의 경우에는 노동과 알고리즘 그리고 수익과 같은 노동에 따른 대가에 관련 단어들이 주를 이루고 있다. 자율 주행이 도입될 경우, 인공지능과 마찬가지로 운전 노동자들의 일자리가 사라지고 운전 노동에 따른 운임으로 수익이 창출되지 않을 수 있다. 이런 문제는 과거 러다이트 운동[23]과 같이 마차 역할을 자동차가 대체했을 때처럼 노동 형태가 바뀌는 결과이다. 새로운 산업의 형태가 등장하면 기존 형태 노동자들은 이를

받아들이지 못하고 폭력적으로 시대의 흐름을 반대하는 경우가 있다. 이런 양자택일의 딜레마에서 노동자들을 대변해줄 사상들을 정리한 논문들이 등장했다[24].

토픽 4의 경우 트롤리와 안전과 같은 단어가 등장한 것으로 보아 트롤리의 딜레마를 기반으로 문제를 다루고 있음을 확인했다. 트롤리 딜레마에서는 도덕적 행위 할 수 있는 인격체를 정의하는 철학자별 의견을 가져와서 도덕 행위자의 책임을 최대한 공정한 방향에서 해결하려면, 행위자라는 개념 자체를 새로 정립하자는 의견이 등장한다[25],[26].

토픽 5의 경우엔 영국과 독일이라는 단어가 등장하고 모델 유형 측정이라는 어떤 문제를 재단하는 단어들이 다수 등장한 것으로 보아 영국과 독일 등 해외 자율 주행에 대한 가이드라인과 법률적인 정의를 확인하고 있다. 독일 예시에서는 칸트의 선의지를 기반으로 한 행위이론을 설명하고 이를 통해 자율 주행 인공지능이 도덕적 행위자와 유사한 지위를 주고 그에 따른 책임을 부여한다는 것을 확인할 수 있었다[27]-[29].

토픽 6은 대학과 대학원 연구라는 단어들이 등장하고 있다. 대학원 및 연구기관에서 인공지능과 자율 주행을 연구하는 과정에서 공학 윤리 적정성 여부와 자율 주행이라는 연구 분야 자체를 소개하는 주제임을 확인할 수 있었다. 대학 내에서 진행되고 있는 자율 주행 데이터 수집 과정, 여기서 실험대상자들의 윤리 규율 준수 등이 소개된 논문들이 있었다. 자율 주행 딜레마를 중심으로 판단 기준들의 분류별 학문 범주를 소개하고 이에 대한 논문들의 현황을 보여주는 주제임을 알 수 있었다[30],[31].

토픽 7의 경우에는 공무원과 규정 그리고 부과라는 단어들이 등장한 것을 확인할 수 있다. 이에 따르면 부과별로 나누어진 정부의 자율 주행 규제사항과 공무원들이 담당하는 부과별 업무들이 너무 나뉘어져 있어서 어려움이 많지만, 통합된 기관의 관리 개선이 가능함을 설명하였다. 추가로 이런 기관의 부재로 인해 자율 주행의 자체적 규제 관리에 대한 어려움과 윤리적 사항들의 법제화에 대해 다룬 논문들의 내용임을 알 수 있었다[32],[33].

토픽 8은 네트워크상 가장 다른 주제들과 거리가 가깝고 토픽 네트워크상 가장 중심에 위치하고 모든 주제와 연결되고 있다는 것을 확인했다. 등장한 단어는 융합, 제어, 환경, 트랜스 등 통합과 관련된 단어들이 다수 등장하였다. 프레임워크의 경우에 다양한 개발언어를 이용한 융합적 환경에서 구현이 편리하고, 자율 주행과 관련한 윤리적 딜레마를 한가지 학제에서 바라보는 것보다는 철학과 윤리학 사회과학 등 다른 학제 간 융합을 통해 해결하고자 하는 의견을 제시함을 알 수 있다 [31],[34](그림 6).

토픽 9는 보행자와 운전자, 사회적 관계, 터널 등의 단어가 등장한 것으로 보아, 터널의 딜레마를 다룬 내용임을 확인할 수 있었다. 개인과 집단을 분류하고, 이후 개인에 해당하는 보행자 즉 자율 주행 차량이 사고 시 피해 대상이 되는 인격체들에 대한 사회구성원들 간에 공유되는 사상적 가치를 다루는 분야이다[35]-[37].

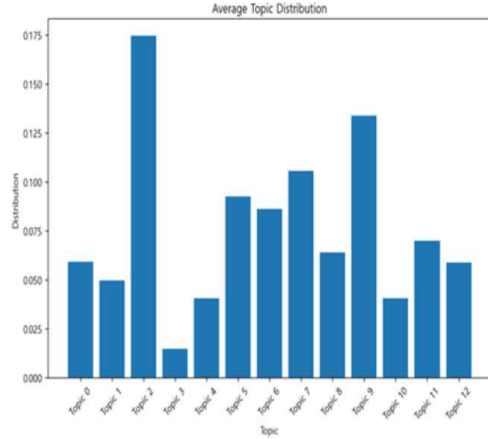


그림 6. 평균 토픽 분포  
Fig. 6. Average topic distribution

토픽 10의 경우에는 코로나19로 인하여 빠르게 변화했던 자율 주행과 인공지능 분야의 윤리를 논의하는 것으로 보인다. 특히 사회적 이슈로 언택트 시대에 가까워졌던 특성상 자율 주행이라는 사람과의 만남이 필요 없는 교통수단의 필요성이 대두되던 시기에 자율 주행이 사회적 연결성을 오히려 이어주고 팬데믹이라는 위기 상황의 답을 제시할 수 있는 해결책이 된다 [38],[39].

토픽 11의 경우에는 해운 관련 자율 주행과 연관된 법률용어들이 다수 등장했다. 해운 운행의 경우 기존에 이미 자율적인 항법 운행을 목적으로 한 이동 통신 기술이[40],[41] 어느 정도 승인되어 있다. 해운 사고 시에 해당 선주와 항해사 그리고 선장의 과실률을 분배하고 화물선의 경우 해당 화물의 특징에 따른 책임소재 관련 논의가 등장했다[42],[43].

토픽 12의 경우에는 자율 주행과 관련한 인공지능 프로그램 개발자가 가져갈 윤리들에 대해 논의가 된 것으로 보인다. 자율 주행 알고리즘의 경우 정해진 답이 있는 경우보다는 환경 안에 다양한 조건들이 등장하고 이에 대해 각각 평가하고 이후 판단과 논의가 필요하다. 개발자는 자율 주행 관련 모델을 만들면서 딜레마를 마주하는 경우가 많다[44].

인공지능은 다량의 정보를 무작위로 흡수하고 이를 통해 딜레마 상황을 선택하는 기준을 만들어간다고 보인다. 단순히 많은 정보를 학습했다고 해서 올바른 선택을 한다는 것은 보장할 수 없다. 특히나 다량의 정보 중 잘못된 경로 혹은 검증되지 않은 정보가 포함된 경우 자율 주행 관련뿐만 아니라 인공지능 전반의 관점에서 보아서도 올바른 선택을 할 수 없다. 대표적으로 인공지능의 편향성 문제가 있다[45],[46].

토픽 13의 경우 보험사의 입장에서 법률적으로 사고 상황에 평가를 할 수 있는 사후 처리와 관련한 내용이 다수 등장했다. 결국 사고 발생 원인의 비중에 따라 보상의 책임소재가 정해진다. 해당 사항에 대해 다양한 논의들이 진행되었는데 대표적으로 대두되는 내용은 자율 주행 기록 사항에 대한 포렌식 분석법 도입의 정당성을 고민하고 있다. 윤리적으로 올바른 결과를



도출하기 위해 개인의 권리와 공정성 중 딜레마가 발생한다. 이를 평가하는 과정에서도 책임소재가 여러 갈래로 나뉘는데, 프로그램을 세팅한 개발자의 책임과 이런 프로그램의 품질을 보증하고 판매하는 회사의 책임, 그리고 이런 제품에 대한 위험을 인식하고도 감수하고 구매한 개인의 책임 3가지 분류로 정리된다[47],[48].

단어 연결 중심성 네트워크는 토픽별 상위 20개 단어 사이의 관계성을 이어주도록 하고, 연결성이 높은 단어들은 가까운 위치에 배열되도록 설정했다. 살펴보면 사고, 결정 등 딜레마와 연관된 단어가 연속적으로 등장했고, 하위 단어들(지각, 인지, 판단, 사건, 주행)이 연결되어 있다. 앞선 주제어들의 분석을 통해 확인했듯이 다수의 내용이 자율 주행에서 사고가 일어나고 이를 지각하고 인지하는 능력과 딜레마적 상황에서 옳고 그름에 대한 판단 관련 내용임을 확인했다(그림 7).

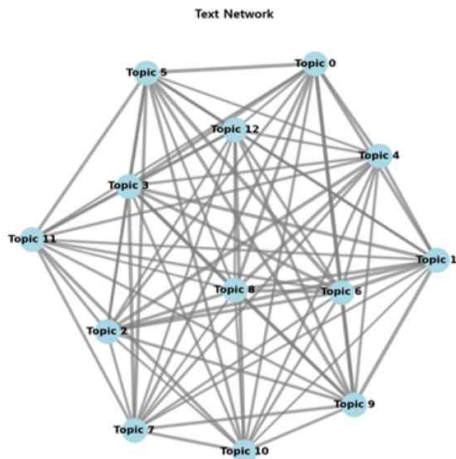
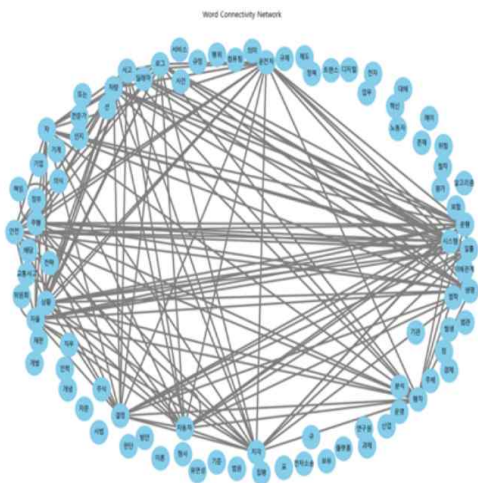


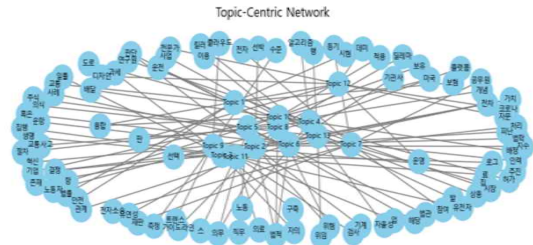
그림 7. 토픽 네트워크  
Fig. 7. Topic network



\*Since this is the outcome of Korean text analytics, the use of Korean notation is inevitable.

그림 8. 단어 동시 출현 네트워크  
Fig. 8. Word co-occurrence network

연결 중심성 점수를 살펴보면 각각의 주제를 대표하는 단어들이 다양성, 존재, 노동자, 선택, 미국, 연구자, 절차, 트랜스, 관계성, 코로나, 선박, 알고리즘, 보험 등이 등장했다. 이를 기반으로 하여 13개 토픽의 분류가 가능하였다. 토픽마다 상위 분류된 단어들과 각 토픽 사이 중심성 네트워크를 구현하였다(그림 8).



\*Since this is the outcome of Korean text analytics, the use of Korean notation is inevitable.

그림 9. 주제 중심성 네트워크  
Fig. 9. Topic Network Centrality

## V. 결 론

자율 주행 윤리 연구 동향을 분석하기 위해 본 연구에서는 4가지 전자저널 데이터베이스(DBpia, e-article, KISS, LawnB)에서 “자율 주행 윤리”를 키워드로 검색하여 KCI에 등재된 인문 사회계열 196편의 논문을 추출하였다. 자율 주행 윤리가 학계에서 본격적으로 연구된 2016년부터 2023년 5월까지 최근 7년간의 논문 텍스트 데이터의 키워드 1,647,723 (논문마다 약 8,406개)개를 LDA를 이용한 토픽모델링을 수행하였다. 이를 통해 총 13개 분야로 주제를 나누었으며, 딜레마, 노동권, 해운 운항 등이 등장했다.

최신 연구 동향을 네트워크 중심성 분석 기반으로 시사하는 바를 설명하면 다음과 같다. 첫 번째로, 윤리 관련 연구논문 텍스트를 이용하여 ‘선택’, ‘지각’ 등의 단어와 연관성이 높은 ‘딜레마’ 주제를 확인했다. 두 번째로, 특히 연구 동향인 ‘코로나-19, 해운 운항’ 분야의 자율 주행 현황을 확인했다. 해운 운항의 경우 육상에서 자동차 자율 주행보다 먼저 자율 주행이 일반화되어 있고, 관련 법령과 가이드라인이 선제되어 있었다는 점에서 자율 주행 자동차의 윤리 가이드라인을 구성하는데 가치 있는 자료가 될 것이다. 세 번째로, 상용화와 법제화가 시급한 국내 실정에서 윤리 가이드라인의 기초가 되는 사상, 철학적 근거를 통해 국내 자율 주행 윤리의 중심 주제인 딜레마 해결을 위한 다양한 의견을 정리했다.

연구 결과로 나온 의견들을 바탕으로 이후 향후 연구 방향성을 제시하고자 한다. 우선, 본 연구는 논문 데이터의 범위를 인문 사회 관련으로 제한했고, 따라서 상용화 이후 실제 사회에서 수집된 사고 데이터를 분석하여 사고 상황에 대한 대처 방식을 연구하는 공학 분야로 확장하고 이에 따른 피해 상황을 수치화해



공정한 대응이 가능할 것이다. 또한, 본 연구에서는 자율 주행 윤리와 관련지어 간행된 검증된 논문들을 통해 전문가들의 연구를 분석했다는 것에 의의가 있다. 그에 비해 검증되지 않거나 전문적이지는 않은 정보인 SNS(Social Networking Service) 데이터, 교통사고 사례 데이터처럼 학술적인 정량화 이전 데이터를 직접 분석하는 과정이 필요할 것이다.

## 감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단(NRF)의 지원을 받아 수행된 연구임 (RS-2023-00242528).

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능혁신인재양성사업의 연구결과로 수행되었음. (IITP-23-RS-2022-00156287).

## 참고문헌

- [1] C. G. Hwang, "Legal Issues of Automated Vehicles Operation and Personal Data Protection and Utilization," *Chung\_Ang Law Review*, Vol. 24, No. 4, pp. 253-290, November 2022.
- [2] Y. J. Kim, "A Legal Study on the Autonomous Vehicle Driver's License System - Focusing on the Road Traffic Act," *Chung\_Ang Law Review*, Vol. 20, No. 3, pp. 201-248, September 2018. <https://doi.org/10.21759/caulaw.2018.20.3.201>
- [3] H. W. Lee and E. K. Chung, "Koreans Ethical Judgment on the Situation Characteristics of Autonomous Vehicles Accidents," *Korean Journal of Psychology : General*, Vol. 40, No. 1, pp. 105-129, October 2021. <https://doi.org/10.22257/kjpp.2021.3.40.1.105>
- [4] A. Martinho, N. Herber, M. Kroesen, and C. Chorus, "Ethical Issues in Focus by the Autonomous Vehicles Industry," *Transport Reviews*, Vol. 41, No. 5, pp. 556-577, January 2021. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1862355>
- [5] S. Y. Byun and Y. H. Kee, "The Analysis of Contents and Issues of The Korean Ethical Guidelines of Automated Vehicle," *Ethics Study*, Vol. 1, No. 134, pp. 139-158, February 2021. <https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.1.107>
- [6] S. Y. Byun, "Discussion Paper on "Implications of Artificial Moral Agent Research on Moral Education," *Korean Society of Moral Ethics and Education conference proceedings*, Vol. 3, pp. 107-108, September 2021.
- [7] T. Y. Kim, L. F. Vecchietti, K. J. Choi, S. K. Lee, and D. S. Har, "Machine Learning for Advanced Wireless Sensor Networks: A Review," *IEEE Sensors Journal*, Vol. 21, No. 11, pp. 12379-12397, November 2021. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.3035846>
- [8] K. W. Min and S. Y. Lee, "R&D Research Trends for Solving Social Problems through the Development of Autonomous Driving Technology Based on ICT Technology," *The Journal of the Korean Institute of Communication Sciences*, Vol. 37, No. 1, pp. 53-59, November 2019.
- [9] Impacton. Does Tesla's fully autonomous driving combine AI and robots? [Internet]. Available: <https://www.impacton.net/news/articleView.html?idxno=6603>.
- [10] H. B. Park, "The Trolley Dilemma of Autonomous Vehicles and the Challenges of AI Ethics Education," *Korean Elementary Education*, Vol. 32, pp. 101-119, July 2021. <https://doi.org/10.20972/kjee.32..202107.101>
- [11] G. B. Lee, J. M. Rhim, N. W. Kang, and J. H. Lee, "Driver Moral Codes in Autonomous Vehicles Dilemma Scenarios from Human Driver's Perspective," *Korea Design Research Society*, Vol. 5, No. 1, pp. 125-135, March 2020. <https://doi.org/10.46248/kidrs.2020.1.125>
- [12] S. K. Kim "A Study on the Research Trends in Domestic Industrial and Management Engineering using Topic Modeling," *Journal of the Korea Management Engineers Society*, Vol. 21, No. 3, pp. 71-95, September 2016.
- [13] Y. J. Jeong and Y.H. Jo, "Text Mining-based Book Recommendation System Considering Purchase Behavior in Online Bookstores," in *Proceedings of the Korean Society of Intelligent Information Systems Conference*, Seoul, pp. 28-29, November 2017. <https://doi.org/10.15813/kmr.2017.18.4.004>
- [14] S. Hwang and M. C. Lee, "Changes in Meaning of 'Virtual Human' through Semantic Network Analysis: Focusing on the COVID-19 Pandemic," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22, No. 12, pp. 2039-2047, December 2021. <https://doi.org/10.9728/dcs.2021.22.12.2039>
- [15] S. M. Lee, "Keyword Network Analysis of Digital Divide Research: A Focus on Post-2020 Domestic Academic Papers," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 24, No. 9, pp. 2243-2251, September 2023. <https://doi.org/10.9728/dcs.2023.24.9.2243>
- [16] S. Hwang and M. K. Kim, "An Analysis of Artificial Intelligence(A.I.)\_Related Studies' Trends in Korea Focused on Topic Modeling and Semantic Network Analysis," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 9, pp. 1847-1855, September 2019. <https://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.9.1847>
- [17] F. Gurcan and N. E. Cagilta, "Big Data Software Engineering: Analysis of Knowledge Domains and Skill

- Sets Using LDA-Based Topic Modeling,” *IEEE Access*, Vol. 7, pp. 82541-82552, June 2019. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2924075>
- [18] D. B. Fernandez, M. Gonzalez, D. Gil, and S. L. Mora, “Text Mining of Open-Ended Questions in Self-Assessment of University Teachers: An LDA Topic Modeling Approach,” *IEEE Access*, Vol. 8, pp. 35318-35330, February 2020. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974983>
- [19] J. R. Kim and M.K. Park, “Zen Buddhism’s Ethical Approach to Ethical Judgment of Artificial Intelligence(AI),” *Won-Buddhist Thought & Religious Culture*, Vol. 84, pp. 337-367, 2020.
- [20] S. O. Kim and K.S. Lee. “Prerequisites for a Discussion on the ‘Free Will’ of Artificial Intelligence: Buddhist and Science-based views of ‘Ex Machina’,” *Buddhist Studies*, Vol. 70, pp. 109-134, March 2022. <https://doi.org/10.21482/jbs.70.2022.03.109>
- [21] S. J. Han, “The Possibility of AI Robot’s Enlightenment - The Buddhist View on the Question, “Can a Machine Think?” -,” *The Journal of the Korean Association for Buddhist Studies*, No. 85, pp. 7-34, June 2018. <https://doi.org/10.1108/14779960810888374>
- [22] Y. J. Rim, “A Study on the Dehumanization of Warfare and Human Rights in the Era of Artificial Intelligence - Focusing on the Regulation of Autonomous Weapons in International Law -,” *Koryeo Law*, No. 92, pp. 265-302, March 2019. <https://doi.org/10.36532/kulri.2019.92.265>
- [23] E. S. Heo Y. H. Lee, and J.W Shim, “Artificial Intelligence Ethics and RoboEthics, Differences and Continuity -Toward AI Ethics as Everyone’s Ethics-,” *Philosophy, Thought, Culture*, No. 34, pp. 41-72, November 2020. <https://doi.org/10.33639/ptc.2020.34.003>
- [24] S. S. Song, “How Much Will Artificial Intelligence Replace Human Jobs? : A Preliminary Study on the Technology and Labor in Artificial Intelligence Age,” *Cogito*, No. 96, pp. 7-37, December 2022. <https://doi.org/10.48115/cogito.2022.02.96.7>
- [25] J. H. Lee, “A Study on the Legal Improvement for Autonomous Vehicle Testing on BRT Roads,” *Science and Technology Law Research*, Vol. 26, No. 3, pp. 169-202, August 2020. <https://doi.org/10.32430/ilst.2020.26.3.169>
- [26] S. K. Park, “A Study of the Autonomous Vehicle Technology and its Future Trend: Focusing on Current Industry and Technology Convergence of Trend,” *Journal of the Korean Convergence Society*, Vol. 9, No. 1, pp. 253-259, January 2018. <https://doi.org/10.15207/JKCS.2018.9.1.253>
- [27] M. H. Kang, J. I. Song, and K. Y. Hwang, “Automated Vehicle Ethics Guidelines International Trend and Implication -Focus on Germany, The United State of America, Singapore, China,” in *Proceedings of the KOR-KST Conference*, Seoul, pp. 514-515, December 2019. <https://doi.org/10.22680/kasa2021.13.4.081>
- [28] M. H. Jeong and S.Y. Go, “The Direction of the Legal System for Everyday use of Autonomous Vehicles,” *Inha Law Review : The Institute of Legal Studies Inha University*, Vol. 23, No. 2, pp. 105-128, June 2020. <https://doi.org/10.22789/IHLR.2020.06.23.2.105>
- [29] K. Y. Hwang, J. E. Song, M. H. Kang, and I. J. Im, “An Importance Analysis of the Korean Ethical Guideline for Automated Vehicle Using AHP Method,” *Journal of Korea ITS Society*, Vol. 19, No. 1, pp. 107-120, October 2020. <https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.1.107>
- [30] S. D. Yi and C.Y. Jeong, “Building an Ethical Autonomous Vehicle: Issues, Challenges and Prospects,” *IT and Legal Research*, No. 15, pp. 281-325, November 2017. <https://doi.org/10.37877/itnlaw.2017.08.15.9>
- [31] S. I. Baek and P. S. Jang, “Technological and Social Issues in the Introduction and Spread of Autonomous Driving,” *FutureHorizon*, No. 38, pp. 16-19, August 2018.
- [32] C. G. Hwang and C. K. Lee, “Who is the Driver in an Automated Vehicle? - The Performance of Dynamic Driving Task by Automated Driving System (ADS) and the ADS Entity’s Responsibility for It,” *Hongik Law School*, Vol. 20, No. 3, pp. 343-370, January 2019. <https://doi.org/10.16960/jhlr.20.3.2019.09.343>
- [33] J. S. Kim, “The Legal Probability as Causal Responsibility founded on the Probabilistic Theory of Causality: On the Legal Responsibility of Autonomous Vehicles,” *Arts, Humanities and Social Sciences Convergence Multimedia Journal*, Vol. 6, No. 12, pp. 587-594, December 2016. <https://doi.org/10.14257/AJMAHS/2016.12.58>
- [34] J. E. Cho, “Social Consensus Framework for Convergence of ICT and Society - Focusing on AI and Autonomous Vehicle,” *Chung\_Ang Law Review*, Vol. 21, No. 3, pp. 201-248, September 2019. <https://doi.org/10.21759/caulaw.2019.21.3.201>
- [35] H. W. Lee and E. K. Chung, “Koreans’ Ethical Judgment on the Situation Characteristics of AVs(Autonomous Vehicles) Accidents,” *Korean Journal of Psychology: General*, Vol. 40, No. 1, pp. 105-129, February 2021. <https://doi.org/10.22257/kjp.2021.3.40.1.105>
- [36] E. J. Yang, M. W. Seo, and D. N. Kim, “Correlation between Advanced Technology and Urban Activity in Public Space,” *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 36, No. 11, pp. 75-84, November 2020. <https://doi.org/10.5659/JAI>

K.2020.36.11.75

[37] I. S. Ko, "Condition for Employing Intelligent Artifacts as Human Surrogate," *Philosophical Studies*, No. 124, pp. 51-73, March 2019. <https://doi.org/10.23908/JSPS.2019.3.12.4.51>

[38] J. H. Lee, "Germany's Academic Policy Advisory System in Response to COVID-19," *European Constitution*, No. 41, pp. 69-103, June 2023. <https://doi.org/10.21592/eucj.2023.41.69>

[39] Y. R. Cha, "News Article Analysis of the 4th Industrial Revolution and Advertising before and after COVID-19: Focusing on LDA and Word2vec," *Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 21, No. 9, pp. 149-163, September 2021. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.09.149>

[40] I. R. Park, D. H. Kim, and D. S. Har, "MAC Achieving Low Latency and Energy Efficiency in Hierarchical M2M Networks with Clustered Nodes," *IEEE Sensors Journal*, Vol. 15, No. 3, pp. 1657-1661, May 2018. <https://doi.org/10.1007/s11277-018-5825-z>

[41] J. H. Park, E. P. Hong, and D. S. Har, "Low Complexity Data Decoding for SLM-Based OFDM Systems without Side Information," *IEEE Communications Letters*, Vol. 15, No. 6, pp. 611-613, 2011. <https://doi.org/10.7840/kics.2017.42.4.739>

[42] T. G. Kim, "A Study on the Criminal Liability between the Captain and the Remote Operator in a Ship Accident after the Commercialization of an Autonomous Ship," *Korean Association of Maritime Police Science*, Vol. 11, No. 4, pp. 105-133, November 2021. <https://doi.org/10.30887/jkmps.2021.11.4.105>

[43] H. W. Chung and T. I. Lee, "2UX Design Guideline for Building User Trust in Autonomous Ship - Focused on Leisure Boat Navigation Assistance System Interface," *SDC*, Vol. 22, No. 3, pp. 15-31, December 2023. <https://doi.org/10.31678/SDC100.2>

[44] Y. J. Kim, "Preliminary Discussions on the Criminal Responsibility of Autonomous Car Program Developers - Focused on Emergency Evacuations Regarding Life Infringement -," *Hannam Journal of Law & Technology*, Vol. 26, No. 4, November 2020. <https://doi.org/10.32430/ils.t.2020.26.4.53>

[45] M. R. Kim, S. H. Park, and S. K. Roh, "A Study on the Awareness of Artificial Intelligence Development Ethics based on Social Big Data," *Engineering Education Research*, Vol. 25, No. 3, pp. 35-44, May 2022. <https://doi.org/10.18108/jeer.2022.25.3.35>

[46] S. H. Kim, "A Study of Autonomous Vehicle Insurance Fraud," *Insurance Law Research*, Vol. 10, No. 2, pp.

243-267, December 2016.

[47] H. W. Kim, "Issues about the Auto Car Insurance of the Self-driving Car," *Humanities and Social Sciences 21*, Vol. 11, No. 1, pp. 1079-1088, February 2020. <https://doi.org/10.22143/HSS21.11.1.79>

[48] H. J. Oh, M. J. Oh, and B. J. Lee, "Pilates Research Trend Analysis using Keyword Network Analysis: Focusing on Domestic Theses and Journal Article from 2004 to 2022," *Journal of Sport and Leisure Studies*, Vol. 93, pp. 163-175, July 2023. <https://doi.org/10.51979/KSSLS.2023.07.93.163>



**김강민(Kang-Min Kim)**

2021년 : 전남대학교 철학과 (문학사)  
 2023년 : 전남대학교 대학원 철학과 (문학석사)  
 2023년 : 전남대학교 테이터사이언스 대학원 (석사과정 재학중)

2019년 ~ 2019년: Undergraduate Intern, University of Nevada Las Vegas, Nano-fluid Lab  
 2022년 ~ 2022년: 전남대학교 법학전문대학원 인권법센터 보조 연구원  
 2023년 ~ 현 재: 전남대학교 테이터사이언스 대학원 공공테이터분석센터 연구원  
 ※ 관심분야 : 네트워크 분석, 과학철학, 인공지능 윤리 등



**임회경(Hoi-Jeong Lim)**

1988년 : 이화여자대학교 수학교육과 (이학사)  
 1994년 : Columbia University in the City of New York (MS. Biostatistics)  
 2000년 : Columbia University in the City of New York (Ph.D. Biostatistics)

1998년 ~ 2000년: Biostatistician, Neurological Institute of New York  
 2001년 ~ 2004년: Post-doc, Seoul National University School of Medicine  
 2005년 ~ 2022년: 전남대학교 의학전문대학원 교수  
 2022년 ~ 현 재: 전남대학교 테이터사이언스 대학원 교수, 공공테이터분석센터 센터장  
 ※ 관심분야 : 자연어처리, 토픽모델링, 인공지능 윤리 등