

# 자율주행자동차 주행안전성 확보를 위한 딜레마 상황 정의 및 운전 전략 도출

## Development of Dilemma Situations and Driving Strategies to Secure Driving Safety for Automated Vehicles

박 성 호\* · 정 하 림\*\* · 김 예 진\*\*\* · 이 명 수\*\*\*\* · 한 음\*\*\*\*\*

\* 주저자 : 아주대학교 건설교통공학과 박사과정  
 \*\* 공저자 : 아주대학교 건설교통공학과 박사과정  
 \*\*\* 공저자 : 아주대학교 교통공학과 석사과정  
 \*\*\*\* 공저자 : 한국교통안전공단 자동차안전연구원 자율주행연구처 연구위원  
 \*\*\*\*\* 교신저자 : 도로교통공단 교통공학연구처 선임연구원

Sungho Park\* · Harim Jeong\* · Yejin Kim\*\* · Myungsoo Lee\*\*\* · Eum Han\*\*\*\*

\* Dept. of Construction and Transportation Eng., Ajou University  
 \*\* Dept. of Transportation Eng., Ajou University  
 \*\*\* Korea Automobile Testing & Research Institute, Korea Transportation Safety Authority  
 \*\*\*\* Dept. of Transportation Engineering Research, Korea Road Traffic Authority

† Corresponding author : Eum Han, hano3106@koroad.or.kr

Vol.20 No.6(2021)

December, 2021  
pp.264~279

pISSN 1738-0774  
eISSN 2384-1729  
<https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.6.264>

Received 16 September 2021  
Revised 5 October 2021  
Accepted 26 November 2021

© 2021. The Korea Institute of  
Intelligent Transport Systems. All  
rights reserved.

### 요 약

자율주행자동차 평가 시나리오는 대부분 자율주행자동차가 직면할 일반적인 주행 상황을 기반으로 개발되고 있다. 하지만 실제 주행 중에는 다양한 상황이 발생하고 때때로 복합적인 판단이 필요한 상황이 발생하기도 한다. 본 연구는 보다 안전한 자율주행자동차의 주행을 위하여 복합적인 판단이 필요한 상황을 딜레마 상황으로 새롭게 정의하고, 각 상황에서의 주행안전성 확보를 위해 필요한 운전 전략을 제시하고자 한다. 이를 위하여 자율주행자동차 윤리 가이드라인, 자동차사고 과실비율 인정기준, 그리고 자율주행자동차 개발자 제안을 바탕으로 딜레마 상황들을 정의하였다. 또한, 정의된 딜레마 상황들에 대하여 운전 전략 수립을 위한 운동 영향요소를 탐색하였으며, 「도로교통법」에 따른 운전 영향요소의 우선순위와 그에 따른 운전 전략을 도출하였다.

핵심어 : 자율주행자동차, 딜레마 상황, 주행안전, 운전 전략, 우선순위

### ABSTRACT

Most automated vehicle evaluation scenarios are developed based on the typical driving situations that automated vehicles will face. However, various situations occur during actual driving, and sometimes complex judgments are required. This study is to define a situation that requires complex judgment for safer driving of an automated vehicle as a dilemma situation, and to suggest a driving strategy necessary to secure driving safety in each situation. To this end, we defined dilemma situations based on the automated vehicle ethics guidelines, the criteria for recognition of error rate in automobile accidents, and suggestions from the automated vehicle developers. In addition, in the defined dilemma situations, the factors affecting movement for establishing driving strategies were explored, and the priorities of factors affecting driving according to the Road Traffic Act and driving strategies were derived accordingly.

Key words : Automated vehicle, Dilemma situation, Driving safety, Driving strategy, Priority

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

최근 자율주행자동차(automated vehicle 또는 autonomous vehicle)의 상용화를 위한 관련 연구와 노력이 활발히 진행되고 있다. 일본 국토교통성은 2020년 11월에 미국자동차공학회(Society of Automotive Engineers, SAE) 기준 자율주행 레벨 3 기능인 ‘트래픽 잼 파일럿’을 탑재한 혼다자동차의 ‘레전드’ 모델을 전 세계 최초로 승인한 바 있다(Kim, 2020). 또한, 일본에서는 고령화 시대 무인 대중교통의 보급을 위해 자율주행 ‘레벨 4’ 구현을 위한 도요타자동차의 ‘우븐 시티(Woven City) 등 실증실험도 활발하게 전개 중이다. 독일연방내각(Bundeskabinett)은 2021년 2월 10일에 세계 최초로 자율주행 4단계를 위한 법적 프레임의 토대가 될 정부안을 발표했다. 그리고, 특정 지역에서 2022년까지 레벨 4 자율주행 차량을 정기 운행하는 것이 목표로 하고 있다. 우리나라도 2027년 레벨 4 이상 자율주행자동차의 상용화를 추진하기 위해 2021년부터 2027년까지 1조 974억 원을 투입하는 ‘자율주행기술개발혁신사업’을 추진하고 있다.

자율주행자동차의 상용화를 앞두고 있는 시점에서 자율주행자동차의 차량안전성(vehicle safety), 기능안전성(functional safety), 성능안전성(safety of the intended functionality, SOTIF), 사이버 보안(cyber security) 뿐만 아니라 주행안전성(driving safety)도 담보하기 위해서는 자율주행자동차의 안전성을 철저히 검증하는 노력이 필요하다. 본 연구에서 정의한 주행안전성은 자율주행시스템이 한 단위의 주행을 계획하고 시행함에 있어 「도로교통법」 등 관련 법규와 운영설계영역(operation design domain, ODD)를 준수하고, 승차자에게 쾌적한 주행을 제공하면서 다양한 위험으로부터 승차자를 보호하며, 주변차량과 교통시설에 위해를 가하지 않고 교통류에 조화되도록 안전하게 주행하는 것을 의미한다.

하지만 자율주행자동차의 운행에 대한 안전성 검증 및 평가 방안은 선진국에서조차 제도적으로 정비되지 않은 실정이다. 다양한 주행 상황에서 자율주행자동차의 안전한 주행이 가능한지 검증하기 위한 자율주행자동차 평가 시나리오와 관련된 연구가 국내외에서 지속되어 왔다(Chae et al., 2016; Park et al., 2019; Kim et al, 2020; Menzel et al., 2018; OICA, 2019). 대부분의 시나리오 개발과 관련된 연구는 일반적인 주행 상황을 대상으로 개발되고 있다. 하지만 실제 주행 중에는 다양한 상황이 발생하고 때때로 복합적인 판단이 필요한 상황이 발생하기도 한다. 따라서, 보다 안전한 자율주행자동차를 위해서는 주행 상황 중 발생할 수 있는 복합적인 판단이 필요한 상황에 대한 고려가 필요하다.

본 연구에서는 자율주행자동차가 주행 중에 당면할 수 있는 일반적이지 않은 상황에 대해서 고려해봄으로써 자율주행자동차와 관련된 이해당사자들에게 문제의 소지가 될 수 있는 주행 상황을 제시하고자 한다. 일반적인 주행상황에서의 자율주행자동차 주행능력을 테스트하는 것은 반드시 필요하지만, 다양한 상황에서도 자율주행자동차가 스스로 판단하고 행동할 수 있는지 테스트하는 것 역시 중요하다. 또한, 이러한 상황은 레벨 3 이상의 자율주행자동차에서 레벨에 관계없이 발생할 것으로 판단되기 때문에 이에 대한 고려가 반드시 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 일반적이지 않으며 복합적인 판단이 필요한 주행 상황을 딜레마 상황(dilemma situation)이라고 정의하였으며, 자율주행자동차의 안전성 담보를 위해 고려해 볼 필요가 있다고 판단되는 상황에 대하여 고찰하고, 각 상황별 운전 전략을 제시하고자 한다.

이를 위하여 본 연구에서는 딜레마 상황을 정의하고, 딜레마 상황에 적합한 상황을 찾기 위하여 교통사고 상황, 주행 상황 등을 모색하였다. 모색한 상황 중 딜레마 상황에 부합하는 상황을 선정하였으며, 선정된 딜레마 상황의 적절성을 검증하기 위하여 전문가 인터뷰를 실시하였다. 전문가 인터뷰를 통해 도출된 딜레마 상황 중 적합하지 않은 것으로 판단되는 상황은 제외하였으며, 추가로 필요하다고 판단되는 상황을 반영하

였다. 최종 도출된 딜레마 상황에 대해서 주행안전성 확보를 위한 운전 전략 수립을 위한 운동 영향요소를 탐색하였으며, 「도로교통법」에 따른 운전 영향요소의 우선순위와 그에 따른 운전 전략을 도출하였다.

## 2. 연구의 범위 및 절차

본 연구의 공간적 범위는 자율주행자동차가 주행할 수 있을 것으로 예상되는 도심부 도로이다. 내용적 범위는 자율주행자동차가 주행 시 인식하는 객체 중 가장 빈번하게 접하는 자동차 간의 발생할 수 있는 상황으로 한정하였으며, 보행자 및 자전거 등 기타 객체와의 상황은 제외하였다.

연구 절차는 관련 연구 고찰, 딜레마 상황(dilemma situation) 정의 및 도출, 선정된 딜레마 상황별 운전 전략 수립, 결론의 순서로 이루어졌다.

## II. 관련 연구 고찰

### 1. 관련 연구 고찰

Chae et al.(2016)의 연구에서는 자율주행자동차의 임시운행 허가를 위한 안전성 평가 시나리오와 평가 항목을 제시하였다. 이는 자율주행자동차가 자동차전용도로에서 안전하게 운행하기 위한 최소한의 요건을 확인하는 시나리오 제안이 목적이다. 이를 위하여 당시 제정되어 있는 자율주행자동차 임시운행 및 평가 기술 현황과 ISO, Euro NCAP, NHTSA 등에서 연구된 운전자 지원 제어시스템(advanced driver assistance systems, ADAS)의 개별 시스템 기술 규정을 분석하였다. 분석한 자율주행자동차 임시운행 허가 규정에 근거하여 임시운행 허가 평가를 위한 시나리오를 제안하였으며, 최소한의 안전성 보장 항목으로 횡방향 거리, 종방향 속도, 종방향 가속도, 횡방향 가속도, 차간 거리의 기준을 개발하였다. 제안한 시나리오의 타당성을 확인하기 위하여 시뮬레이션을 통해 시나리오의 타당성과 안전성 평가 항목의 통과 여부를 검증하였다.

Park et al.(2019)의 연구에서는 저속의 도로교통환경을 구현한 커뮤니티부 도로에서 자유주행자동차 안전성 평가를 위한 시나리오를 개발하였다. 교통사고 데이터와 텍스트 마이닝(text mining) 기법을 이용하여 총 24개의 시나리오를 개발하였다. 개발된 시나리오에 대하여 독일 페가수스(Pegasus) 프로젝트의 5 레이어-포맷을 적용하여 레이어별 변수 및 범위를 도출하였다. 선정된 변수와 범위를 이용하여 실차 실험 시나리오인 범위 시나리오(logical scenario) 및 실험 시나리오(concrete scenario)를 최종적으로 도출하였다.

Kim et al.(2020)의 연구에서는 자율주행 윤리 가이드라인을 개발하였으며, 딜레마 상황 시나리오 개발을 통해 윤리 가이드라인을 점검하고자 하였다. 해당 연구에서는 딜레마 상황을 “어떤 차량이 사고를 회피하기 위하여 가능한 해동은 최소 두 가지 이상이며, 이 중 한 가지에 대한 선택으로 발생한 상황”으로 정의하였다. 딜레마 상황 시나리오는 경찰청 교통사고 경위 자료를 통해 도출하였으며, 23개의 시나리오를 제시하였다.

Menzel et al.(2018)의 연구에서는 자율주행자동차의 시나리오 개발을 위해 필요한 용어를 정의하고 절차를 제시하였다. 이를 위하여 ISO 26262 기능안전성(functional safety)에 정의된 차량 안내 시스템 설계를 시나리오 기반 접근 방식을 분석하였다. 이를 통해 시나리오 수준을 개념 시나리오(functional scenario), 범위 시나리오(logicla scenario), 실험 시나리오(concrete scenario) 등 세 가지 수준으로 제시하였다. 또한, 세 가지 시나리오 수준에서 제시되어야 할 사항과 그 방법을 제시하였다.

Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles(OICA)(2019)는 자율주행자동차의 체계적인 평가

를 위해 시나리오의 복잡도 및 위험성 그리고 실제 주행상황에서의 발생빈도를 기반으로 일반적인 교통 시나리오(*typical traffic scenario*), 위험한 교통 시나리오(*critical traffic scenario*) 그리고 상당히 복잡하고 위험한 교통 시나리오(*edge case scenario*)로 구분하여 각각 실도로 평가, 성능평가장 평가, 그리고 시뮬레이션 평가가 적절하다고 제안하고 있다.

## 2. 시사점 도출

관련 연구 고찰에서는 국내외 시나리오 개발 관련 연구 및 자율주행자동차의 딜레마 상황에 대한 연구를 고찰하였다. 기존의 시나리오 개발에 관한 연구들은 Chae et al.(2016)의 연구와 같이 자율주행자동차의 최소한의 운행 요건을 평가하거나 일반적인 주행 상황에 초점을 맞추어서 개발되었다. 따라서, 본 연구에서는 기존 연구들에서 다루지 않은 보다 다양한 주행 상황을 시나리오화 하는데 초점을 두었다. Park et al.(2019)의 연구와 Kim et al.(2020)의 연구에서는 시나리오 개발을 위해 교통사고 상황을 기반으로 하고 있다. 본 연구의 목적 또한, 교통사고 발생 위험이 있는 상황을 시나리오로 만드는 것이기 때문에 이와 같은 방법론을 사용하는 것이 적절한 것으로 판단하였다. Menzel et al.(2018)의 연구에서 제시한 세 가지 수준의 시나리오 구분은 개발된 시나리오의 활용 목적을 제시하는데 적절한 것으로 판단되며, 최근의 시나리오 연구에서 많이 활용하는 것으로 파악되었다. 본 연구에서도 해당 연구의 시나리오 수준을 활용하는 것이 적절하다고 판단하였으며, 본 연구에서 도출한 딜레마 상황은 개념 시나리오 수준으로 한정하였다. Kim et al.(2020)의 연구에서 제시한 딜레마 상황은 본 연구에서 제시하고자 하는 딜레마 상황과 매우 유사하다. 본 연구에서는 해당 연구와의 차별화를 위하여 교통사고 상황뿐만 아니라 주행상황에서 발생할 수 있는 딜레마 상황을 모색하여 제시하였다. 또한, 도출된 딜레마 상황에 대하여 각 상황별로 관련 법률에 기반한 구체적인 운전 전략을 제시하여 자율주행자동차의 개발 및 설계에 도움이 될 수 있도록 하였다. 마지막으로 OICA(2019)가 제시하는 *edge case scenario*가 본 연구에서 제안하는 딜레마 상황과 매우 유사한 개념인 것으로 판단된다.

본 연구의 의의는 주행 상황에서의 딜레마 상황을 새롭게 정의하고 제시하는데 있다고 생각된다. 자율주행자동차와 관련된 딜레마 상황 연구는 대부분 트롤리 딜레마와 같이 윤리적 딜레마 상황에 초점이 맞추어져 있다. 윤리적 딜레마 또한, 자율주행자동차의 행동원칙을 결정하는 중요한 문제이지만, 실제로 주행상황에서 발생할 수 있는 상황 고찰 및 이에 대한 연구 역시 필요하다고 판단하였다.

따라서, 본 연구에서는 주행 상황에서의 딜레마 상황에 대한 명확한 정의 필요하다. Kim et al.(2020)의 연구에서 딜레마 상황을 “어떤 차량이 사고를 회피하기 위하여 가능한 행동은 최소 두 가지 이상이며, 이 중 한 가지에 대한 선택으로 발생한 상황”으로 정의하고 있다. 하지만 이와 같은 정의에 대한 근거가 부족하며, 해당 정의는 광범위하다고 판단되기 때문에 딜레마 상황에 대한 보다 명확한 정의를 할 필요가 있다고 생각된다.

## Ⅲ. 딜레마 상황 도출

딜레마 상황(Dilemma situation) 도출은 네 단계에 걸쳐서 도출되었다. 첫째, 딜레마 상황을 도출하기 위하여 딜레마 상황에 대하여 정의하였다. 둘째, 교통사고 기반 딜레마 상황과 주행상황 기반 딜레마 상황을 도출하였다. 셋째, 도출된 딜레마 상황의 적절성을 평가하기 위하여 전문가 그룹을 대상으로 인터뷰를 실시하였으며, 기존에 도출된 상황 이외에 추가로 고려가 필요한 딜레마 상황에 대한 의견을 수렴하였다. 마지막으로 전문가 의견을 검토하여 기존에 도출된 딜레마 상황 중 적절하지 않다고 판단되는 상황을 제외하였으며,

전문가 그룹 인터뷰에서 공통적으로 도출된 신규 상황을 추가로 반영하여 최종 딜레마 상황을 도출하였다.

## 1. 딜레마 상황 정의

본 연구의 목적은 자율주행자동차가 주행 중 당면할 수 있는 딜레마 상황(dilemma situation)에서의 운전 전략을 제시하는 것이다. 따라서, 딜레마 상황에 대하여 먼저 정의를 할 필요가 있다. 본 연구에서는 딜레마 상황을 정의하기 위하여 자율주행자동차의 행동원칙을 다루고 있는 다양한 문헌을 고찰하였으며, 그중 2020년 12월 국토부에서 발표한 ‘자율주행자동차 윤리 가이드라인’이 자율주행자동차의 기본가치와 행동원칙을 가장 잘 제시하고 있다고 판단하고 이를 기반으로 딜레마 상황을 정의하였다.

자율주행자동차 윤리 가이드라인은 자율주행자동차의 기본가치와 행동원칙을 제시하고, 설계·제작·관리·서비스 제공·이용자 등 자율주행자동차 관련 행위 주체들이 이를 고려하여 향후 상용화될 자율주행자동차가 우리 사회에 정립된 윤리 수준에 따라 제작·운영될 수 있도록 자발적으로 책임성을 확보하는 것을 목적으로 하였다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport; MOLIT, 2020). 따라서, 가이드라인에서는 자율주행자동차 관련 행위 주체들이 모두 지켜야 할 공통 원칙과 행위 주체별 책임을 명시하고 있다.

본 연구에서는 가이드라인에서 제시하고 있는 행위 주체별 책임 중 설계자 항목의 일부를 참조하여 딜레마 상황을 정의하였다. 가이드라인 3.1.2항에서 ‘자율주행자동차 설계자는 자동차의 운행과 관련된 제반법규를 준수하도록 자율주행자동차를 설계해야 하며, 제반법규가 적용되지 않는 상황에서의 사고 발생이 예상되는 경우 윤리 가이드라인 기본가치에 부합하도록 자율주행자동차의 작동에 대한 원칙을 설정하여야 한다’고 명시하였다. 여기서 서술하고 있는 제반법규가 적용되지 않는 상황에서의 사고 발생이 예상되는 경우가 딜레마 상황에 가장 부합하는 상황이라고 판단하였다. 따라서, 본 연구에서의 딜레마 상황은 ‘차량 운행과 관련된 제반법규와 규정이 적용되지 않는 상황에서 사고 발생이 예상되는 경우 및 법적 운행규칙과 윤리적 운행규칙이 충돌하는 경우와 같이 자율주행자동차의 판단 및 작동 기준이 명확하지 않은 상황’으로 정의하였다.

## 2. 교통사고 기반 딜레마 상황 도출

정의된 딜레마 상황에 적합한 상황을 도출하기 위하여 사고 발생이 예상되는 상황을 모색하고, 해당 상황 중에 자율주행자동차의 판단 및 작동 기준 그리고 제반법규의 적용이 명확하지 않은 상황을 딜레마 상황으로 도출하였다.

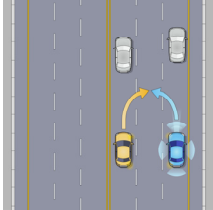
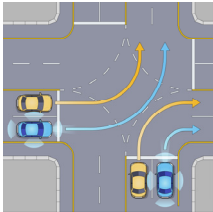
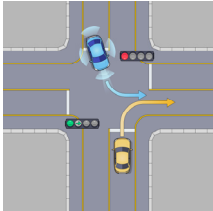
먼저 자율주행자동차의 사고 발생이 예상되는 상황을 모색하고자 자율주행자동차의 사고 사례를 고찰해보았으나, 자율주행자동차가 상용화되지 않았기 때문에 상황을 도출할 만큼 사고 사례가 충분하지 않은 것으로 판단되었다. 따라서, 기존의 교통사고 사례 중 자율주행자동차의 판단 기준이 명확하지 않을 것으로 판단되는 사례를 딜레마 상황으로 도출하였다.

기존 교통사고 유형을 수집하기 위하여 ‘자동차사고 과실비율 인정기준(8차 개정)’을 활용하였다(General Insurance Association of Korea, 2019). 자동차사고 과실비율 인정기준은 자동차보험 보상 및 보험사 간 사고보상금액에 대한 구상을 목적으로 1976년 처음 만들어졌으며, 교통 환경 및 국내 법규와 국내외 판례 및 문헌 등을 참고하여 수차례 개정작업을 거쳐 사용되고 있다. 자동차사고 과실비율 인정기준에서는 자동차와 보행자의 사고, 자동차와 자동차의 사고, 자동차와 이륜차의 사고, 자동차와 자전거의 사고, 고속도로의 사고 등 5가지 유형으로 사고를 분류하여 정리하였으며, 각 사고 유형 별로 사고 상황 및 과실을 301개의 도표로 정리하여 제시하였다. 따라서, 본 연구에서는 자동차사고 과실비율 인정기준에서 제시하고 있는 사고 유형 중

자동차와 자동차의 사고 73개 유형을 대상으로 딜레마 상황 여부를 검토하였다.

자동차와 자동차의 사고 73개 유형에 대한 검토를 통해 3개의 유형이 딜레마 상황에 적합하다고 판단하였다. 선별된 딜레마 상황은 <Table 1>과 같이 동시 차로변경 상황, 두 개 차로 동시 차로변경 상황, 좌회전 대 우회전 상황이다. 첫 번째 상황은 동시 차로변경 상황은 1차로와 3차로를 주행하는 차량이 각각 동시에 2차로로 진로를 변경하려는 상황이다. 해당 상황은 자율주행자동차가 진로 변경 시 동시에 진입하는 차량과의 우선권 협상이 필요하기 때문에 딜레마 상황으로 선정하였다. 두 번째 상황의 두 개 차로 동시 차로변경 상황은 두 차량이 교차로에서 동일 방향으로 동시 또는 유사한 시점에 회전하는 상황이다. 차량이 동시에 우회전 또는 좌회전을 할 때 자율주행자동차의 인접 차량 궤적이 명확하지 않을 경우 사고 발생 가능성을 인식할 것으로 판단되어 선정하였다. 세 번째 좌회전 대 우회전 상황은 교차로에서 우회전하는 자율주행자동차와 동시에 맞은편에서 좌회전하는 차량이 존재하는 경우이다. 이 상황 또한, 2개 차로 동시 회전 상황과 유사하게 상대방 차량의 궤적이 명확하지 않을 경우 사고 발생 가능성을 인식할 것으로 판단되어 선정하였다.

<Table 1> Results of dilemma scenarios based on traffic accidents

Scenario Name	Scenario Description	Scenario Selection Reason	Diagram
Simultaneous lane change status	Simultaneously change the course from lane 3 to lane 2 and from lane 1 to lane 2	Priority negotiations with vehicles entering at the same time while automated vehicles are changing course are necessary	
Simultaneous turn with two lanes	Both vehicles turning at the same time in the same direction at the same time or at a similar point in time at the intersection	If the trajectory of an adjacent vehicle is not clear, the automated vehicle may recognize that an accident has occurred	
Simultaneous Left vs Right Turn	Automated vehicles turning right at an intersection and vehicles turning left at the same time	If the trajectory of the other left-turning vehicle is not clear, the automated vehicle may recognize that an accident has occurred.	

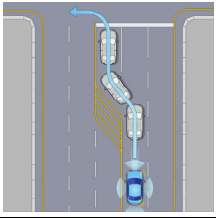
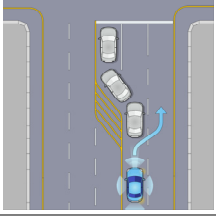
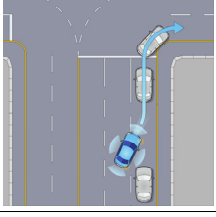
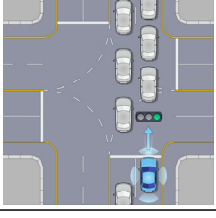
### 3. 주행상황 기반 딜레마 상황 도출

교통사고를 기반으로 도출된 딜레마 상황 이외에도 주행상황에 기반하여 딜레마 상황을 도출할 필요가 있다고 판단하였다. 자동차사고 과실비율 인정기준에서 제시된 교통사고 상황 이외에도 주행 중에 자율주행 자동차의 판단 및 작동 기준이 명확하지 않은 상황이 다수 존재할 것으로 생각되었고 해당 상황을 고찰하여 주행상황 딜레마 상황으로 도출하였다. 주행상황 기반 딜레마 상황은 교통사고 기반 딜레마 상황에 비해 사고 위험성이 다소 낮지만, 자율주행자동차의 판단이 명확하지 않을 경우 전체 차량의 교통 흐름에 악영향을

줄 것으로 판단되는 상황에 초점을 맞추어서 도출하였다. 자율주행자동차의 불명확한 판단으로 인해 야기된 비정상적인 교통 상황에서는 정상적인 교통 상황에 비해 사고 발생 가능성이 높기 때문에 본 연구에서 정의한 딜레마 상황에도 부합하는 것으로 판단된다.

주행상황에서 발생할 수 있는 딜레마 상황은 포켓차로 용량 초과 시 대기상황, 포켓차로 용량 초과로 인한 대기 차량 회피 상황, 회전을 위해 차로 변경 시 대기행렬이 긴 상황, 교차로 횡단 시 spillback이 예상되는 상황으로 <Table 2>와 같이 선정하였다.

<Table 2> Results of dilemma scenarios based on driving situation

Scenario Name	Scenario Description	Scenario Selection Reason	Diagram
Standby When Pocket Lane Capacity is Exceeded	If the capacity of the left-turning pocket lane is exceeded, wait in the straight-forward lane to enter the pocket lane	Must be able to stand in an appropriate location for entering pocket lanes	
Standby vehicle avoidance due to pocket lane excess capacity	Avoiding vehicles waiting in the straight lane to enter due to excess capacity of the left-turning pocket lane	Recognize that the waiting vehicle in front is waiting to enter the pocket lane and be able to change the route	
Long queues when changing lanes to make a turn	If there is a long queue when turning left or right, determine the appropriate time to change lanes	The queue length should be properly understood so that interruptions do not occur	
Spillback expected when crossing an intersection	After entering the intersection, it is difficult to cross the intersection until the end of the green hour due to spillback.	If spillback is expected, determine it and do not enter the intersection	

첫 번째 상황인 포켓차로 용량 초과 시 대기상황은 좌회전 포켓차로의 용량이 초과할 경우 포켓차로 진입을 위해 직진 차로에서 대기하는 상황이다. 자율주행자동차가 포켓차로 진입을 위하여 적절한 위치를 찾아서 대기할 수 있도록 적절한 판단이 필요하기 때문에 딜레마 상황으로 선정하였다. 두 번째 상황인 포켓차로 용량 초과로 인한 대기 차량 회피 상황은 주행하는 직진차로에서 좌회전 포켓차로의 용량 초과로 진입을 위해 직진차로에서 대기하는 차량을 회피 또는 대기하는 상황이다. 이와 같은 상황에서는 자율주행자동차가 전방의 대기 차량이 포켓차로 진입 대기임을 인식하고 경로를 변경할지 대기할지 결정해야 하기 때문에 딜레마 상황으로 선정하였다. 세 번째 상황인 회전을 위해 차로 변경 시 대기행렬이 긴 상황은 좌회전 또는 우

회전 시 대기행렬이 긴 경우, 대기행렬에 합류하기 위해 적절한 시점을 파악하여 차선 변경해야 하는 상황이다. 이와 같은 상황에서 자율주행자동차는 대기행렬의 길이를 파악하고 원하는 주행경로로 회전하기 위해서 대기행렬의 후미에 합류해야 하기 때문에, 이와 같은 판단이 딜레마 상황에 부합될 것으로 판단하였다. 네 번째 상황인 교차로 횡단 시 spillback이 예상되는 상황은 교차로 진입 후 spillback으로 인해 녹색시간 종료 전까지 교차로 횡단이 어려운 상황이다. 이러한 상황에서 자율주행자동차는 spillback 발생 및 지속 여부를 판단하고 해당 녹색시간 내에 교차로 통과 가능 여부까지 판단하여야 하므로 딜레마 상황으로 선정하였다.

#### 4. 전문가 그룹 인터뷰

교통사고 딜레마 상황과 주행상황 딜레마 상황 고찰을 통해 도출된 7개 딜레마 상황에 대해서 외부 전문가 그룹 인터뷰를 통해 검증을 실시하였다. 해당 딜레마 상황은 검증된 기법이 아닌 고찰을 통해 도출된 상황이므로 적절성에 대한 검증이 필요하다고 판단하였다. 따라서, 연구진에 포함되지 않은 자율주행자동차 전문가 그룹을 섭외하여 본 연구에서 도출된 딜레마 상황의 적절성을 평가하고, 부적절하다고 판단되는 상황은 제외하였으며 추가로 필요하다고 판단되는 상황을 더하여 최종 딜레마 상황을 도출하였다. 전문가 그룹 인터뷰는 자율주행자동차 설계 및 평가 경험을 보유한 전문가 세 그룹을 대상으로 실시하였으며, 인터뷰 대상 인원은 총 7명이다. 전문가 그룹 인터뷰에 대한 개요는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Overview of interviews with professional groups

Groups	Interview date	Field of Study	Number of Interviewee
Expert group A	2020. 10. 29.	Autonomous vehicle policy study	3
Expert group B	2021. 05. 13	Autonomous vehicle algorithm design	2
Expert group C	2021. 05. 20	Autonomous vehicle algorithm design	2

이와 같이 인터뷰를 통해 시나리오를 도출하는 방법은 다양한 분야에서 사용되고 있는 방법이다. Jeon and Shin(2017)의 연구에서는 스마트 밴드(smart band)를 활용한 서비스 시나리오를 구축 후 사용자 설문조사 및 심층 인터뷰(in-depth interview)를 통해 해당 시나리오를 검증하였다. 해당 연구에서 시나리오 검증을 위한 설문조사는 73명을 대상으로 시나리오 대한 5점 척도 평가를 실시하였으며, 심층 인터뷰는 6명을 대상으로 진행하였다. 해당 연구에서는 서비스 시나리오에 대한 평가를 위해 비전문가를 대상으로 설문조사 및 인터뷰를 진행했지만, 본 연구의 연구 대상인 자율주행자동차는 해당 분야의 전문 지식이 필요하므로 전문가를 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 또한, 해당 연구에서는 다수 인원에게 설문조사를 실시하고 소수 인원에게 심층 인터뷰를 실시하였지만, 전문지식이 필요한 본 연구의 특성 때문에 소수 인원을 대상으로 설문조사와 심층 인터뷰를 동시에 실시하였다. 인터뷰에서 설문조사는 도출된 7개 딜레마 상황의 적합성을 5점 척도로 평가받았으며, 심층 인터뷰에서는 설문조사 결과를 바탕으로 전문가 개개인이 생각하는 각 딜레마 상황의 적절성 여부와 그 이유에 대해서 조사하였다.

전문가 그룹 인터뷰는 도출된 7개 상황에 대해서 각 상황 별로 딜레마 상황에 적합한지를 논의하는 심층 인터뷰 형식으로 진행하였다. 심층 인터뷰는 대인의 생각과 행동에 대한 상세한 정보를 얻고자 할 때, 혹은 어떤 주제에 대해 심층적으로 탐구하려고 할 때 유용하다(DiCicco-Bloom and Crabtree, 2006). 심층 인터뷰 내용은 본 연구에서 정의한 딜레마 상황에 대한 설명과 교통사고 및 주행 딜레마 상황의 도출 과정에 대해서 설명하였다. 그리고 도출된 7개 딜레마 상황에 대해서 각각에 대해 적절성을 논의하였으며, 세 그룹 별 각



상황의 평가 의견은 <Table 4>와 같다.

동시 차로변경 상황에 대한 논의 결과 세 그룹 모두가 딜레마 상황에 적합한 것으로 평가하였으며, 이와 같은 상황을 해결하기 위해서 통행 우선권 판단을 할 수 있는 기준이 필요하다는 의견이 도출되었다. 두 개 차로 동시 차로변경 상황은 두 그룹에서 자율주행자동차가 대처가 가능할 것으로 판단하여 딜레마 상황이 아닌 것으로 평가하였다. 좌회전 대 우회전 상황 또한, 두 그룹에서 자율주행자동차가 대처가 가능할 것으로 판단하여 딜레마 상황이 아닌 것으로 평가하였다. 포켓차로 용량 초과 시 대기상황은 세 그룹에서 모두 자율주행자동차가 스스로 대처 가능할 것으로 판단하였다. 포켓차로 용량 초과로 인한 대기 차량 회피 상황은 그룹 A는 대처가 가능할 것으로 판단하였지만 나머지 두 그룹은 딜레마 상황에 적합하다고 판단하였다. 회전을 위해 차로 변경 시 대기행렬이 긴 상황은 그룹 A와 B의 의견이 딜레마 상황에 매우 적합하다고 도출되었다. 교차로 횡단 시 spillback이 예상되는 상황은 세 그룹에서 모두 인프라의 도움이 필요한 딜레마 상황이라고 판단하였다.

<Table 4> Results of discussion by group of experts on the dilemma situation

Scenario Name	Discussion		
	Expert Group A	Expert Group B	Expert Group C
Simultaneous lane change status	Both vehicles are autonomous vehicles, and if V2V is not possible, they will move slowly and do not change lane, so it is a dilemma situation	If both vehicles are autonomous, there is a need for a way to determine the priority	It is a dilemma situation because the right-of-way is not clear except for vehicles with legal priority, such as emergency vehicles
Simultaneous turn with two lanes	If the possibility of an accident is predicted, the vehicle stops or slows down, so it is not a dilemma situation	Appropriate to measure the ability of autonomous vehicles to yield and avoid accidents	It is not a dilemma situation because it is a situation where it is possible to sufficiently respond to an emergency situation based on the traffic laws
Simultaneous Left vs Right Turn	If the possibility of an accident is predicted, the vehicle stops or slows down, so it is not a dilemma situation	Whether or not a dilemma situation arises depends on the lane each vehicle enters into	It is not a dilemma situation as the right-of-way for each rotating vehicle is clear
Standby When Pocket Lane Capacity is Exceeded	It's not a dilemma situation as the autonomous vehicle is in a situation where there is no difficulty in recognizing the path	It is not a dilemma situation as it is judged that there will be no difficulties in driving	It is not a dilemma situation because autonomous vehicles can sufficiently recognize the driving trajectory and the waiting vehicle and cope with it.
Standby vehicle avoidance due to pocket lane excess capacity	It's not a dilemma because the signal changes and the car in front waits until it moves	It is a dilemma situation because it is difficult to decide whether to wait for the vehicle in front to clear after stopping or whether to overtake it	Appropriate for the dilemma situation because there is a risk if the autonomous vehicle changes lanes in that situation
Long queues when changing lanes to make a turn	If the lane change time of the autonomous vehicle is shorter than the waiting length of the vehicle, it may not be able to join at an appropriate time, which is a dilemma	It is suitable for dilemma situations because it can be dealt with only when the infrastructure informs the current traffic situation through V2I communication	Although autonomous vehicles can determine the length of waiting vehicles, accurate driving is possible with the help of infrastructure
Spillback expected when crossing an intersection	If the remaining signal time is known through V2X communication, it is possible to deal with it, but if the signal time is not known, it is a dilemma situation		Need help from infrastructure to know remaining signal time

각 상황에 대한 그룹 별 의견을 청취함과 동시에 상황의 적절성은 5점 척도로 평가하였으며 평가 결과는 <Table 5>와 같다. 전문가 그룹 평가 결과를 종합해보면 7개 상황 중 3개 상황은 딜레마 상황으로 적합하지 않은 것으로 판단되어 딜레마 상황에서 제외하였다.


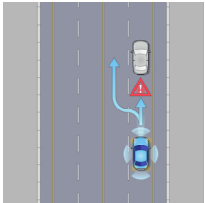
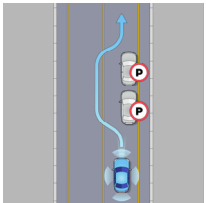
<Table 5> Results of the assessment of the adequacy of the dilemma situation

Situation Name	Assessment of the Adequacy			Results
	Expert Group A	Expert Group B	Expert Group C	
Simultaneous lane change status	4	5	5	Includes dilemma situation
Simultaneous turn with two lanes	2	4	2	Excluding dilemma situation
Simultaneous Left vs Right Turn	2	3	2	Excluding dilemma situation
Standby When Pocket Lane Capacity is Exceeded	1	2	1	Excluding dilemma situation
Standby vehicle avoidance due to pocket lane excess capacity	2	4	4	Includes dilemma situation
Long queues when changing lanes to make a turn	5	5	3	Includes dilemma situation
Spillback expected when crossing an intersection	4	5	4	Includes dilemma situation

1:very inappropriate 2:inappropriate 3:average 4:appropriate 5:very appropriate

심층 인터뷰를 통해 7개의 기존 상황에 대한 평가 이외에 각 그룹별로 생각하는 딜레마 상황에 대한 추가 의견을 수렴하였다. 신규 도출된 딜레마 상황 중 세 그룹에서 공통적으로 도출된 신규 딜레마 상황을 종합하여 세 가지의 신규 딜레마 상황을 도출하였다.

<Table 6> Dilemma situation derived from expert group interviews

Situation Name	Scenario Description	Scenario Selection Reason	Diagram
Unable to detect the vehicle in front due to the geometry	Failing to detect a vehicle waiting in front due to an uphill lane, etc.	Due to the geometry, it must be possible to detect the vehicle ahead even if it is not in sight.	
The vehicle in front is stopped	When the vehicle in front stops while driving, it is difficult to determine whether it is a pause or a stop condition.	When the vehicle in front stops while driving, it must be able to overtake if it does not move for a certain period of time	
When driving in one lane, overtaking a parked vehicle	When driving on a one-lane road, the vehicle crosses the center line due to a vehicle parked on the side of the road	Must be able to overtake a vehicle recognizing that it is a parked vehicle, and be able to pass over the center line if it is necessary to cross the center line	

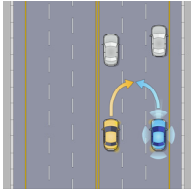
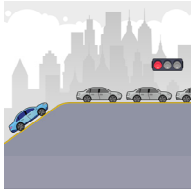
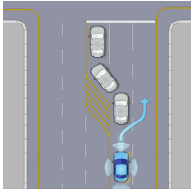
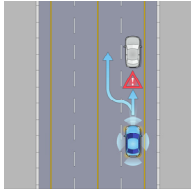
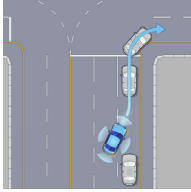
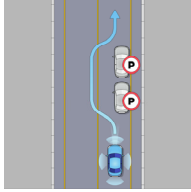

도출된 상황은 기하구조에 의해 전방 차량을 감지하지 못하는 상황, 전방 주행 차량이 정지하는 상황, 편도 1차로 도로 주행 시 주차 차량을 추월해서 주행해야 하는 상황이며 <Table 6>과 같다. 첫 번째 상황인 기하구조에 의해 전방 차량을 감지하지 못하는 상황은 오르막 차로 등 도로의 기하구조로 인해 전방의 대기 차량을 인식하지 못하는 상황이다. 이와 같은 상황에서는 자율주행자동차가 전방의 차량을 예상하고 행동할

필요가 있기 때문에 선정하였다. 두 번째 상황인 전방 주행 차량이 정지하는 상황은 전방 차량이 주행 중 정지 시, 해당 차량의 정지가 일시적인 것인지, 완전한 정지 상황인지를 판단하기 어려운 상황이다. 이러한 상황에서 자율주행자동차는 전방 차량이 일시 정지일 경우 대기 후 전방 차량의 움직임에 따라 주행하고, 정지일 경우에는 추월하여 주행해야 하는 데 이와 같은 판단이 필요하기 때문에 딜레마 상황으로 선정하였다. 세 번째 상황인 편도 1차로 도로 주행 시 주차 차량을 추월해서 주행해야 하는 상황은 편도 1차로 도로 주행 시 가로변에 주차된 차량으로 인해 중앙선을 침범해서 주행해야 하는 상황이다. 두 번째 상황인 전방 주행 차량이 정지하는 상황과 유사하지만 중앙선을 넘어 추월이 가능해야 하므로 딜레마 상황으로 선정하였다.

### 5. 최종 딜레마 상황 도출

전문가 그룹 인터뷰를 통해 기존의 7개 딜레마 상황 중 3개의 상황이 적절하지 않은 것으로 판단하여 제외하였으며, 신규로 도출된 3개의 상황을 포함하여 7개의 최종 딜레마 상황을 도출하였다. 최종 도출된 딜레마 상황은 동시 차로 변경 상황, 포켓차로 용량 초과로 인한 대기 차량 회피 상황, 회전을 위해 차로 변경 시 대기행렬이 긴 상황, 교차로 횡단 시 spillback이 예상되는 상황, 기하구조에 의해 전방 차량을 감지하지 못하는 상황, 전방 주행 차량이 정지하는 상황, 편도 1차로 도로 주행 시 주차 차량을 추월해서 주행해야 하는 상황이며 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Final dilemma situation

No.	Situation Name	Diagram	No.	Situation Name	Diagram
1	Simultaneous lane change status		5	Unable to detect the vehicle in front due to the geometry	
2	Standby vehicle avoidance due to pocket lane excess capacity		6	The vehicle in front is stopped	
3	Long queues when changing lanes to make a turn		7	When driving in one lane, overtaking a parked vehicle	
4	Spillback expected when crossing an intersection		-	-	-

### IV. 딜레마 상황 별 운전 전략

자율주행자동차가 도출된 딜레마 상황에서 안전하고 주변 차량들과 조화롭게 주행하기 위해서는 각 상황에 적합한 운전 전략에 따라서, 주행해야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 각 딜레마 상황에 대하여 「도로교통법」에 의거하여 운전 전략을 수립하였다. 딜레마 상황 별 운전 전략은 「도로교통법」상 주행 규칙을 준수하며, 교통사고와 주위 객체들과의 과도한 상충 등의 위험상황을 회피하고 방지하는 것을 원칙으로 하였다.

행동 전략에 영향을 주는 요인에 대해서 ‘행동 영향 요소’로 구분하였으며, 개별 딜레마 상황마다 통행 우선권을 결정하기 위해 법적 주행 규칙에서 제시한 통행 우선권 판단의 요소를 도출하였다. 도출된 행동 영향 요소는 교통사고 및 「도로교통법」 전문 변호사의 법률 검토와 관련 사고 판례 분석을 통해 해당 상황에서 우선적으로 고려해야 하는 요소에 대한 우선순위(priority)를 선정하였다. 즉, 자율주행자동차가 해당 딜레마 상황에 직면하게 되면 우선순위가 높은 행동 영향 요소를 먼저 고려하고, 해당 행동 영향 요소에 해당하는 행동 전략을 수행하게 된다.

동시 차로 변경 상황에서의 운전 전략은 <Table 8>과 같으며, 「도로교통법」 제19조(안전거리 확보 등), 「도로교통법」 제38조(차의 신호), 「도로교통법 시행령」 별표 2(신호의 시기 및 방법)에 의거하여 운전 전략이 도출되었다. 행동 영향 요소는 Target vehicle 종류, 차량의 상대적 위치, 방향지시등 점등 여부, 주행 차로 정체 상태이며, 각 요소에 따라 우선권 판단, 양보, 차로 변경 시도 등의 행동이 가능하다.

<Table 8> Behavioral strategies in simultaneous lane change status

Factors Influencing Behavior		Behavioral Strategy	Priority
Target vehicle type	Not emergency vehicle	Determining the right-of-way based on the relative location of the vehicle	1
	Emergency vehicle	Yield	
Relative location of the vehicle	Front	Change lane	2
	Behind	Yield	
	Unknown	Right-of-way is determined according to whether the signal light is lit or not	
Whether the signal light is on	Target vehicle's signal light on	Yield	3
	Target vehicle's signal light off	Change lane	
Driving lane is congested		Yield when driving in a congested lane	4

포켓차로 용량 초과로 인한 대기 차량 회피 상황에서의 운전 전략은 <Table 9>와 같으며, 「도로교통법」 제19조(안전거리 확보 등)에 의거하여 운전 전략이 도출되었다. 행동 영향 요소는 전방 교통상황 정보 유무, 주행 차로 정체 상태이며, 각 요소에 따라 대기 후 진행, 차로 변경 등의 행동이 가능하다.

<Table 9> Behavioral strategies in standby vehicle avoidance due to pocket lane excess capacity

Factors Influencing Behavior		Behavioral Strategy	Priority
Information on traffic conditions ahead	Unknown	Driving after waiting	1
	Known	Change lane	
Driving lane is congested	Congested	Driving after waiting	2
	Not congested	Change lane when a safe distance is secured from vehicles approaching from behind.	

회전을 위해 차로 변경 시 대기행렬이 긴 상황에서의 운전 전략은 <Table 10>과 같으며, 「도로교통법」 제 25조(교차로 통행방법), 「도로교통법」 제38조(차의 신호)에 의거하여 운전 전략이 도출되었다. 행동 영향 요소는 대기행렬 위치 및 길이, 변경 차로 후방 차량과의 안전거리, 차선 종류이며, 각 요소에 따라 대기행렬 끝으로 합류, 차로 변경, 차로 변경 포기 등의 행동이 가능하다.

<Table 10> Behavioral strategies in long queues when changing lanes to make a turn

Factors Influencing Behavior		Behavioral Strategy	Priority
Queue position and length	Identifiable	Join at the end of the queue	1
	Not identifiable	Attempt to change lanes while driving slowly during the dotted line section before entering the intersection	
A safe distance from the vehicle behind the change lane	Secured	Change lane	2
	Not secured	Change lane after waiting	
Lane type	Dotted line	Change lane	3
	Solid line	Give up lane change	

교차로 횡단 시 spillback이 예상되는 상황에서의 운전 전략은 <Table 11>과 같으며, 「도로교통법」 제5조(신호 또는 지시에 따를 의무), 「도로교통법」 제25조(교차로 통행방법)에 의거하여 운전 전략이 도출되었다. 행동 영향 요소는 황색시간 이내 교차로 통과 가능 여부 판단이며, 각 요소에 따라 교차로 진입, 대기의 행동이 가능하다.

<Table 11> Behavioral strategies in spillback expected when crossing an intersection

Factors Influencing Behavior		Behavioral Strategy	Priority
Determining whether it is possible to pass the intersection within the yellow signal	Possible to pass	Entering the intersection	1
	Impossible to pass	Waiting	
	Impossible to judge	Waiting	

기하구조에 의해 전방 차량을 감지하지 못하는 상황에서의 운전 전략은 <Table 12>와 같으며, 「도로교통법」 제19조(안전거리 확보 등), 「도로교통법」 제31조(서행 또는 일시정지할 장소)에 의거하여 운전 전략이 도출되었다. 행동 영향 요소는 주행도로의 기하구조이며, 각 요소에 따라 서행/일시정지, 주행이 가능하다.

<Table 12> Behavioral strategies in unable to detect the vehicle in front due to the geometry

Factors Influencing Behavior		Behavioral Strategy	Priority
The geometry of the road	Curved road	Slow down / Pause	1
	Near the ridge		
	Steep downhill		
	Not identifiable	Slow down / Pause	
	Not applicable	Driving	

전방 주행 차량이 정지하는 상황에서의 운전 전략은 <Table 13>과 같으며, 「도로교통법」 제2조, 「도로교통법」 제19조(안전거리 확보 등), 「도로교통법」 제66조(고장 등의 조치)에 의거하여 운전 전략이 도출되었다. 행동 영향 요소는 주정차 판단 요소, 설정된 대기시간 기준, 인접차로 교통상황이며, 각 요소에 따라 추월, 대기, 주행 등의 행동이 가능하다.

<Table 13> Behavioral strategies in the vehicle in front is stopped

Factors Influencing Behavior		Behavioral Strategy	Priority
Parking and stopping judgment factors	Emergency light on	Overtaking	1
	Open the trunk	Overtaking	
	Not identifiable	Stand by for a set time for the vehicle stop ahead	
A set time for the vehicle stop ahead	Below the standard	Waiting	2
	Above the standard	Overtaking	
Traffic condition in the adjacent lane	Not congested	Overtaking	3
	Congested	Waiting	

편도 1차로 도로 주행 시 주차 차량을 추월해서 주행해야 하는 상황에서의 운전 전략은 <Table 14>와 같으며, 「도로교통법」 제13조(차마의 통행)에 의거하여 운전 전략이 도출되었다. 행동 영향 요소는 주정차 판단 요소, 설정된 대기시간 기준, 반대 방향 교통상황이며, 각 요소에 따라 추월, 대기, 주행 등의 행동이 가능하다.

<Table 14> Behavioral strategies in when driving in one lane, overtaking a parked vehicle

Factors Influencing Behavior		Behavioral Strategy	Priority
Parking and stopping judgment factors	Emergency light on	Overtaking	1
	Open the trunk	Overtaking	
	Not identifiable	Stand by for a set time for the vehicle stop ahead	
A set time for the vehicle stop ahead	Below the standard	Waiting	2
	Above the standard	Overtaking	
Traffic condition in the opposite direction	Expected conflict	Driving after waiting	3
	No conflict	Driving	

## V. 결론 및 향후 연구과제

### 1. 결론

본 연구는 보다 안전한 자율주행자동차의 주행을 위하여 복합적인 판단이 필요한 딜레마 상황 도출 및 상황 별 운전 전략 도출을 목적으로 수행되었다. 이를 위하여 자율주행자동차 윤리 가이드라인을 기반으로 딜레마 상황을 정의하였으며, 교통사고 상황과 주행상황을 기반으로 딜레마 상황을 도출하였다. 교통사고 상황은 자동차사고 과실비율 인정기준에서 제시된 차대차 사고 중 딜레마 상황의 정의에 부합하는 상황을 선정하였다. 주행상황은 차량의 교통 흐름에 악영향을 줄 것으로 판단되는 상황에 초점을 맞추어서 도출하였다.

이와 같은 방법으로 도출된 딜레마 상황은 교통사고 빈도수에 기반한 상황이 아니기 때문에 대표성의 한계를 갖는다. 도출된 7가지 딜레마 상황에 대하여 전문가 그룹을 대상으로 심층 인터뷰를 통해 적절성을 검증하였다. 심층 인터뷰 결과 세가지 딜레마 상황이 적절하지 못한 것으로 판단하여 제외하였으며, 심층 인터뷰를 통해 신규 도출된 세가지 딜레마 상황을 추가하여 총 7가지 딜레마 상황을 제시하였다. 제시한 딜레마 상황에 대하여 행동 전략 수립을 위한 행동 영향요소를 탐색하였으며, 「도로교통법」에 따라 행동 전략 및 행동 우선순위를 도출하였다.

## 2. 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구의 한계점은 도출된 딜레마 상황의 대표성이다. 기존의 자율주행자동차 시나리오 관련 연구는 교통사고 상황 별 빈도를 기반으로 대표 시나리오를 도출하였다. 반면 본 연구에서는 상황별 빈도보다는 정의된 딜레마 상황에 대한 부합 여부에만 초점을 두고 상황을 도출하였기 때문에, 해당 상황의 객관적인 대표성이 다소 결여될 수 있다. 따라서, 향후에 도출된 상황별 교통사고 빈도수 파악 등을 통하여 상황의 대표성을 검증할 필요가 있다. 대표성을 검증하기 위한 방안으로 딜레마 상황에 대한 추가적인 전문가 검토가 필요하다. 딜레마 상황 도출을 위해 세 그룹으로 나누어진 7인의 전문가를 대상으로 심층인터뷰를 실시하였지만, 보다 다수의 전문가 의견을 통해 딜레마 상황을 검증하면 도출된 상황에 대한 타당성 및 대표성을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

향후 연구에서는 보행자 및 자전거 등 다양한 객체가 포함된 딜레마 상황에 대해서 탐색하고 이에 대한 운전 전략을 제시할 필요가 있다. 본 연구에서는 차량을 대상으로만 딜레마 상황을 도출하였기 때문에 주행에서 만나게 되는 다양한 객체를 고려하지 못한 한계가 있다. 따라서, 다양한 객체를 포함한 딜레마 상황을 도출하고 해당 상황 별 운전 전략을 도출하여 보다 폭 넓은 주행 상황에 대하여 안전한 주행이 가능할 것으로 기대된다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 국토교통부 도심도로 자율협력주행 안전·인프라 연구 사업의 연구비지원(과제번호 21PQOW-B152473-03)에 의해 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Chae H. S., Jeong Y. H., Yi K. S., Choi I. S. and Min K. C.(2016), "Safety Performance Evaluation Scenarios for Extraordinary Service Permission of Autonomous Vehicle," *Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers*, vol. 24, no. 5, pp.495-503.
- DiCicco-Bloom B. and Crabtree B. F.(2006), "The qualitative research interview," *Medical Education*, vol. 40, no. 4, pp.314-321.
- General Insurance Association of Korea(2019), *Criteria for Recognition of Car Accident Fault Ratio*.
- Jeon H. M. and Shin C. B.(2017), "Development of Wellness Service Concept Scenario Using Smart

- Band for Active Senior,” *Journal of the Korean Society Design Culture*, vol. 23, no. 1, pp.527-536.
- Kim D. D.(2020), <https://www.theguru.co.kr/news/article.html?no=16193>, 2021.11.04.
- Kim J. W., Jeong H. R., Park S. M., Lee J. S., Song B. S. and Yun I. S.(2020), “Developed of Autonomous Driving Ethics Guidelines and Dilemma Scenario,” *Proceedings of KITS Fall Conference 2020*, pp.134-144.
- Menzel T., Bagschik G. and Maurer M.(2018), “Scenarios for development, test and validation of automated vehicles,” *2018 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, pp.1821-1827.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport(2020), *Ethical Guidelines of Automated Vehicle*.
- Organisation Internationale des Constructeurs d’Automobiles(2019), *Future Certification of Automated/Autonomous Driving Systems*.
- Park S. M., So J. H., Ko H. G., Jeong H. R. and Yun I. S.(2019), “Development of Safety Evaluation Scenarios for Autonomous Vehicle Tests Using 5-Layer Format(Case of the Community Road),” *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 18, no. 2, pp.114-128.
- SAE International(2016), *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*.
- Thorn E., Kimmel S. C., Chaka M., Hamilton B. A.(2018), *A framework for automated driving system testable cases and scenarios*, United States, Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.