

3단계 자율주행자동차의 상용화를 위한 두 가지 핵심 기술  
- 제어권 전환 기술과 프로그램



담당교수 : 김윤희  
이 논문을 글쓰기2 최종 논문으로 제출함.

2018년 6월  
2017103733  
소프트웨어융합학과  
우수진

## 목차

### I. 서론

1. 연구목적
2. 기존 연구동향 및 연구방법

### II. 3단계 자율주행자동차

1. 단계별 자율주행 자동차

### III. 제어권 전환 방식

1. 알람을 통한 제어권 전환
2. 정차 후 제어권 전환
3. 법적제제

### IV. 프로그램

1. 프로그램 입력의 필요성
2. 피해 최소화 프로그램
3. 윤리적 문제

### V. 결론

### VI. 참고문헌

#### I. 서론

##### 1. 연구목적

3단계 자율주행자동차는 완전자동화가 아닌 부분자동화이다. 따라서 자동화 기술에 의해 자동차가 주행을 하기도 하지만 상황에 따라서는 인간도 운전을 해야 한다. 즉, 인간은 탑승자가 아닌 운전자로서의 역할 하게 된다. 때문에 “운전의 주체가 운전자에서 자동차, 자동차에서 운전자로 전환되는 상황들이 발생”한다.<sup>1)</sup> 따라서 찰나의 순간에 신속하고 안전하게 제어 권을 전환해내는 ‘제어권 전환’ 기술이 핵심이 될 것이다.

한편 인간이 개입을 하지 않을 때에는 자동차가 스스로 판단을 하며 완전자율주행을 하게 된다. 이를 위해서는 사전에 프로그램이 입력되어 있어야 하는데 여기서 ‘프로그램’이란 자율주행자동차의 판단의 기준이 된다. 그렇기 때문에 이 또한 3단계 자율주행자동차의 핵심 기술이라 판단하였다.

결론적으로, 이 논문에서는 3단계 자율주행자동차의 성공적인 상용화를 위하여 ‘제어권 전

1) 최명진, 「자율주행자동차의 제어권 전환방식 설계가이드 연구」, 아주대학교 석사학위 논문, 2017, 5쪽

환'과 '프로그램'에 관하여 연구하고자 함을 밝힌다.

## 2. 기존 연구동향

제어권 전환에 관한 국내 기존연구는 제어권 전환 시 알림 방법에 대한 연구가 대부분이다. 그리고 국외의 경우 제어권 전환 알림 시 운전자들의 반응 시간을 측정하며 운전자로의 제어권 이양 가능성에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다. 그러나 본 연구에서는 새로운 알림 방법 및 제어권 전환방식을 제시하여 기존의 제어권 방식에서 부족하게 느꼈던 부분을 보완하고자 한다. 또한 법적제제사항을 제시하여 제어권 전환 기술의 안전성을 확보하고자 한다.

또한 자율주행시에는 자동차가 스스로 상황을 판단하게 되는데 이를 위해서는 '프로그램'이 필요하다. 그러나 기존의 연구에서는 윤리적, 법적 문제 등의 합의가 이루어지지 않았기에 명확한 해결책을 제시하는 논문이 없다. 그러나 이 논문에서는 자율주행자동차에 입력될 프로그램의 default상태(초기상태)를 제시하고자 한다. 뿐만 아니라 윤리적 문제가 발생할 수 있는 상황에 어떤 알고리즘을 적용할 것인지에 대한 방법을 제시하겠다.

## II. 3단계 자율주행자동차

세계적으로 자율주행자동차의 개발 경쟁은 뜨겁게 이루어지고 있다. 오늘날 인공지능 기술의 발달로 자동차 업계는 물론, IT 업계까지 자율주행차를 선보이고 있는 추세이다. 이런 추세 속에서 자율주행 자동차를 개발하는 기업들은 2020년까지 3~4단계 자율주행자동차의 상용화를 추진하고 있다.

미 도로 교통안전국(NHTSA)의 분석에 따르면 미국 교통사고의 94%가 판단실수 등 운전자의 부주의로 인한 것이라고 한다. 따라서 자율주행차가 이를 적절히 제어한다면 2030년 이내로 교통사고 사망자 수를 현재 대비 90%정도 감소시킬 것으로 보인다.<sup>2)</sup> 또한 차량이동 중에도 업무를 보거나 휴식을 취할 수 있게 함으로써 생산성 향상에 기여할 것이다. 뿐만 아니라 자율주행자동차의 상용화는 온실가스배출 절감, 도심 주차난 해소, 장애인의 차량이용 불편 해소 등과 같은 여러 가지 긍정적인 변화들을 불러일으킬 것으로 보인다.<sup>3)</sup> 그리고 이러한 변화에 발맞추어 정부 또한 2020년까지 3단계 자율주행자동차의 일부 상용화 달성을 목표로 하고 있다.<sup>4)</sup>

### 1. 단계별 자율주행 자동차

미 도로교통안전국(NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration)에서는 자율주행기술을 0단계(Level 0)부터 4단계(Level 4)까지 총 5단계로 분류하고 있다. 구체적으로는 0단계(비자동화, No-Automation), 1단계(기능제한자동화, Function-specific Automation), 2단계(복합기능자동화, Combined Function Automation), 3단계(제한된 자동화, Limited Self-Driving Automation), 4단계(완전 자동화, Full Self-Driving Automation)로 분류된다.<sup>5)</sup>

2) 송고, "자율주행차 시대엔 교통사고 감소...사고원인의 90%는 운전자", 『연합뉴스』, 2017년 11월 2일.

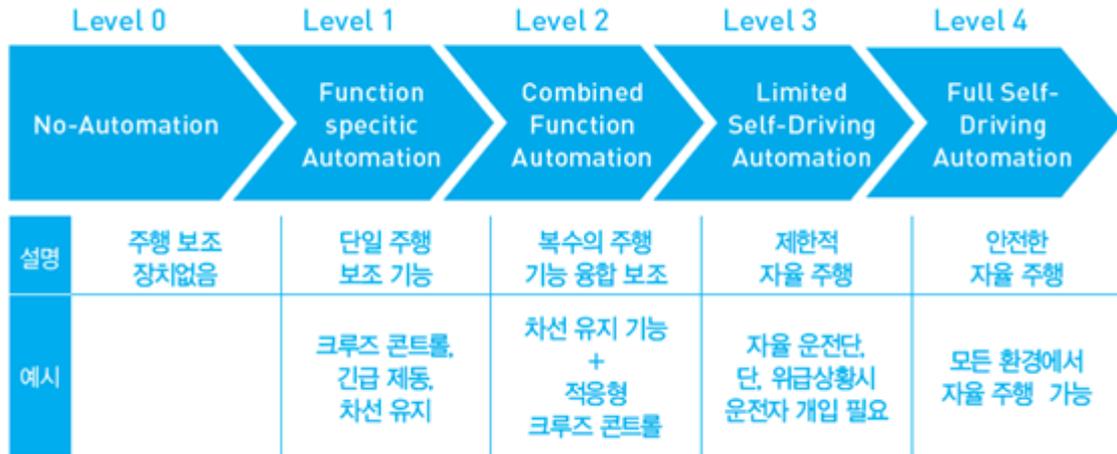
<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/11/02/0200000000AKR20171102177800003.HTML>

3) 박형근, 「자율주행자동차를 둘러싼 논란」, 『POSRI 이슈리포트』 8, 포스코경영연구원, 2016, 6~8쪽

4) 이상홍, 「해외자율주행자동차정책동향」, 『정보통신기술진흥센터』 6, 정보통신기술진흥센터 기술정책단 정책기획팀, 2016, 6쪽

5) "NHTSA", <http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation>

그림1. 자율주행 단계별 진화 (출처 : NHTSA)



그리고 이 중에서도 제 3단계는 '제한된 자동화(Limited Self-Driving Automation) 단계'로서 특정한 도로 및 운행 환경에서 차량의 모든 기능을 자동적으로 제어하는 것이 가능하다. 즉, "고속도로, 도심 내 교차로, 신호등, 횡단보도 등을 인식하여 주행할 수 있으며 차량을 자동으로 제어 및 차선 변경까지도 가능한 단계"이다.<sup>6)</sup> 그러나 특정상황에서는 운전자의 제어가 요구되며 이때 자율주행시스템은 "운전자에게 경보신호를 제공하여 제어 권을 전환할 수 있도록 예정"되어 있다.<sup>7)</sup> 그리고 4단계가 되어야 완전자동화가 이루어지며 비로소 인간은 더 이상 '운전자'가 아닌 '탑승자'가 된다.

### Ⅲ. 제어권 전환방식

3단계 자율주행자동차의 경우 특정 구간 내에서는 운전자의 개입 없이 완전자율주행이 가능하다. 그러나 고속도로에서 벗어나는 경우, 공사 및 사고현장 등으로 인해 기존 차선유지가 어려운 경우, 차선의 구분이 명확하지 않은 경우 등의 특정 상황에서는 운전자의 개입이 요구된다.<sup>8)</sup> 이처럼 특정 상황에서는 자동차에서 운전자로 제어권이 이양되어야 한다. 그리고 이때 기술의 핵심은 찰나의 순간에 신속하고 안전하게 제어권을 전환하는 것이다.

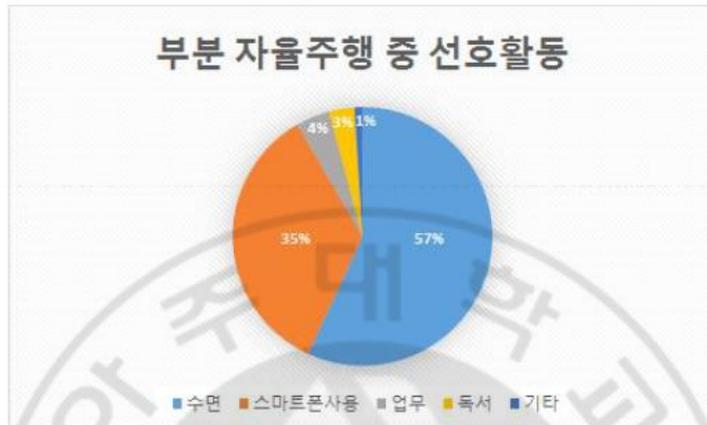
tation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development

6) 최명진, 앞의 논문, 15쪽

7) 이준섭, 「Level 3의 자율주행자동차 상용화를 위한 도로교통법의 개선방안」, 『아주법학』 1, 아주대학교 법학연구소, 2017, 6쪽

8) 박성호, 정하림, 김경현, 윤일수, 「고속도로 자율주행자동차 제어권 전환」, 『한국ITS학회논문지』 2, 한국ITS학회, 2018, 5쪽

그림 2. 부분 자율주행 중 선호활동 사전 설문 통계 비율  
(출처 : 최명진, 앞의 논문, 17쪽)



그러나 부분 자율주행 중 선호활동에 관한 설문 조사결과를 보면 95명의 20대 설문 응답자 중 57%가 '수면을 취할 것'이라고 응답하였음을 알 수 있었다. 그리고 이 외에는 '스마트폰 사용', '업무', '독서'와 같은 응답도 있었다.<sup>9)</sup>

#### 1. 알람을 통한 제어권 전환

이처럼 설문조사 결과분석을 통해 자율주행상태에서 안일하게 있던 운전자들에게 제어권을 신속하게 이양하는 것이란 쉽지 않음을 알 수 있다. 이에 따라 기존의 알림 방식은 다소 허술하다고 판단하였다.

갑작스레 돌발 상황이 발생하였다고 해보자. 이때 다른 일을 하고 있는(특히나 수면) 운전자에게 어떻게 하면 제어권을 신속하고 안전하게 넘겨줄 수 있을 것 인가. 이러한 상황에서는 경보음이나 Display 표시와 같은 알림은 부정확하고, 안전하지 못한 방법이 될 것이다.

따라서 시트에 진동을 준다거나, 의자의 높낮이를 자동적으로 변형시키는 등의 새로운 방법이 필요하다고 본다. 안전한 주행을 이어나가려면 물리적인 자극을 가해서라도 운전자가 제어권을 이양 받아야하는 상황임을 인지할 수 있도록 해야 한다.

#### 2. 정차 후 제어권 전환

자율주행차의 제어권 전환을 '안전성'측면에서 문제를 바라보았고 이를 통해 '정차 후 제어권을 전환하는 방식'을 떠올릴 수 있었다. 3단계 자율주행자동차의 경우 '특정구간'을 인지할 수 있다. 이에 따라 "운전자가 설정한 특정 구간에 진입하게 되면 운전의 주체는 운전자에서 차량으로 전환"되고 완전자율주행이 시행된다. 그리고 "특정 구간을 벗어나기 전에 차량에서 운전자에게로 제어권이 전환"된다.<sup>10)</sup> 이때 '정차 후 제어권 전환' 방식을 도입하면 자동차가 도로상황을 인식하여 안전하다고 판단되는 곳에 정차를 한 뒤, 운전가가 서두르지 않고 안전하게 제어권을 넘겨받을 수 있게 된다.

9) 최명진, 앞의 논문, 16쪽

10) 최명진, 앞의 논문, 16쪽

### 3. 법적제제

ETRI에 의하면 사람이 차량의 수동운행 요청을 인지하고 제어권을 장악하기까지 평균 4.32초가 걸린다고 한다.<sup>11)</sup> 5초가 가장 성공적인 제어권 전환 시간임을 고려했을 때 아슬아슬한 시간이다.<sup>12)</sup> 그러나 운전자가 수면상태에 있다고 한다면 소요시간은 훨씬 늘어날 것이다.

3단계 자율주행자동차는 완전자동화가 아닌 제한된 자동화 단계에 있다. 따라서 아무리 완전자율주행상태라 하더라도 여전히 인간은 '승객'이 아닌 '운전자'이다. 그런 운전자에게 도로위에서 '수면'활동을 하는 것은 있을 수 없는 일이다. 따라서 '수면'활동으로 인해 사고가 난다면 운전자에게 책임을 물도록 하는 법률마련을 경각심을 일으켜줘야 할 것이다.

## IV. 프로그램

### 1. 프로그램 입력의 필요성

"비상 상황에서 반응속도가 더 늦은 인간이 개입하도록 하는 것은 대응의 지체로 인해 오히려 더 큰 사고를 야기할 수 있다."<sup>13)</sup> 따라서 알람을 통한 제어권 전환방식은 "운전자가 상황을 인지하고 판단"하여 제어권을 이양 받을 수 있는 충분한 시간이 확보되었을 때 이루어져야 한다.<sup>14)</sup> 때문에 제어권 전환이 실패하더라도 자동차는 스스로 판단하여 안전한 주행을 계속해 나가야 한다. 이를 위해서는 자율주행자동차에 프로그램이 입력되어야 한다.

### 2. 피해 최소화 프로그램

"비록 완전하지는 않지만 자율주행차가 스스로 판단한 상황 하에서 손해를 최소화하는 조치를 취하도록 하는 것"이 인간의 대응지체로 인해 사고 규모가 더 커지는 것을 막을 수 있을 것이다. 따라서 자율주행자동차가 긴급 상황 발생 시에 스스로 판단하여 피해를 최소화할 수 있도록 하는 프로그램의 입력이 필요하다고 판단하였다.<sup>15)</sup>

자율주행자동차에는 정적 장애물과 동적장애물(차량, 보행자 등), 도로표식, 신호등신호 등을 인식할 수 있는 센서가 있다. 그리고 이러한 센서를 활용하여 trolley problem과 같은 상황에서도 피해를 최소화할 수 있는 알고리즘을 떠올릴 수 있었다.

1)	센서를 통해 동적 장애물과 정적 장애물을 파악한다.
2)	동적 장애물이 여러 곳에 있음을 인지한다면 곧바로 특별히 인식이 이루어지지 않는 빈 공간을 파악한다.
3)	자동차는 빈 공간을 향해 움직인다.
4)	에어백, 전복 방지시스템(Roll Stability Control), IRS(Integrated Restraint System) <sup>16)</sup> , E-call <sup>17)</sup> 과 같은 차량내부의 운전자를 보호하기 위한 System을 활성화 시킨다.

11) 신현석, "자율주행중 제어권 전환, '4초의 시간'이 위험한 이유", 『딜라이트닷넷』, 2018년 6월 8일, <http://www.ddaily.co.kr/news/article.html?no=169568>

12) 최명진, 앞의 논문, 21쪽

13) 이중기, 「자율주행차의 발전단계로 본 운전자와 인공지능의 주의의무의 변화와 규범적 판단능력의 사전프로그램밍 필요성」, 『홍익법학』 4, 홍익대학교 법학연구소, 2016, 12쪽

14) 박성호, 정하림, 김경현, 윤일수, 위의 논문, 6쪽

15) 이중기, 앞의 논문, 16쪽

16) 통합 안전 구속 시스템으로도 불리며 충돌에 이르기 전에 미리 좌석을 정확한 위치로 이동시켜 피해를 최소화하고, 좌석 벨트를 잡아당겨 원심력으로부터 승차인원을 보호하는 system을 말한다. 이원리는 ABS를 통해 차량이 미끄러지고 있음을 감지하고, 전방센서를 통해, 앞차와 가까워지고 있음을 인식하면서 작동한다.

이러한 알고리즘을 통해 자동차 앞에 여러 사람이 있었다 할지라도 그 누구도 치지 않으며, 운전자까지 보호할 수 있다. 이와 다른 상황이 발생할 지라도 학습을 통해 피해를 최소화하는 방향으로 문제 상황을 해결해낼 것이다.

### 3. 윤리적 문제

사람이 운전면허를 시험을 치를 때 'trolley problem'에 대해 어떻게 대처해야 하는 지에 관한 정답을 배우는가? 그렇지 않다. 인간도 개인마다 다른 윤리적 판단능력을 가지고 있으며 각기 판단을 하며 살아간다. 보통의 사람들이 '공통적'으로 가지고 있는 것이라면 기본적인 윤리개념 정도일 것이다.

따라서 자동차에 입력될 프로그램에도 '기본적인 윤리적 판단능력'정도만 입력해주면 된다. 기본적인 윤리개념을 입력해주고 그 다음은 딥러닝<sup>18)</sup> 기술에 의해 스스로 학습할 수 있도록 두는 것이다. 이렇게 두더라도 동적장애물 센서, 운전자 보호 시스템 등이 충분히 개발된 상태이기 때문에 충분히 상용화가 가능할 것이다. 또한 돌발 상황이 발생할 지라도 '피해최소화프로그램'이 피해를 최소화하는 방향으로 문제 상황을 잘 해결해낼 것이다.

## IV. 결론

우리는 앞으로 완전 자동화 단계인 4단계 자율주행자동차의 상용화를 목표로 해야 할 것이다. 하지만 이전에 3단계 자율주행자동차의 성공적인 상용화가 이루어져야 한다. 이를 위해 '제어권 전환' 방식과 입력될 '프로그램'에 대하여 기존의 연구와는 조금 다른 방식으로 접근해 보았다. 그러나 성공적인 상용화를 위해선 이 두 가지 측면뿐만 아니라 정책 및 법 수립, 인식 개선 등 여러 방면에서도 준비가 필요할 것이다. 그리고 이러한 노력을 통해 선진국에 비해 뒤쳐진 '자율주행기술'을 앞당겨 선도하는 위치에 설 수 있도록 해야 할 것이다.

이러한 노력 끝에 드디어 우리 인간은 4단계(완전 자율주행단계)에 들어서게 될 것이다. 그리고 이때가 되어서야 비로소 우리 인간은 운전자가 아닌 탑승자(승객)로서 도로 주행 중에도 마음 편히 다른 활동을 할 수 있을 것이다. 이때는 어쩌면 숙면을 해도 괜찮지 않을까? 하는 기대를 해본다.

---

17) 차량이 사고를 당하는 순간 에어백 전개신호가 있거나, 충돌센서가 작동하면 그 즉시 위성을 통해 응급구조센터로 자동신호를 보내게 된다. 이 신호를 받은 응급센터는 운전자에게 전화를 걸거나, 현장으로 구급차량과 응급구조요원을 파견할 수 있도록 구성된 첨단 시스템으로 알려져 있다. 이 시스템은 롤스로이스에서 가장먼저 구현한 것으로 알려져 있다.

18) 컴퓨터가 여러 데이터를 이용해 마치 사람처럼 스스로 학습할 수 있게 하기 위해 인공 신경망(ANN: artificial neural network)을 기반으로 구축한 한 기계 학습 기술.

## VI. 참고문헌

### 1. 자료

송고, "자율주행차 시대엔 교통사고 감소...사고원인의 90%는 운전자", 『연합뉴스』, 2017년 11월 2일.

<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/11/02/0200000000AKR20171102177800003.HTM>  
L

"NHTSA",

<http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development>

신현석, "자율주행중 제어권 전환, '4초의 시간'이 위험한 이유", 『딜라이트닷넷』, 2018년 6월 8일, <http://www.ddaily.co.kr/news/article.html?no=169568>

### 2. 논저

박형근, 「자율주행자동차를 둘러싼 논란」, 『POSRI 이슈리포트』 8, 포스코경영연구원, 2016

이상홍, 「해외자율주행자동차정책동향」, 『정보통신기술진흥센터』 6, 정보통신기술진흥센터  
기술정책단 정책기획팀, 2016

최명진, 「자율주행자동차의 제어권 전환방식 설계가이드 연구」, 아주대학교 석사학위 논문, 2017

이준섭, 「Level 3의 자율주행자동차 상용화를 위한 도로교통법의 개선방안」, 『아주법학』 1, 아주대학교 법학연구소, 2017

이중기, 「자율주행차의 발전단계로 본 운전자와 인공지능의 주의의무의 변화와 규범적 판단 능력의 사전프로그래밍 필요성」, 『홍익법학』 4, 홍익대학교 법학연구소, 2016

박성호, 정하림, 김경현, 윤일수, 「고속도로 자율주행자동차 제어권 전환」, 『한국ITS학회논문지』 2, 한국ITS학회, 2018