

자율주행 도중 예외상황 처리에 대한 연구

박성현*, 김영균
 *충북대학교 소프트웨어학과
 e-mail:psh19940403@gmail.com

A Study on Exception with Auto-Driving

Seong-Hyeon Park*, Young-Gyun Kim
 *Dept of Computer Science, Chungbuk National University

요 약

자율주행 자동차 기술이 발달하고 있는 가운데 기능안전과 관련한 이슈에 주목하여 자율주행 기술에서 주행 도중 발생하는 예외상황들과 이에 대해서 어떻게 처리해야 하는가에 대한 연구가 많지 않다. 따라서 상태천이도를 통한 예외상황들의 처리에 대해 연구해보았다. 위험한 상황 혹은 조건들에서 발생한 예외상황을 조사해보고 적합한 처리방법을 고안하여 안전한 주행이 되도록 한다.

1. 서론

최근 주목되고 있는, 사람이 직접 운전을 하지 않는 무인 자동차(Autonomous-Vehicle)는 4차 산업의 핵심 이슈들(나노 기술, 3D 프린팅, IoT 사물인터넷, 인공지능, 로봇 공학, 무인 자동차) 중 하나이다.

0 단계	1 단계	2 단계	3 단계	4 단계
No Automation (직접 운전하기)	Function-specific Automation (특정 기능 자동화)	Combined Function Automation (여러 기능 자동화)	Limited Self Driving Automation 제한된 자율주행	Full Self-Driving Automation 완전한 자율주행
주행 시 보조장치 없이 운전자 스스로의 능력만으로 운전	크루즈 컨트롤, 긴급 제동, 차선 유지와 같은 기능을 자동화	(여러 기능 자동화) 차선 유지와 크루즈 컨트롤이 동시에 자동화	자율주행 도중 돌발상황이 발생할 경우 수동전환	운전자가 불필요

(그림 1) 미국 도로교통안전청(NHTSA)의 자율주행기준

그림1과 같이 NHTSA에서는 자율주행의 기준을 총 5단계, 0단계부터 4단계까지 분류한다. 3단계까지의 기술 구현을 2020년까지 목표로 두고 많은 자동차 업체가 개발하고 있다. 자동차 업체는 물론 IT 대기업 구글, 애플에서도 개발하고 있다. 특히 구글에서 개발중인 ‘구글카’는 4단계 기술이 적용되어 스티어링 휠이 없다. 국내에선 현대 자동차의 아이오닉이 지난 2017년 1월에 자율주행 기술 3단계, 제한적인 자율주행에 성공했다고 발표했다. 이때 현대에서 선보인 부분의 핵심은 야간 자율주행이라는 것이다. 이를 통해 국내 기술에서도 영상처리를 위한 카메라 센싱이 굉장히 세밀해짐을 알 수 있다. 현재 3단계 기술력까지 보유한 업체는 많지 않다. 그 이유

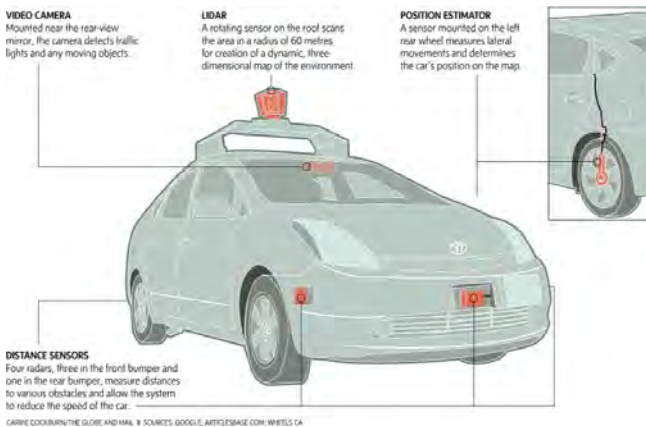
는 종방향 기술개발과 횡방향 기술개발의 난이도 차이인데, 종방향 기술, 그 예시로 크루즈 컨트롤같은 기존 속도를 기반으로 자동차의 속도를 일정하게 유지하는 기능은 구현이 상대적으로 어렵지 않고 거의 완성단계이다. 하지만, 횡방향 기술, 즉 스티어링 휠을 꺾는 과정은 매우 느린 속도에서만 가능하다. 아우디 Q7의 Traffic Jam Assist같은 경우도 3km/h속력 이하에서만 가능하다. 이러한 기술개발의 난점이 자율주행 자동차의 이슈 중 하나이다. 또한 자율주행 자동차의 가장 큰 이슈는 바로 안전이다. 사고 시 윤리적인 문제와 책임 문제에 대해서 끊임없는 논쟁이 벌어진다.

그 예시로 2016년 5월 7일 미국의 전기자동차회사인 테슬라모터스(Tesla Motors)의 자율주행자동차인 테슬라 모델S를 운전하던 조슈아 브라운이라는 사람이 자율주행모드인 Autopilot 상태로 운행하던 중 교통사고가 발생하여 운전자가 사망한 사건이 발생되었다[1]. 또한 2016년 2월 14일 캘리포니아 마운틴뷰에서 구글카가 교통사고를 낸 이후부터는 자율주행자동차의 교통사고의 법적 책임을 어떻게 처리해야 하는가의 문제가 제기되었다. 이 교통사고가 주목을 받는 이유는 그동안 구글은 구글카의 교통사고에 대하여 구글카의 책임이 아니라 상대방 측의 책임이라고 강조해 왔으나, 이 사고는 구글이 구글카의 과실로 인한 사고라는 점을 처음으로 시인했기

때문이다[2]. 이를 위해서 법적 이슈를 해결할 방법이 필요하다. 본 논문에서 중점적으로 바라보는 부분은 안전 기능이다. 사고가 발생하여 법적 문제점까지 이어지기 전에, 미리 안전과 관련된 기능들의 개발을 목표로 두고, 사고 발생률을 줄여나가는 것이 본 논문의 주제이다. 우선적으로 사고가 나는 원인과 관련된 문제점을 파악하기 위해서 자율주행 자동차의 원리에 대해 이해할 필요가 있다. 이해를 돕기 위하여 위험요소와 관련된 그리고 자율주행 자동차가 동작하기 위한 센서들을 기술한다.

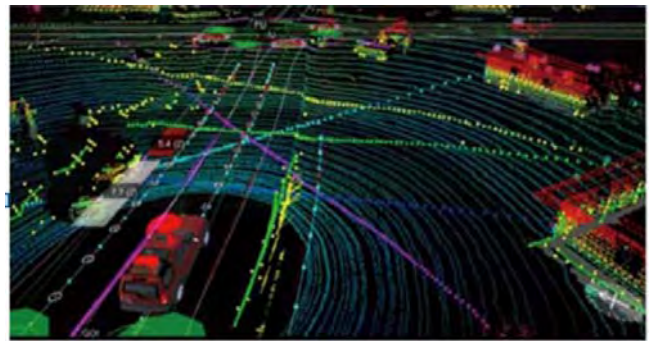
2. 자율주행의 핵심 센서

자율주행에서 핵심 센서로 꼽을 수 있는 센서는 바로 라이다(Lidar), 레이더, 비디오 카메라, GPS이다. 라이다와 레이더의 차이점은 빛을 사용하는가, 전파를 사용하는가의 차이이다. 레이저 스캐닝방식을 이용하는 라이다의 성능은 매우 우수하기 때문에 자율주행 시스템의 핵심이다.



(그림 2) 구글 무인자동차의 장치[3]

각 센서의 기능을 살펴보자면 거리센서로 이용되는 것이 레이더, 차량의 지붕에 탑재된 라이다, 초음파 센서, 적외선 센서이고, 영상처리를 위한 센서가 카메라 센서, 위치측정을 위한 GPS가 있다. 전방 200m까지의 거리를 파악하는 레이더와 주변을 고속으로 3d map을 만들어주는 라이다가 중요하며, 초음파 센서와 적외선 센서는 좌우 차량을 감지하거나 장애물을 감지한다. 초음파 센서와 적외선 센서는 측정범위가 높지 않기 때문이다. GPS는 만약 오차가 발생할 경우, 치명적인 위험이 발생할 수 있으므로 정밀한 CM단위의 지도 데이터를 이용해야 한다.



(그림 3) Velodyne의 Lidar Sensor[4]

그림3에서는 라이다 센서를 통해 얻은 데이터를 3D 영상으로 나타낸 것이다. 이렇게 분석된 데이터와 정밀한 지도데이터 등을 융합한 정보를 통해 자율주행 프로세스를 실시하는 형태이다.

3. 기능안전과 자율주행

기능안전이란, 리스크 평가 측정결과에 따라서 설계과정을 통해 위험이 제거되는 장비의 안전을 말한다[5]. 이는 ISO기구에서 제정한 ISO 26262와 관련이 있다. 운전자 보조 시스템이나 자율주행 자동차 기술의 등장 등 자동차 산업이 고도화됨에 따라 차량에 탑재되는 전기/전자 시스템의 수와 시스템의 복잡도가 점차 증가하고 있다. 특히 주행 중심에서 안전 중심으로 산업의 패러다임이 변화함에 따라 전기/전자 시스템의 오작동으로 인한 사고를 방지하는 것이 중요 이슈로 부각되었고, 이를 충족하기 위해 지난 2011년 자동차 기능안전 국제 표준인 ISO 26262가 제정되었다.

구분	내용
제1부 (Part 1)	용어
제2부 (Part 2)	기능안전 관리
제3부 (Part 3)	개념 단계
제4부 (Part 4)	시스템 수준의 제품 개발
제5부 (Part 5)	하드웨어 수준의 제품 개발
제6부 (Part 6)	소프트웨어 수준의 제품 개발
제7부 (Part 7)	생산 및 운영
제8부 (Part 8)	지원 프로세스
제9부 (Part 9)	자동차 안전 무결성 수준(ASIL) 및 안전기반 분석
제10부 (Part 10)	ISO 26262에 대한 지침

(그림 4) ISO 26262:2011 구성[7]

ISO 26262:2011은 총 10개의 Part로 구성되어 있으며, 개발 초기단계부터 생산 및 운영, 폐기단계까지 준수해야 할 안전 관련 요구사항을 제시하고 있다 [6]. 이 자동차 기능안전 26262은 파트가 총 10단계로 나누어져 있다. 이 중에서 주목해서 본 부분은 Part.6이다.

본 논문에서 연구는 예외 상황 발생 시 소프트웨어적으로 처리하는 것에 의의가 있다. 따라서 다른 단계를 고려하지 않고 3단계 개념단계와 6단계 소프트웨어 수준의 제품 개발단계 중심으로 설명한다.

3. 예외 상황 처리를 위한 상태천이도

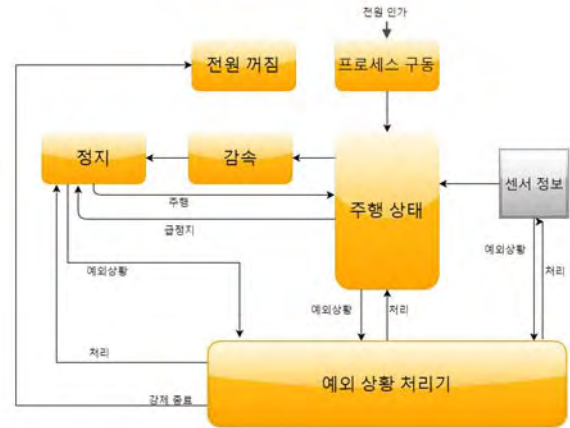
자동차 주행 환경에는 변수 요인이 많다. 그만큼 안전과 관련한 이슈가 대두되는데, 기능안전 또한 제조업에서 안전과 관련된 이슈에 대해 법적으로 대응하기 위한 수단이라고 볼 수 있다. 본 논문에서는 주행 도중 일어날 수 있는 예외 상황들을 조사하고, 각 예외상황에 대한 상태를 부여해서 상태천이를 통한 처리방식을 설명한다. 여기서 예외 상황이 될 수 있는 것은 주행에 방해가 되거나, 안전에 문제가 될 수 있는 경우를 말한다.



(그림 5) 예외 상황 분류

분류를 통해서 외부적 문제와 내부적 문제로 나누고, 다시 내부적 문제를 분류하면 하드웨어적 문제와 소프트웨어적 문제로 나눈다. 외부적인 환경에 의한 예외상황으로는 기상현상(눈, 비, 안개), 교통문제(신호등, 표지판, 교통상황 등), 장애물(건물, 사람, 자동차, 나무 등), 사고 발생 등이 있다. 하드웨어적 문제는 처리 후 주행에 복귀할 수 있는 상태가 아니라면 주행할 수 없도록 한다. 하드웨어적 문제로는 라이다, 카메라, 레이더, 초음파 센서등의 고장 및 접촉 불량으로 인한 데이터 손실, 기상현상이나 외부환경에 의한 데이터 수집의 오류 등이 있다. 복구

가 가능한 문제라면 처리 프로세스를 통해 복귀 할 수 있도록 한다. 소프트웨어적 문제라면 소프트웨어의 오작동, CAN통신 중 데이터 손실로 인한 오작동, GPS 시스템 오류, 센서 데이터 처리 도중 오류 등이 있다.



(그림 6) 외부 예외상황 처리를 위한 외부 상태 천이도

그림6에서는 예외상황 처리를 위한 관리자 모듈을 천이도를 통해 어떤 방식으로 작동하는지 표현한다. 주행 상태는 감속, 정지와 같은 기능들 또한 모듈로 존재한다. 때문에 자동차 내부 센서와 파트들이 어떻게 작동하는 것인지에 대한 지식이 필요 없이 다음과 같이 추상적으로 기능들에 대해서 상태가 천이되는 과정을 이해할 수 있다. 각 모듈에는 Checker가 존재한다. Checker의 조건이 만족되면 시그널을 Output으로 보낸다. Output을 통해 시그널이 예외상황 처리기의 Input으로 전달되고 처리가 된 후 다시 상태로 회복하게 된다. 치명적인 예외상황일 경우 전원을 차단하고 다시 부팅한다.



(그림 7) 내부 예외상황 처리를 위한 내부 상태 천이도

그림 7에서는 외부에서 들어온 Input값을 통해서 처리를 하는 예외상황 처리기의 내부 상태이다. 예외상황 처리기에서는 각 센서 정보와 상태머신의 체커에서 발생한 시그널을 Input으로 받아, 조건문에 맞춰 각각의 처리기를 통해서 처리한다.

4. 결론

자율주행 자동차의 기술이 발전하면서 시민들의 관심도 커지며, 안전성에 대한 이슈도 계속해서 제기되고 있지만 아직 자율주행과 관련된 기능안전에 대한 정보도 없고, 발생할 수 있는 사고 사례를 토대로 소프트웨어적인 해결방안이 공개 되어있지 않다. 소프트웨어 개발자로서 이런 부분을 기능 안전 ISO26262 표준 규격에 맞추어 개발해야 한다. 또한 본 논문에서 서술한 예외상황 처리에 대한 상태머신을 통해 모델링해봄으로써 안전성과 신뢰성 확보에 대해 개인적인 연구를 수행해보았다. 후속적인 연구로 자율 주행에 대한 시뮬레이션을 통해 검증할 필요가 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

"본 논문은 교육부가 지원하고 충북대학교가 수행하는 지역선도대학육성사업의 지원을 받아서 수행되었습니다."

참고문헌

- [1] 이충훈, 자율주행자동차의 교통사고에 대한 민사법적 책임, 2016년 12월 pp.137-172
- [2] 이충훈, 자율주행자동차의 교통사고에 대한 민사법적 책임, 2016년 12월 pp.137-172
- [3]"Tag Archives: Driverless Cars," Apt46.<http://apt46.net/tag/driverless-cars/>
- [4] 김종덕 외, 라이다 센서 기술 동향 및 응용, 전자통신동향분석 제27권 제6호 2012년 12월
- [5] 장승연, 안전소프트웨어를 위한 소프트웨어 테스트 관점에서의 차량기능안전 표준(ISO26262) 적용 방안 논의, 정보과학회지 33(7), 2015.7, 27-32
- [6] 고희양 외, 자동차 기능안전 국제표준 ISO 26262:2011 및 대응 방안 소개, 한국통신학회지(정보와통신) 34(5), 2017년 4월 pp.3-9
- [7] 고희양 외, 자동차 기능안전 국제표준 ISO 26262:2011 및 대응 방안 소개, 한국통신학회지(정보와통신) 34(5), 2017년 4월 pp.3-9