

# 미래 자율주행 자동차 사고에서 시나리오 기반의 보안 윤리 모델 연구

박 원 형\*

## 요 약

최근 기술의 발전과 더불어 자율주행 자동차가 상용화가 되어 가고 있다. 하지만 자율주행 자동차에 대한 사고가 발생하고 있어 자율주행 자동차의 안전성 문제가 화두가 되고 있다. 또한, 현재 명확한 법률과 보안윤리에 대한 구체적인 가이드라인이 정해져 있지 않는 문제점이 있다. 이러한 가이드라인이 정해지려면 많은 정보와 경험이 필요하다. 본 연구는 과거에서 현재까지 사고 사례를 바탕으로 기본적으로 시나리오 기반의 모델을 정한다. 본 연구는 미래 자율주행 자동차 사고 시 보안윤리에 대한 사고 시나리오 사례를 통한 보안 고려 요소에 대한 모델을 제안 한다.

## Enhancing of Security Ethics Model base on Scenario in Future Autonomous Vehicle Accident

Wonhyung Park\*

### ABSTRACT

Along with the recent technological development, autonomous vehicles are being commercialized. but The accident of autonomous driving car is becoming an issue, and safety problem of autonomous driving car is becoming a hot topic. Also There are currently no specific guidelines for clear laws and security ethics. These guidelines require a lot of information and experience. This study establishes basic guidelines based on cases of accidents from past to present. This study suggests security considerations through case study of security ethics in autonomous car accident.

**Key words : Autonomous Vehicles, Security Ethics, Accident Guideline**

접수일(2018년 12월 4일), 게재확정일(2018년 12월 26일)

\* 극동대학교 산업보안학과

## 1. 서론

현재 모든 자동차 회사는 자율주행 자동차 발전에 많은 노력을 투자하고 있다. 많은 기술들이 발전하면서 점점 상용화가 되고 있는 것이 현실이다. 구글의 자율 주행 소프트웨어 자회사 ‘웨이모’의 자율주행 자동차는 공공 도로 주행 400만 마일(643만 7376km)을 돌파했다. 국내 연구에는 현대 자동차를 예로 들 수 있다. 현재 고급차인 제네시스 차량급 이상의 차량들에서만 우선적으로 운전자 보조 시스템인 ADAS 기능이 적용되고 있다. 현대 측은 향후 2,3년 내에 아반떼, 모닝 등 저가 차량 고객에게도 ADAS 시스템을 기본적으로 쓸 수 있도록 최적화를 목표로 두고 있다. 그리고 더 견고한 인프라와 가이드라인을 잡기 위해 한국은 K-City 라는 실험 도시를 만들기도 하였다. K-City는 자율주행 자동차가 교통사고를 충돌하기 전 안전도를 확보할 수 있는 기술을 모색할 수 있다. 또한, 충돌 이후에도 안전도를 측정하기 위해 개발 되어가고 있다. 자율주행 자동차 교통사고가 날 상황을 가정하여 이 도시를 개발할 예정이다. 자동차안전연구원 자율주행 연구처장의 신재곤 처장은 2020년에 자율주행을 지원할 수 있는 인프라 도로를 자동차 전용도로 위주로 개발할 것 이라고 밝혔다. 또한, 기술과 제도가 서로 협력적인 체제를 구축하여야 완벽한 제품이 나오는 만큼, 정부 또한 상용화에 맞게 개편해 나갈 것이라는 입장을 내세우기도 하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 미래 자율주행 자동차 기술

ADAS 시스템은 여러 가지 기술이 적용되고 있다. 첫 번째 기술은 ASCC 기술이다. 이 기술은 운전자가 가속페달과 브레이크를 사용하지 않아도 차량 간의 거리를 조절해주는 역할을 한다. 두 번째 기술은 LKAS(Lane Keeping Assist System) 이다. 이 기술은 운전자가 핸들에서 손을 떼도 알아서 차선을 유지해주는 차선 유지 보조시스템이다. 그리고 마지막 기술은 HDA( Highway Driving Assist

ant) 이다. 이 기술은 고속도로 상황에서 페달과 핸들을 잡지 않은 운전자를 도와주는 시스템이다[1].

일반적인 자율주행은 인지(도로, 교통상황, 날씨 등), 상황대처판단, 제어(차량제동) 등의 일련의 과정을 거쳐 수행하게 된다. 따라서 보다 정확하고 빠르게 주변 상황을 인지할 수 있어야 하고, 이를 위해 센서와 함께 V2X(Vehicle to Others : 차량과 주변 환경 간 통신 기술), V2V(Vehicle to Vehicle : 차량과 차량 사이 통신 기술) 정밀지도 등을 종합적으로 활용하고 있다. 이런 기술들이 발전함에 있어, 문제점들이 많이 발생하고 있다. 이번 본 논문에서는 판단(상황 대처)에 대한 문제점을 다룰 것이다. 상황 판단의 문제는 트롤리 딜레마처럼 정해진 답이 없다. 본 논문은 자율주행 자동차의 사고 사례와 경험을 바탕으로 작성되며, 추가적으로 여러 가지 경우를 생각해 보았다.

### 2.2 보안이벤트 감시 인터페이스

자율주행 자동차의 인지능력 기술은 크게 3가지로 분류가 된다. 인간의 눈처럼 자율주행 자동차도 자동차에 장착된 카메라, 레이더(Radar), 라이다(Lidar)를 통해 정보와 주변 환경을 파악하고, 스캐너로 정확한 정보를 습득하여 인지하도록 되어 있다. 카메라, 레이더(Radar), 라이다(Lidar)의 정의는 다음 <표 1>과 같다.

< 표 1 > 인지능력 기술 정의

Name	Function
Radar (Radio Detection And Ranging)	To measure the distance, velocity and angle of an object Sensors using electromagnetic waves
Lidar (Light Detection and Ranging)	The principle is similar to a radar, but a precise sensor that can observe a blind spot that radar can not see using light instead of electromagnetic waves
Camera	Sensor that acquires lane or pedestrian through image of optical system and processes it after detecting it

또한, 인지능력을 정교화하기 위해 미리 선행 학습을 하고 있다. 선행 학습이란, 공모전이나 프로그램을 만들 때 보행자의 정보와 일반 더미의 정보를 입력하여 무엇이 우선순위가 되는지 구별하는 기준을 학습이라고 한다[2]. 평소 팔, 다리, 머리 등 보편적으로 사람이라고 판단할 수 있는 특징을 모아 미리 자동차에 학습시키고, 이런 기반에서 자동차는 카메라를 통해 그 특징을 포착, 미션을 완수하는 것. 이는 관련 사례가 많아질수록 인지 능력도 정교해지기 때문에 각각의 상황에 따라 가능한 많은 사례를 수집하고 있다[3]. 자율주행 자동차의 프로세스는 아래 (그림1)과 같다.



(그림 1) 자율주행프로세스

### 2.3 자율주행 자동차 사고사례 조사

018년 03월 19일(현지시각) 미국 애리조나 주 템피(Tempe) 시에서 49세 여성 보행자가 65km/h로 시험 주행 중이던 우버 자율주행 자동차(볼보XC90)에 치여 사망했다. 운전자는 자율주행 모드로 주행하던 중 도로를 건너던 보행자를 치었다[4]. 이치

럼 자율주행 자동차는 현재 기술적인 측면에서도 불완전 하다고 볼 수 있다. 이번 사고는 판단이 아닌 자율주행 자동차가 보행자를 인지 못했다고 알려지고 있다. 또한, 2018년 05월 29일(현지시각) 미국에서 테슬라 전기자동차가 자율주행을 하던 도중 경찰차와 충돌하였다. 전기자동차는 자율주행 기능인 오토파일럿 기능을 켜진 상태였다고 한다. 운전자는 가벼운 상처를 입었고 경찰차에는 사람이 타있지 않은 상황이라 피해는 적었지만 이러한 사고들이 꾸준히 발생하고 있다. 이처럼 아직 자율주행 자동차의 기술이 조금 더 개발이 되어야 된다고 생각한다[5].

< 표 2> 자율주행자동차 사고 현황 [6]

Accidents Case	Attack Method
테슬라 원격 Hacking	차량용 웹브라우저 취약점 이용 악성코드 설치 유도 차량 원격 제어
Jeep Hacking	OBD II를 통해 변조된 FW를 타겟 ECU 주입
BMW system 변조	VIN 인증 취약점을 이용한 인증 우회 BMW 온라인 서비스 웹 어플리케이션의 비밀번호 기반 토큰 시스템 초기화(XSS 취약점 이용)
PHEV Hacking	차량 Wi-Fi 접속 구간에서 PSK 크래킹, 바이너리 프로토콜 분석, 차량 제어권 획득
GM Onstar Hacking	OwnStar라는 도청장치를 부착 도청정보를 분석하여 원격 제어 메시지 전송
A p p Repackaging Hacking	스마트폰용 텔레매틱스 앱을 위변조 변조된 앱을 통한 차량 도어락임의 제어
AVN 펌웨어 Repackaging	KIA의 UVN 펌웨어 변조 차야 문 임의 개폐
도요타 프리우스 Hacking	CAN 버스 리버스 엔지니어링
TPMS 취약점 공격	TPMS 통신 데이터 수집 프로토콜 분석

### 2.4 자율 주행 자동차 윤리적 사고 연구

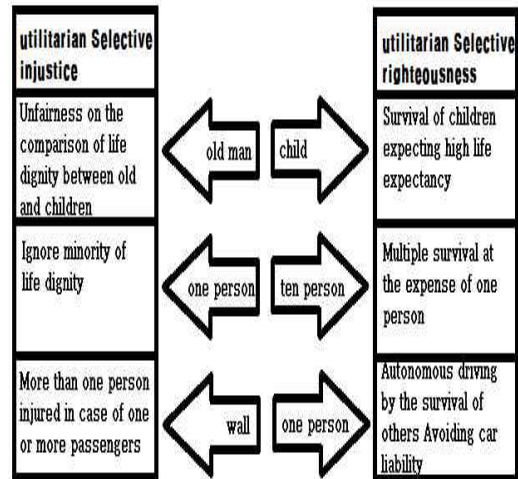
자율주행 자동차를 만들기 전 발생 가능한 사고의 경우의 수를 두고 상황에 대한 대응 알고리즘을 찾아내고 프로그램을 만들 필요가 있다. 하지만 알고리즘을 개발하기 위해서는 윤리적인 기준을 명확하게 잡아야 한다. 현재 자율주행 자동차의 개발이 완료되려면 알고리즘이 필요한 상황이다. ‘라환’이라는 MIT미디어 랩의 부교수는 이러한 윤리적 딜레마에 대해 연구하는 스케일러블 코퍼레이션(Scalable Cooperation)팀을 운영하고 있다. 그들은 2014년에 특정적으로 일어나는 결과를 생성하는 가능성과 그 결과에 대한 중요성을 판단하는 컴퓨터 이행 방법을 위한 특허를 제출한 바가 있다. 메르세데스 벤츠 회사는 보행자보다는 운전자의 안전을 더 생각한다고 입장을 표했고 스케일러블 코퍼레이션의 팀은 현재 모럴 머신이라는 플랫폼을 개발하여 수많은 경우의 포함하여 다양한 딜레마를 생성한 후, 전 세계 사람들에게 설문조사를 실시하기도 하였다. 독일의 경우 나이, 성별과 같은 신체에는 차이를 두지 않다고 했고 사고가 났을 때, 사고를 유발하는 책임자를 향한다고 했다. 하지만 지금 전 세계적으로 가치가 다를 수 있기 때문에 정해진 기계 윤리는 정해지기 쉽지 않다[7][8][9][10][11].

## 3. 시나리오 기반 윤리적 보안 고려요소

### 3.1 인명피해 정도에 따른 시나리오

자율주행 중 회피할 수 없는 사고발생 상황을 인명피해 정도에 따라 정의하였다. 이에 따라 대표적인 딜레마 시나리오를 노인과 어린이의 선택, 1인과 10인 중 선택, 자신과 타인 중 어느 쪽의 희생을 선택하는 것이 윤리적으로 정당한가를 고려해 보았다. 현재 적용되고 있는 윤리적 문제는 행위의 동기를 배제하고 결과를 기준으로 삼아 최대 다수의 행복을 추구하는 것이 공리주의적 윤리설이다. 자율주행 중 갑작스런 사고를 마주하여 피할 수 없는 상황에 직면했을 때, 기대수명에 따른 미

리효용을 비교하여 어린이를 존중하고 노인을 희생될 수 있다. 하지만 노인이 만약 사고 상황에 이르기 전까지 축척한 경험과 사회적 지휘가 클 경우가 있어서 이러한 상황에서 윤리적으로 판단은 매우 어려울 수 있다. 또한, 사고를 직면한 보행자가 1인 이거나 10인 경우, 공리주의에 입각하여 다수의 생명을 구하는 방법을 선택한다고 했을 때, 1인을 희생해야 된다는 의견이 다수의견이지만 이 의견이 바람직한 선택인가에 쉽게 답할 수 없을 것이다. 마찬가지로 경우로 보행자 그 누구도 안 다치게 할 수 있지만, 운전자 자신을 다치게 하는 방법을 선택하는 운전자는 극히 드물 것이며 소비자 입장에서 불편한 부분이다.

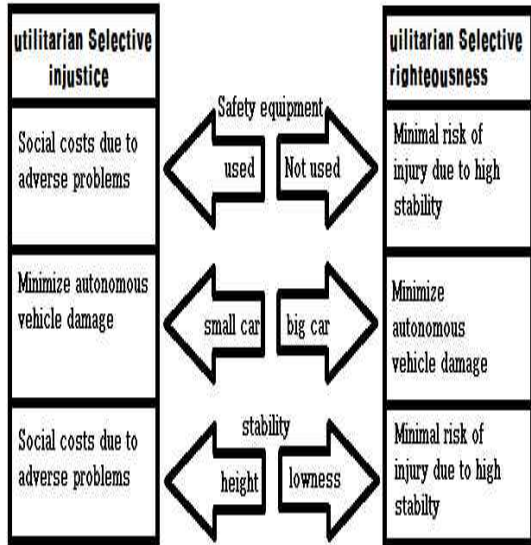


(그림 2) 인명피해에 대한 윤리

### 3.2 역선택(Adverse Selection) 문제 발생

피할 수 없는 사고가 불가피하게 다가오면 다수의 행복을 위해 최소한의 피해를 선택해야 하지만 다수의 편익을 최대화 하지 못하는 경우도 다가올 수 있다. 예를 들어, 자율주행 중 마주 오는 두 대의 이륜자동차가 올 경우 안전장비를 잘 한 이륜자동차를 선택하여 사고가 발생한 경우, 인명피해는 최소화 할 수 있다. 그러나 추 후 이륜자동차의 입장에서는 안전장비를 하면 할수록 자율주행 자

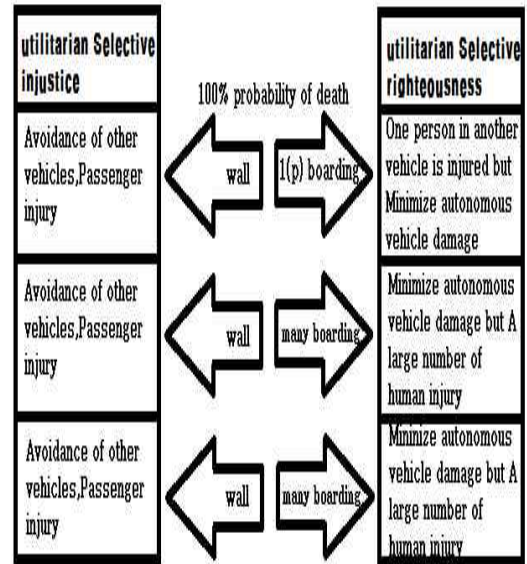
동차가 인식하여 이륜자동차의 운전자를 칠 것을 생각하여 운전자입장에서 불만은 가질 것이다.



(그림 3) 역 선택에 대한 윤리

### 3.3 충돌 시 피해의 규모가 불확실한 시나리오

자율주행 자동차가 마주해오는 1인이 탑승한 자동차와 충돌해야 하는 상황이 있다고 가정하면 자율주행 자동차는 다가오는 자동차와 충돌할지, 피하고 옆의 벽과 충돌할지 두 가지를 선택할 수 있다. 만약 벽과 충돌을 하는 것을 가정하면 이는 피해의 규모가 100%라고 할 수 있다. 하지만 마주해오는 차와 충돌하면 피해의 규모는 100%이하의 확률이다. 이러한 경우는 피해는 줄일 수 있지만 타인과 충돌로 인한 피해에 대한 책임이 발생한다. 경우를 늘려 마주해오는 차량에 탑승인원이 다수 또는 어린이를 포함한다는 경우에는 피해를 최소화하기 위해 벽과 충돌 한다면 이는 사회적 최선을 위해 개인을 희생시키는 선택이 되며, 윤리적으로 정당한가에 대한 의문이 제기될 수 있다. 만일 마주 오는 차량과 충돌을 선택했다면, 자율주행 자동차는 사고피해에 대한 책임이 발생한다.



(그림 4) 충돌 시 피해의 규모에 대한 윤리

자율주행 자동차를 만들기 전 발생 가능한 사고의 경우의 수를 두고 상황에 대한 대응 알고리즘을 찾아내고 프로그램을 만들 필요가 있다. 하지만 알고리즘을 개발하기 위해서는 윤리적인 기준을 명확하게 잡아야 한다. 현재 자율주행 자동차의 개발이 완료되려면 알고리즘이 필요한 상황이다. ‘라환’이라는 MIT미디어 랩의 부교수는 이러한 윤리적 딜레마에 대해 연구하는 스케일러블 코퍼레이션(Scalable Cooperation)팀을 운영하고 있다. 구글은 2014년에 특정적으로 일어나는 결과를 생성하는 가능성과 그 결과에 대한 중요성을 판단하는 컴퓨터 이행 방법을 위한 특허를 제출한 바가 있다. 메르세데스 벤츠 회사는 보행자보다는 운전자의 안전을 더 생각한다고 입장을 표했고 스케일러블 코퍼레이션의 팀은 현재 모럴 머신이라는 플랫폼을 개발하여 수많은 경우의 포함하여 다양한 딜레마를 생성한 후, 전 세계 사람들에게 설문조사를 실시하기도 하였다. 독일의 경우 나이, 성별과 같은 신체에는 차이를 두지 않다고 했고 사고가 났을 때, 사고를 유발하는 책임자를 향한다고 했다. 하지만 지금 전 세계적으로 가치가 다를 수 있기 때문에 정해진 기계 윤리는 정해지기 쉽지 않다.[7]

## 4. 제안하는 윤리적 보안 모델

### 4.1 우선순위 행동

무수히 많은 경우의 수가 존재하지만, 기본적으로 우선순위를 뒤야 한다. 먼저 낮은 중요도 1부터 높은 중요도 5까지의 점수를 준다고 가정해 보았다. (단, 행동은 점수를 정하는 시스템이 적용되지 않는다.) 차량 사고가 나는 이유는 여러 가지의 경우가 있다. 예를 들어 도로의 상태, 졸음운전, 과속 운전, 음주운전 등의 경우가 무수히 많다. 하지만 자율주행 자동차를 기준으로 보았을 때의 경우는 타 차량 혹은 타인에 의한 잘못을 생각하게 된다. 이 부분에서 나이, 사회적 지위는 제외가 된다. 차량의 경우 10대 중과실이 존재한다. 신호위반, 중앙선 침범, 속도위반, 횡단보도 사고, 무면허 운전, 음주운전, 추월방법 위반, 건널목 통과방법 위반, 인도돌진, 개문발차기 있고 사람의 경우 무단횡단, 무리한 승하차 등이 있다. 이와 같이 특성 사물이나 사람이 옳지 못한 행동을 하여 사고가 날 상황이라면 나이와 사회적 지위를 반영하지 않고 옳지 못한 행동을 한 특정 사물이나 사람에게 방향을 정해야 한다.

### 4.2 우선순위(나이)

현재 다수 나라의 경우 저 출산 고령화 사회로 인한 문제가 심각하다. 최근과 미래의 연도별 출산율 전망 통계는 아래 표와 같다.

<표 2> 미래 연도별 출산율 예상 통계

Variables	2010y	2030y	2060y
Annual fertility rate forecast	470,000	410,000	290,000

고령화 사회의 기준은 전체 인구 중에서 65세

이상의 나이를 가진 노인 인구의 비율이 높아지는 현상을 말한다. 그 중에서도 노인 인구의 비율이 7% 이상일 때에는 고령화 사회라고 부르며, 14% 이상일 때는 고령 사회라고 하고 20% 이상일 때는 초 고령 사회라고 말한다. 노인이 많아지고 출산율이 적으면 산업 활동을 하는 노동력 부족과 소비 인구가 감소하여 국내 시장 수요가 줄어들고 국가의 경쟁력을 약화시킬 수 있다. 이에 따라 나이에 따른 점수를 준다. 상대적으로 어린 나이면 3~5점이 주어지고, 나이가 먹을수록 점수가 떨어진다. 그리하여 다수 대 다수 중 어느 쪽의 점수가 높은가를 자율주행자동차가 인지하고 낮은 점수로 방향을 가는 것이다.

### 4.3 우선순위(사회적 지위)

만약 다수 대 다수를 보았을 때, 점수가 같은 경우를 생각해 보아야 한다. 나이로 점수를 주고 자율주행자동차가 인지를 했을 때, 점수가 같으면 이전 사회적 지위 또 다른 말로 미래에 대한 인재를 확인 하여 자율주행자동차가 인지를 한다. 예를 들어, 점수가 같아 다음 단계인 사회적 지위를 확인한 결과 한쪽에는 나라에 필요한 공무원이나 극단적으로 한 나라의 대통령이라고 가정하면 공무원과 중요 계급에 대해 점수를 높게 주고 일반 실업자나 무직인 사람 등 낮은 계급에게는 낮은 점수를 주어 자율주행 자동차의 프로그램은 중요도 순으로 판단 할 수 밖에 없다.

### 4.4 우선순위(운전자)

운전자의 경우 자율주행 자동차의 소비자 이다. 기업에서 중요한 부분 중 하나는 소비자의 안전이라고 생각한다. 만약 내가 운전자라면 당연히 목숨을 걸어서 까지 타고 싶지는 않을 것이다. 운전자의 경우 자신의 목숨이 보장된다면 그 제품을 선호할 것이다. 이처럼 자율주행 자동차는 운전자의 안전을 최우선으로 하는 것이다. 점수가 높고 낮음의 따라 움직이는 것이 아닌 우선 운전자의 피해를 최소한으로 생각한 뒤, 점수를 정하는 시스템이 적용되어야 한다.

## 5. 결론

본 논문은 일반적이거나 제한적인 것에 대해 가정하여 한계를 정의하였다. 성별과 인종 및 신체 차이에 대해서는 경우를 두지 않았으며, 현재 저출산 고령화 사회가 점차 심각해짐에 따라 이와 같은 결과가 도출 되었다. 나이는 지금 가장 중요하다고 판단하여 우선순위에서 사고유발자를 제외하고 우선으로 두었다. 자율주행 자동차의 프로그램은 사고를 유발하지 않다는 가정을 놓고 생각을 해본 결과, 그 사고가 발생한 원인에게 책임을 돌려주는 방식이다. 또한, 운전자의 목숨은 확실히 보장된다는 가정 하에 운전자에게 최대한 적은 피해를 입는 쪽으로 설계한 뒤, 각각의 중요도를 측정할 수 있는 시스템을 도입하여 낮은 점수에게 향해지도록 설계를 한다. 점수는 나이를 우선으로 하고 점수가 같을 경우 사회적 지위를 따져 점수가 정해진다. 한 집단에 극단적으로 계급이 높은 대통령이 있다고 가정하더라도 점수가 다른 집단보다 낮으면 과감히 방향이 달라 질 수 있다. 또한, 경험을 통해 자율주행 자동차에게 학습할 수 있도록 해주는 것도 하나의 방법이다. 사고 상황을 가정하고 가정한 것을 학습시킨다. 그리하여 많은 상황들에 대처할 수 있도록 기술적으로 접근 하여야 한다. 점수를 정하는 시스템 같은 경우 핸드폰에 개인 정보를 활용하고 빅 데이터화 하여 각각의 점수를 상대화 할 수 있을 것이다. 현재 자율주행 자동차의 기술적인 측면은 완벽하나 시장에 나올 수 없는 이유 중 하나는 윤리적인 문제이다. 본 논문은 제한적인 사항에서 연구한 것이며 향후 여러 가지 고려되어야 하는 많은 문제가 발생할 가능성이 많아 추가적인 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] Steven, "What is the future of autonomous vehicles in Korea?" 2017. May.
- [2] HMG JOURNAL, "Triangle to complete autonomous driving ① How do you know?" 2014. Dec.
- [3] Slideshare "Autonomous driving car learning technology" 2017, Oct.
- [4] MOTOR GRAPH, "'Concerns to reality' UBER Autonomous, Death due to artificial intelligence error", 2018, Mar.
- [5] 양현중, "Tesla Electric car accident... Received a police car from America" 2018. May.
- [6] 과학기술정보통신부, 정보통신기술진흥센터, 지능형 자동차보안 위협 및 대응방안 보고서, 2017
- [7] Thomas Macaulay. "An ethical dilemma facing autonomous vehicles. 2018, Mar.
- [8] 김규욱 외 4명, Basic Study on Autonomous Automobile Ethics and Driver's Acceptability, Nov,2016.
- [9] <http://blog.daum.net/solsoop7/16154520>, 자동차 10대 중과실 목록, 2009, Mar.
- [10] 통계청, "Influence of low fertility and aging", 2017, Nov.
- [11] 에듀넷·티-클리어, "Low fertility aging society" Low fertility·Aging society, 2017.

————— [ 저 자 소 개 ] —————



박 원 형 (Wonhyung Park)

2002년 서울과학기술대학교  
산업정보시스템공학과 공학사

2005년 서울과학기술대학교  
정보산업공학과 공학석사

2009년 경기대학교  
정보보호학과  
이학박사

2015년 성균관대학교  
교과교육학 교육학박사 수료

2012년~현재 극동대학교  
산업보안학과 부교수/학과장  
email : [whpark@kdu.ac.kr](mailto:whpark@kdu.ac.kr)