

사단법인 한국국제사법학회
제155회 정기연구회 및
2022년 임시총회 자료집



일 시 : 2022. 5. 26.(목) 19:00 - 21:00

장 소 : Zoom을 통한 비대면회의

제155회 정기연구회 및 2022년 임시총회

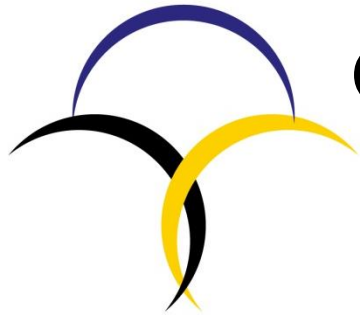
사회 : 이종혁 교수(총무이사)

19:00	개회사 노태악 대법관(한국국제사법학회장)
19:00 - 19:10	2022년 임시총회 의안 : 감사 추가 선임(강영수 변호사)
19:10 - 20:20	발 표 김미선 교수(일본 오사카대학)
20:20 - 20:40	지정토론 오세용 부장판사(사법연수원 교수)
20:40 - 21:00	전체토론

발표자료

인공지능과 국제사법

김미선 교수
(일본 오사카대학)



인공지능과 국제사법

-자율주행자동차를 중심으로

오사카 대학교 연구오피스 교수
김 미선



약력 소개

- 김 미선(Miseon Kim)
- 전공분야: 국제사법, 국제민사소송법, 협상학
- 오사카 대학교 법학연구과 법학박사
- 오사카 대학교 공학연구과 조교수, 강사
- 오사카 대학교 레이저 과학 연구소 강사
- 국립순환기병연구센터 주임
- 오사카 대학교 연구오피스 교수

->법학뿐만 아니라 공학, 의학분야에도 소속한 경험을 바탕으로
안보수출관리, Research Integrity Management를 담당



인공지능의 역사

- **Artificial Intelligence: AI**
- 1956년 미국 다트머스대학교의 수학자이자 컴퓨터 과학자인 존 매카시(John McCarthy)에 의해 처음으로 등장.
- 사이보그, 봇, 인공지능 로봇, 인공지능 에이전트 등의 이름과 혼용하여 과학기술 분야의 태풍으로 떠오르며 인간 사회에 엄청난 이익을 가져다줄 것으로 기대.
- 운전 사고를 줄이고 안전성을 높여줄 자율주행차, 암 환자 등에 최적의 치료 방법을 제시하는 의료 인공지능, 핀테크(FinTech)의 발전에 따라 투자자산에 대한 맞춤형 자산 관리 서비스를 제공하는 로보어드바이저의 등장 등 딥러닝(deep learning)을 통해 산업 전 분야에서 인공지능이 주도.
- 딥러닝의 진화는 인공지능이 학습하는 방대한 양의 데이터(빅데이터)에 의존하는 부분이 크다.



인공지능의 정의

- 기계를 인간 행동의 인공적으로 만들어진 지능을 가진 실체, 또는 그것을 만들고자 함으로써 지능자체를 연구하는 분야(나카지마 히데유키, 공립하코다테 미래대학학장)
- “지능을 가진 메커니즘” 내지는 “마음을 가지는 메커니즘”이다.(니시다 도요아키, 교토대학대학원 정보학연구과 교수)
- 인공적으로 만든 지적인 행동을 하는 물건(시스템)이다.(마조구치 리이치로, 호쿠라쿠 첨단과학기술대학원대학 교수)
- 인간의 두뇌 활동을 극한까지 모사하는 시스템이다.(나가오 마코토, 교토대학명예교수)
- 인공적으로 만든 새로운 지능의 세계이다.(호리 고이치, 도쿄대학대학원 공학계연구과 교수)
- 지능의 정의가 명확하지 않음으로 인공지능을 명확히 정의할 수 없다.(아시다 미노루, 오사카대학대학원 공학연구과 교수)

->명확하게 정의가 내려지지 않은 상태에서 논의가 진행되고 있는 상황.
법률상의 정의도 물론 불명확.

인공지능에 관련된 법적쟁점

- 일본 내각부[인공지능과 인간사회에 관한 간담회]에서 제기된 법적논점

- 1)인공지능 기술에 의한 사고등의 책임배분의 명확화와 보험의 정비, 인공지능 기술을 사용하는 리스크와 사용하지 않는 리스크: **민형사법상의 책임, 행정법적 규제**
- 2)개인정보와 프라이버시 보호를 포함한 빅데이터의 이용/사용: **정보법**
- 3)인공지능 기술을 활용한 창작물등의 권리에 관한 검토: **지적재산권**
- 4)법해석, 법개정, 법에 관련된 기본적 개념의 재검토의 가능성

- 한국 법제연구원 연구보고서[인공지능(AI) 시대의 법적 쟁점에 관한 연구]에서 제기된 법적논점

- 1)인공지능의 법인격 주체성 및 책임 주체성
- 2)데이터 활용 법제의 명확화 및 규제 완화, 데이터 활용에 따른 개인정보보호
- 3)인공지능의 오작동에 의한 사고 등 발생시 책임 귀속
- 4)인공지능에 의한 의사결정상 투명성과 책임성 확보



본 발표에서 논하는 내용

- 자율주행자동차 사고와 국제사법

- 1) 자율주행자동차 사고에 의한 책임
- 2) 준거법 결정: 한국 국제사법, 일본 통속법, EU로마 II 규칙을 비교
- 3) 상이점/공통점 정리
- 4) 앞으로의 문제 제기

- 스마트 계약에 관해서는 이미 많이 논해지고 있으므로 본 발표에서는 생략하였다.



자율주행자동차의 개념

(1) 정의

자율주행자동차는 사람이 개입하지 않고(driverless) 시스템에 의해 자율적으로 자동차가 운행되는 특성(autonomous) 이외에 무선 통신에 의해 주변 차량과 각종 데이터 및 인프라와의 송수신이 결합(connected) 되는 것을 요소로 함.

(2) 미국 도로교통안전국의 자율주행 기술 단계

레벨 1-레벨 2는 현재 운행되고 있는 일반자동차로서 고가의 첨단 기능이 장착된 것이 레벨2에 해당.

① 레벨 3(제한적 자율주행)

고속도로 또는 전용도로와 같은 특정 조건 및 환경 하에서 운전자의 조작이나 개입 없이 자율주행 시스템에 의한 자율자동 주행이 가능한 단계.

다만 긴급한 상황에서는 시스템에 의해 경고 신호가 작동되며 운전자는 차량 제어를 지체 없이 수동으로 전환하여 차량을 운전해야 함.

② 레벨 4, 5(완전 자율주행)

운전자가 목적지와 주행경로만 입력하면 모든 기능을 자율주행자동차 스스로 제어해서 운전하게 되며 운전자가 개입할 필요가 없고 물건 배송만이 목적일 경우에는 운전자가 탑승할 필요도 없음.



자율주행자동차의 개발 상황

(1)미국:도로교통률이 각주마다 다름.연방정부가 자율주행에 관한 법률등이 없고 각 주가 자율적운행

◆Waymo 자율주행 택시

Google계통 자율주행 개발기업Waymo가 2018년12월에 아리조나주에서 자율주행택시의 유료배차 서비스 개시

◆Ford 자율주행 배송 서비스

2021년 자율주행 레벨 4를 실용화.

(2)일본:도로교통법과 도로운송차량법을 개정.자율주행에 관한 규정을 추가하여 레벨3의 자율주행이 가능

◆혼다

2020년 11월에 업계처음으로 자율주행 레벨 3지정을 취득. Traffic Jam Pilot이는 자동주행장치를 탑재한 「LEGEND」를 발표.고속도로의 정체시등 일정조건하에서 레벨3의 자율주행이 가능.

<https://www.honda.co.jp/automateddrive/auto/>

◆닛산

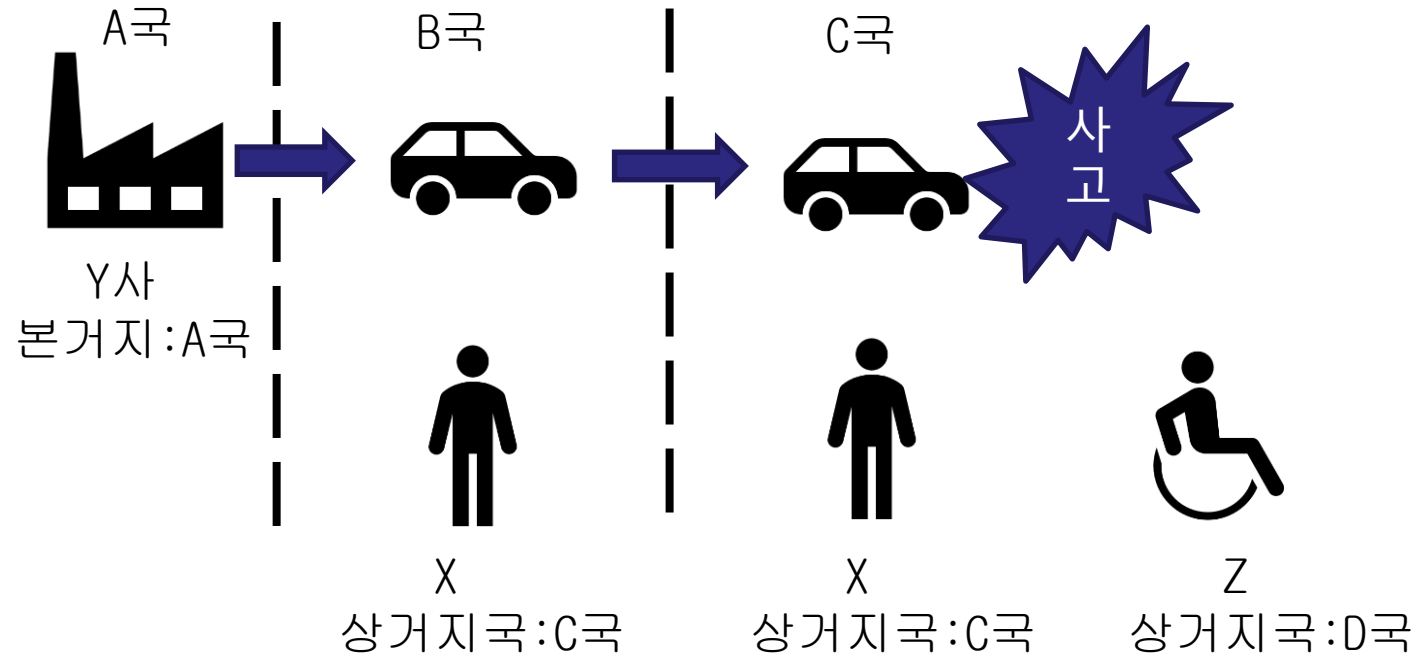
자율주행기술 「Pro PILOT」을 탑재, 고속도로 등에서 핸드프리로 운전이 가능.자율주행택시 개발에 주력

(3)한국

◆현대자동차

주행 안전/주행 편의/주차 안전/ 주차 편의 기술을 탑재.고속도로등에서 조건부 자율주행이 가능.

가설 사례



자율주행자동차에 관해서는 미국 자동차기술협회(SAE:Society of Automotive Engineers)가 정의한 기술레벨에 따라서 논하는 경우가 많으나, 국제사법은 문제가 되는 각법률관계의 준거법을 결정하는 것으로 기술적인 레벨에 따른 개별적 고찰은 적합하지 않다고 생각한다.

자율주행자동차의 운전자 · 보유자의 책임

(1) 자율주행자동차 사고로 인해 보행자Z가 손해를 입어, 당해 자율주행자동차 운전자나 그 사용자, 자동차 소유자등에 대해 책임을 묻는 경우의 준거법 결정

【우리 국제사법】

◎일반적인 불법행위 준거법은 제32조에 의해 결정.

◎불법행위지 주의를 기본적으로 채택하면서 이에 우선하는 특칙을 인정. 제33조 사후적 합의, 제32조 3항 이차적 연결, 제32조 2항 공통의 상거소지 연결.

◎격지 불법행위의 경우, 행동지법과 결과발생지법의 어느것에 의할 것인가: 판례에서도 행동지법과 결과발생지법 중 어느것이 준거법이 되는지 여부와 당사자에게 선택권이 있는지 여부에 대하여는 입장을 명확히 하지 못하고 있는 것으로 보인다.

◎설례적용: 행동지, 결과발생지 C국이므로 준거법은 C국법. 사후적 합의에 의해 타국법을 준거법으로 지정하지 않는한 C국법이 준거법이며, C국법상으로는 불법행위로 인한 손해배상청구권이 인정된다하여도 우리법상 그 성질이 명백히 피해자의 적절한 배상을 위한 것이 아니거나 또는 그 범위가 본질적으로 피해자의 적절한 배상을 위하여 필요한 정도를 넘는 때에는 인정되지 않는다.

자율주행자동차의 운전자 · 보유자의 책임

【일본 통속법】

◎일반적인 불법행위 준거법은 제17조에 의해 결정.

◎원칙적으로는 결과발생지법에 의한다. 단, 그 곳에서의 결과발생이 통상 예견불가능한 경우에는 가해행위지법에 의한다.

◎불법행위 당사자가 동일한 상거소지를 가지고 있는 경우나 계약에 의한 의무에 위반하여 불법행위가 행해진 경우등 결과발생지 또는 가해행위지보다 명확하게 밀접한 관계가 있는 다른 곳이 있는 경우에는 그 법에 따른다(제20조).

◎불법행위의 준거법이 일본법 이외의 법인 경우에도 일본법상 불법으로 인정되지 않는 경우나 불법행위에 의한 청구가 인정되지 않고, 청구의 범위도 일본법상 인정되는 범위로 한정된다(제22조).

◎설례적용: 결과발생지가 C국이므로 준거법은 C국법. C국에서이 결과발생이 예견불가능 했다고는 할 수 없으며, 만약 예견이 불가능했다하여도 결과발생지도 C국이기 때문에 불법행위의 준거법은 C국법. C국법보다 더 밀접한 관계를 가지는 곳이 있다면 그 법이 적용된다. 단, C국법이 준거법이 되어 C국법상 불법행위로 인한 청구가 인정된다고 하여도 일본법상 불법으로 인정되지 않는 한 청구가 인정되지 않으며 청구의 범위도 일본법상의 범위로 한정된다.



자율주행자동차의 운전자 · 보유자의 책임

【EU 로마 II】

◎불법행위에 의해 발생한 계약외 채무(non-contractual obligations) 준거법은 제4조1항에 의해 결정.

◎원칙적으로는 손해발생지국법에 의한다. 단, 당사자 쌍방이 동일한 국가에 상거소를 두고 있는 경우는 그 법이 적용되며(제4조2항). 불법행위의 당사자간에 계약등의 관계가 이미 존재하는 경우등 손해발생지국 · 동일 상거소지국 보다 명확하게 밀접하게 관계된 국가가 있는 경우에는 그 법이 적용된다(제4조2항).

◎불법행위가 발생한 후 또는 당사자 전원이 상업활동을 하고 있는 경우에는 계약외 채무의 준거법을 합의할 수 있다(제14조). 단 불법행위의 판단에는 행위지의 안전 기준이나 행위규범(우측통행, 스피드제한등)을 고려해야 한다(제17조).

◎설례적용: 손해발생지는 교통사고가 발생한국(C국)이므로 불법행위의 준거법은 원칙적으로 C국법이 된다. 교통사고의 당사자(X,Z)가 상거소를 두고 있는 곳이 C국과 D국이기 때문에 동일 상거소지법은 적용되지 않는다. 손해발생지인 C국보다 명확하게 밀접한 관계가 있는 국가가 있으면 그 법이 적용된다.



자율주행자동차 제조자등의책임

(2) 자율주행자동차를 제조한 자동차 회사나 시스템 개발 회사등에 대한 책임

자율주행자동차의 하자로 인한 사고에 의해 손해가 발생되었다면 당해 자율주행자동차의 구매자(X)나 사고 피해자(Z)등이 자율주행자동차를 제조한 자동차회사(Y)나 자율주행자동차의 부품제조자, 소프트웨어 작성자등에 대해 책임을 청구하는 경우의 준거법 결정.

【우리 국제사법】

◎제조물 책임에 관한 준거법은 명시하지 않고, 국제사법 하에서 불법행위지법을 적용하는 것이 부적절한 사안에서는 제32조와 제8조를 결합해서 활용함으로써 적절한 연결원칙을 도입.

◎수입 물품의 경우 일응 취득지법을 준거법으로 보는 견해가 유력할 것이나, 피해자를 보호하고자 법원이 외국법을 적용할 여지도 있고, 그 과정에서 가해행위지에 생산지, 취득지, 시장유통지, 사용지까지 포함된다고 본 고엽제 사건 판결의 법리를 원용할 수도 있다

◎설례적용: 자율주행자동차 α 를 구입한 X에 대해서는 취득지법인 B국법을 준거법으로 인정할 가능성이 높으나 사고 피해자인 보행자 Z에 대해서는 취득지법을 적용하는 것이 피해자 보호에 해당하지 않을 경우에는 생산지, 취득지, 시장유통지, 사용지중에서 Z가 사고를 당한 사용지법인 C국법이 타당하다고 판단할 가능성도 있다.



자율주행자동차 제조자등의책임

【일본 통속법】

◎생산자의 하자에 의해 발생한 불법행위의 준거법은 특칙으로 제18조 제조물책임의 준거법에 의해 결정.

◎원칙적으로 피해자가 제조물을 인도받은 곳의 법이 준거법이 되나, 그곳에서의 제조물의 인도가 통상예견할 수 없는 경우에는 생산업자등의 사업소 소재지법이 준거법이 된다. 예외에 관해서는 일반 불법행위와 같다.

◎피해자가 제조물을 인도받은 자가 아니라 자동차 사고 피해자인 경우에 생산자등이 사고피해자에 대한 제조물 책임에 대해 제18조를 적용할 것인가는 해석에 의한다.

-다수설: 제18조의 대상이 아니라 불법행위의 일반원칙(제17조) 적용

- 제조물 책임에 관한 제18조는 문언상 제조물을 인도받은 자를 피해자로 보는 것을 전제로 하고 있으며, 실질적으로도 제조물의 하자에 의해 사고를 당한 피해자에게 인도지법을 적용하는 합리성이 없다.

- 단, 피해자가 인도를 받은자로 실질적으로 동일시 가능한 경우에는 인도지법의 적용에 합리성이 인정되므로 제18조를 적용할 수 있다(인도를 받은자의 가족이나 제조물을 구입한 회사의 직원등).

-소수설: 제18조의 적용가능

- 동일사고의 제조물책임의 통일적 처리의 관점에서 사고 피해자도 제조물의 취득자에 준해야 한다.



【일본 통속법】

자율주행자동차 제조자등의책임

◎설례적용: 자율주행자동차 α 의 하자로 인해 자동차회사 Y가 피해자 X에 대해 책임을 지는가는 통속법 18조에 의해 원칙적으로 α 가 X에 인도된 곳의 법(B국법)이 적용된다. 단, α 를 제조한 Y가 B국에서의 인도를 통상예견 불가능한 경우에는 Y의 주요한 사무소의 소재지법(A국법)에 따른다.

사고 피해자 Z가 Y에 대해서 손해배상을 청구하는 경우에는 다수설에 따르면 Y의 Z에 대한 책임은 통속법 제 17조에 의해 원칙적으로 결과발생지법(C국법)이 적용된다.

단, 일반 불법행위와 마찬가지로 제조물 책임의 준거법이 외국법이라 하여도 일본법상 불법으로 인정되지 않는한 청구는 인정되지 않으며 청구의 범위도 일본법상의 범위로 한정된다.

자율주행자동차 제조자등의책임

【EU 로마 II】

◎불법행위 책임등의 계약외 채무의 경우에도 제조물(product)에 의해 발생한 손해에 대해서는 단계적 연결의 채용(제5조1항).

- ①손해를 입은자(피해자)의 상거소지국법에 따르나 그 곳에서 당해 제조물이 판매되지 않는 경우,
- ②제조물이 취득된 곳의 법에 따르나 그 곳에서 당해 제조물이 판매되지 않는 경우,
- ③손해발생지법에 따르며 손해발생지법을 적용하기 위해서는 상해 제조물이 그곳에서 판매되고 있어야 한다.

◎예외적으로 가해자가 ①②③의 법이 속하는 각 국에서 당해 제조물 또는 동종의 제조물의 판매를 합리적으로 예견할 수 없는 경우에는 가해자가 상거소지국법이 준거법이 된다(제5조1항). 단 가해자와 피해자 쌍방이 동일국에 상거소지를 두고 있는 경우에는 그 법이 적용되며(제5조1항, 4조2항), 명확하게 더 밀접하게 관계된 법이 있는 경우에는 그 법이 적용된다(제5조2항).

◎당사자에 의한 준거법선택이 인정된 경우(제14조)나 불법행위의 성패판단에 행위지의 안전기준이나 행동 규범을 고려해야 하는 것(제17조)도 일반적인 불법행위와 동일하다.

자율주행자동차 제조자등의책임

【EU 로마 II】

◎설례적용:제조물 책임에 의해 발생하는 계약외 채무의 준거법은 먼저 자율주행자동차 α 의 구매자 X의 상거소지법(C법), 두번째로 α 의 취득지국법(B국법), 세번째로 손해발생지법인 자동차 사고 발생지국법(C국법)이 된다. 어느 국가의 법을 적용하는 경우에도 그 곳에서 α 또는 α 와 동종의 자율주행자동차가 판매되고 있는 것이 조건이 된다.

한편, 보행자 Z는 자동차 사고를 당한 피해자이나 Z에 대한 자동차회사 Y의 책임에 대해서도 로마 II 제5조에 의해 준거법이 결정된다. 먼저 Z의 상거소지법(D국법)이 적용되고, 두번째로 손해발생지국법(C국법)이 적용되나, 자율주행자동차 α 의 취득지국법(B국법)은 준거법으로 인정되지 않는다. 자율주행자동차의 취득지는 보행자의 입장에서 보면 영향을 미칠수 있는 범위가 아니라 우연히 정해진 요소이기 때문이다.

로마 II 제5조 1항 (a)(b)(c)에 의해 B국법, C국법, D국법중 하나가 준거법이 되는 경우라하여도 α 또는 α 와 동종의 자율주행자동차가 B국, C국, D국에서 판매되고 있는 것을 자동차 회사 Y가 합리적으로 예견할 수 없는 경우에는 Y의 상거소지국법인 A국법이 준거법이 된다.

자율주행자동차 구입자인 X, 보행자Z, Y의 상거소는 각자 다르므로 동일 상거소지국법에 의할 수 없다. 단, 각 준거법 소속국(A국, B국, C국, D국)보다 명확하게 밀접한 관계를 가지는 국가가 있는 경우에는 그 법에 의한다.

상이점 · 공통점 정리

	국제사법	통속법	로마 II
격지불법행위 준거법결정	행동지법과 결과발생지법중에서 판례, 해석에 의해 해결	원칙적으로는 결과발생지법을 준거법으로 인정. 통속법은 예외적으로 행동지법을 적용하는 경우가 있으나 로마 II는 행동지법을 고려하지 않는다.	
제조물책임 준거법	명시되어 있지 않으므로 취득지법 또는 피해자보호의 관점에서 판단	• 원칙적으로는 인도지(취득지)법이 적용. 제조자의 예견가능성에 의해 제조자의 주요한 사무소의 소재지법, 상거소지법을 적용	• 생산자가 문제가 된 제조물의 판매를 합리적으로 예견불가능한 경우에는 생산자의 상거소지법을 적용
준거법선택	• 당사자간의 사후적 준거법 선택을 인정		• 당사자가 상업활동을 하고 있는 경우에는 사전의 준거법 선택도 인정
단위 법률관계의 범위	• 불명	• 해석에 의함. 다수설은제조물에 의한 사고 피해자에 대한 책임은 일반 불법행위의 적용범위로 인정	• 제조물에 의한 사고 피해자에 대한 책임도 제조물 책임의 적용범위로 인정



문제제기

- ◎자율주행 기술이 발전될수록 교통사고의 원인이 운전자의 운전에 관한 부주의 보다 자율주행 시스템의 고장등이 설계상의 한계로 이동.
- ◎일반적인 불법행위의 문제에서 제조물 책임 문제로 보는 비중이 높아질 가능성이 대두.

문제1 연결점의 결정

- 로마 II : 피해자의 상거소지, 취득지, 손해발생지에 단계적으로 연결
- 국제사법, 통속법: 원칙적으로 취득지법을 적용 => 피해자 보호에 맞지않다

문제2 불법행위에 관한 제한 문제

- 국제사법 32조4항, 통속법 22조에서는 외국법상으로는 불법행위로 인한 손해배상청구권이 인정된다 하여도 각 내국법상 인정되는 범위에 한해서 배상을 인정하는 것으로 규정하고 있다.
- 한국 또는 일본국내에 사무소를 두고있는 제조자를 대상으로 한국, 일본에서 소송을 제기한 경우, 외국법이 준거법이 되는 경우에도 배상은 한국법 또는 일본법의 범위내로 한정되므로 사실상 한국법, 일본법에 의해 보호되어 피해자의 보호에 적합하지 않는 경우가 있을 수 있다.

문제제기

문제3 예견가능성 판단에 관한 문제

- 통속법, 로마 II: 예견가능성을 기준으로 하여 제조자의 상거소지법을 준거법으로 인정
- 글로벌화를 고려하면 제조자는 모든 제조물이 세계각국에서 유통될 가능성이 있다는 것을 당연히 예견하고 있다고 볼 수 있다. 따라서 예견가능성에 관한 기준이 명확히 할 필요가 있다.

문제4 사고 피해자에 대한 책임 문제

- 로마 II: 제조물을 구입한 자 이외의 피해자에 대해서도 생산물 책임이 적용된다.
- 통속법: 생산물 책임의 범위에 포함되지 않는다고 보는 것이 다수설.
- 자동차 사고의 대부분이 대인·차량간 사고이므로 제조물 구입자 이외의 피해자가 있는 경우가 대부분. 제조물 책임에 관한 준거법 규정을 두고 있는 이유는 세계각국에서 유통되는 제조물의 성질상 제조자가 의도하지 않은 곳이나 우연적으로 결정된 곳의 법이 적용될 가능성이 있기 때문이었다. 제조물을 구입한 자 이외의 피해자에 대해서는 일반 불법행위 규정이 적용될 경우 위에서 우려한 상황이 발생하게 된다.



문제제기

문제5 인도(취득지)법 적용에 관한 문제

- 상정사례: 피해자가 B국에서 자율주행자동차를 취득한 후에 C국에서 소프트웨어를 다운로드 한 결과 자율주행자동차와 소프트웨어의 불일치로 인해 C국에서 사고가 발생한 경우
 - 국제사법, 통속법: 자율주행자동차는 그 취득지인 B국법, 소프트웨어에 관해서는 소프트웨어가 취득된 C국법이 적용될 가능성이 있다.
 - 문제가 된 하자가 소프트웨어도 자율주행자동차의 어느쪽에 존재하는가에 대한 판단이 곤란한 경우에 쌍방에 공동불법행위책임을 청구하는 경우 각각 준거법이 다른 경우가 발생.
- =>국제사법 제8조, 통속법 제20조에 따라 당해 사고에 관해 가장 밀접한 관계가 있는 곳의 법을 적용하는 것도 가능하나, 이경우 법적 안정성이나 예측가능성을 해칠 수 있다.

문제6 자동차손해배상 보장법과의 관계

- 제3조에서는 승객이 아닌 자가 사망하거나 부상을 경우에 자기와 운전자가 자동차의 운행에 주의를 기울이지 아니하였고, 피해자 또는 자기 및 운전자 외의 제3자에게 고의 또는 과실이 있으며, 자동차의 구조상의 결함이나 기능상의 장애가 없었다는 것을 증명하지 못하면 그 손해를 배상할 책임을 진다고 하고있다.
- 자동차의 운행에 관한 주의의무: 운전에 관한 주의 의무와 자동차 점검정비에 관한 주의의무
- 자율주행 시스템에 관해서는 그 시스템의 수준이 부적절하여 사고등이 발생한 경우 책임문제가²발생

◎미국에서는 이미 자율주행자동차의 컴퓨터 시스템의 안정성에 관해 소비자가 일본 토요타 자동차에 대해 소송을 제기한 사례가 존재

◎완전자율주행자동차가 등장할 경우 현행법상의 적용에 문제가 없는가

◎우리 국제사법은 제조물 책임에 관한 명시가 없어 인공지능의 발전에 맞는 제조물 책임에 관한 조항을 입법적으로 검토할 필요성이 대두

토론문

발표문에 대한 지정토론문

오세용 부장판사
(사법연수원 교수)

인공지능과 국제사법 - 자율주행자동차를 중심으로

- 오세용 교수(사법연수원)

1. 인공지능기술의 발전 및 전망

가. 알파고 사건 이후

최근 딥러닝 기술의 발전, 컴퓨터 처리능력의 급격한 향상, 디지털화된 데이터의 폭발적인 증가 등으로 인해 인공지능의 발전을 보여주는 획기적인 사건들이 연이어 나타났다. 체스, 바둑, 퀴즈쇼 등에서 인공지능이 인간을 상대로 승리를 거두면서 사람들은 큰 충격에 빠졌고, 인공지능 시대가 도래하였음을 실감하게 된 것이다.

가장 대표적인 사건으로 2016년 3월 한국에서 벌어졌던 구글 딥마인드(Google DeepMind)가 개발한 프로그램인 알파고(AlphaGo)와 이세돌 사이의 바둑 대결을 들 수 있다. 이 대결에서 알파고는 당시 세계 최고의 바둑기사인 이세돌에 4대1로 승리를 거두었다. 대다수의 사람들은 대결 전에 이세돌의 승리를 점쳤지만, 결과는 예상과 정반대였기 때문에 더욱 큰 충격을 받았다. 이는 인공지능기술의 발전이 상당한 경지에 이르렀다는 것을 보여주는 상징적인 사건이라 아니할 수 없다.

이후 알파고는 어떻게 되었을까? 조금 더 진화한 알파고는 중국 최고의 바둑기사인 커제 9단을 3대0으로 가볍게 격파하였다. 알파고는 바둑 규칙 뿐 아니라 대량의 인간 바둑기사들의 기보를 머신러닝을 통해 익힌 후 자기 자신을 상대로 수없이 바둑을 두면서 진화하였던 프로그램이었다. 그런데 2017년 등장한 알파고제로(AlphaGoZero)는 이세돌을 이겼던 알파고를 상대로 100대0으로, 커제를 이겼던 알파고를 상대로 89대11로 승리하는 등 기존의 알파고를 압도하였다. 놀라운 사실은 알파고제로는 알파고와 달리 인간 바둑기사들의 기보를 전혀 학습하지 않은 프로그램이었던 점이다. 이러한 알파고제로도 오래가지 못하였다. 그 직후인 2018년에 나타난 알파제로(AlphaZero)는 불과 30시간 만에 알파고제로를 능가하였다. 이름에서 알 수 있듯이 알파제로는 바둑만 둘 줄 아는 프로그램이 아니다. 알파제로는 바둑 뿐 아니라 체스와 일본장기도 둘 줄 안다. 게다가 알파제로는 인간 바둑기사들의 기보를 사전에 학습하지 않았을 뿐 아니라 바둑에 관한 특정지식도 모르는 상태에서 시작하였던 것이다. 말 그대로 '제로베이스'에서 시작하였음에도 불구하고 4시간 만에 알파고의 체스버전인 스톡피시(Stockfish)를 능가하였고, 30시간 만에 알파고제로까지 넘어선 것이다. 이처럼 인공지능기술의 발전은 정말 급속도로 이루어지고 있고, 우리가 상상했던 것 이상의 결과를 보여주고 있다.

나. 시각이미지 처리

인공지능에 의한 시각이미지 처리는 컴퓨터가 보는 능력을 갖춰서 시각이미지를 해석할 수 있게 만드는 것으로서 ‘컴퓨터 비전(computer vision)’이라고 부르기도 한다.¹⁾ 주차장 입구에서 흔히 볼 수 있는 번호판 인식시스템이 시각이미지 처리의 대표적인 예시라고 볼 수 있다.

시각은 인체에서 가장 잘 발달한 감각기관인 동시에 가장 많이 연구되는 감각기관이기도 하다. 인간은 한 쌍의 전두안구를 통해 절묘한 양안 깊이 지각을 하며 뇌의 대뇌피질의 절반이 시각에 관여하고 있다고 알려져 있다. 이러한 시각시스템은 수억 년이라는 진화의 세월이 소요되었을 정도로 방대한 연산적 복잡성을 가진 매우 복잡한 것이었다. 이러한 시각 피질의 영역 계층구조에 관한 연구²⁾는 나중에 시각이미지 처리를 위한 딥러닝 네트워크 발전에 아주 유용한 영감을 부여하게 된다.³⁾

시각이미지 처리에 관한 연구 초기에는 시각이미지와 관련된 전문적인 지식과 관찰대상에 관한 설명을 이용하여, 우선은 선이나 일부 영역 등 의미적으로 중요한 요소를 찾고, 그 다음에 크고 일반적인 실체로 종합하는 알고리즘을 만드는데 치중하였다.⁴⁾ 하지만 그 후에는 신경망을 활용한 머신러닝 접근법이 주로 활용되었는데, 시각이미지 처리를 위한 가장 성공적인 딥러닝 네트워크는 컨볼루션 신경망(CNN, Convolution Neural Network)이다. 컨볼루션 신경망은 이미지가 겹치는 작은 부분에서 패턴을 찾고, 그렇게 배운 사실을 처음에는 그 패턴과 이웃하는 부분으로 확장하고, 그 다음에 이미지 내에서 보다 넓은 영역으로 점진적으로 넓혀가는 방식이다.⁵⁾ 앞서 본 바와 같이 컨볼루션 신경망은 실제 인간의 눈이 사물을 지각하는 것을 모방한 것이다. 인간의 시각시스템은 위계적인 계층구조를 지니고 있는데,⁶⁾ 실제로 우리가 사물을 보면 최초의 정보는 망막에서 처리되고 망막에 맺힌 이미지는 신경을 타고 시각피질로 전달되며 시각정보들은 단계별로 위계적으로 처리된다. 이런 층위적 분업을 통해 인간의 뇌는 이미지의 패턴과 그 패턴의 패턴을 잡아내게 되는 것이다.⁷⁾ 컨볼루션 신경망은 이미지의 특징이나 피처를 잡아주는 필터(filter)⁸⁾의 집합체인데, 단계별로 이루어진 필터는 사물의 피처를 잘 잡아낼 수 있도록 학습을 통해 최적화된다.⁹⁾

컨볼루션 신경망은 아래 설명과 같은 구조로 이루어져 있다. 즉, 컨볼루션 신경망은 일반적으로 피처를 추출하는 부분과 이 피처를 입력으로 받아서 분류하는 분류기로 구성되어 있다.

1) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 104면.

2) 위계적 시각모델은 데이비드 허블(David Hubel)과 토르스텐 비젤(Torsten Wiesel)에 의해 정립되었는데, 이들은 1962년 ‘고양이의 시각 피질에서의 수용영역과 양안 상호작용, 기능적 아키텍처’라는 논문을 발표하여 시각 피질의 영역 계층구조에 관하여 밝혀냈다.

3) 테런스 J. 세즈노스키, 안진환(역), 딥러닝 레볼루션 : AI시대, 무엇을 준비할 것인가, 한국경제신문사, 2019, 113면.

4) 예컨대, 의자를 구별하도록 고안된 프로그램이라면 우선은 의자의 다리, 앉는 부분, 등받이를 먼저 찾도록 설계하는 식이다.

5) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 105면.

6) 이는 오랜 세월 동안 진화를 통해 형성되어 온 것으로, 왜 그렇게 되었는지, 그래야만 하는지에 관하여는 설명하기 어렵다. 위와 같은 위계적 계층구조에 대해 뇌과학자들은 사물의 불변성 인식과 예측 기능과 관련이 있을 것으로 보고 있는데, 이처럼 우리의 시각적 두뇌가 순간순간 예측을 하지 않는다면 우리의 몸은 자연스럽게 움직일 수 없게 될 것이다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 49-50, 173면 참조].

7) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 172-173면.

8) 필터는 이미지의 특징을 잡아내기 위한 하나의 장치로서 3×3이나 5×5로 된 픽셀 행렬과 같은 것으로 생각하면 된다. 필터는 윈도우(window), 커널(kernel), 마스크(mask) 등으로 불리기도 한다. 필터를 가지고 원하는 정보만을 필터링하는 수학적 연산을 컨볼루션이라고 부른다.

9) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 176면.

피쳐 추출 부분은 컨볼루션(convolution)층과 풀링(pooling)층을 교대로 쌓은 구조로 되어 있다. 입력 이미지가 들어오면 필터는 이미지를 스캔하면서 컨볼루션 연산을 통해 피쳐 정보를 뽑아낸다. 이 피쳐들이 모인 층이 컨볼루션층이 된다. 이 층은 다음 층의 입력으로 들어가고 풀링이라는 과정을 거치면서 새로운 정보가 모인 다른 층이 만들어진다. 풀링은 주위의 픽셀을 묶어서 하나의 대표 픽셀로 변환시키는 장치인데, 이미지의 차원을 축소하는 역할을 하게 된다. 이런 식으로 컨볼루션과 풀링이 반복되어 심층 구조를 이루게 된다. 이러한 각 층은 피쳐맵이라고 불린다. 피쳐 추출 과정에서 마지막에 만들어진 완전연결층(fully connected layer)은 분류기의 입력으로 들어가게 된다. 예전에는 시각이미지 처리 분야에서 이런 필터를 인간이 직접 만들었지만, 이제는 데이터 학습을 통해 이런 필터가 자동으로 만들어지고 있다.¹⁰⁾

이 분야의 최근 발전 속도는 무척 빠르다. 매년 이미지 인식 기술대회인 ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)가 열리는데, 여기서는 천개 이상의 카테고리에 속하는 사진 15만 장 중에서 200개 종류의 사물을 감지하고 그 위치를 정확히 찾아내는 능력을 겨룬다.¹¹⁾ 2012년 이 대회에서 제프리 힌튼이 이끄는 팀의 알렉스넷(AlexNet)이라는 모델은 컨볼루션 신경망을 통해 오류 발생률 18% 절감이라는 전례 없는 성과를 거두었다.¹²⁾ 위와 같은 비약적인 성과는 이 분야 학자들 사이에서 적지 않은 충격으로 작용하였고,¹³⁾ 이후 2015년에 이르자 사람의 인식 오차율인 4%보다 낮은 수치까지 도달하였다.¹⁴⁾ 이제는 이미지 인식 영역에서 인공지능이 인간을 능가하게 된 것이다.

컨볼루션 신경망의 이미지 처리 기술은 그 외에도 다른 여러 분야에서 응용되고 있다. 예를 들어, 희미한 이미지를 복원하는 기술,¹⁵⁾ 기존 화가의 화풍을 반영한 이미지를 만드는 기술,¹⁶⁾ 자율주행차를 위한 이미지 인식 기술¹⁷⁾ 등이 있다.

다. 음성인식 처리

- 10) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 192-193면.
- 11) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 105면.
- 12) 종래에는 이미지 내 객체 인식 관련하여 매년 미세한 비율(약 1% 정도)로만 성과가 이루어졌는데, 그 이유는 새로운 범주의 객체 각각을 다른 객체들과 구분하기 위해서 움직임이 달라져도 변하지 않는 특징을 파악할 줄 아는 해당 영역의 전문가를 필요로 하였기 때문이다[테런스 J. 셰즈노스키, 안진환(역), 딥러닝 레볼루션 : AI시대, 무엇을 준비할 것인가, 한국경제신문사, 2019, 354면 참조].
- 13) 2012년 대회 당시 오차율 15~16%를 기록한 힌튼 팀을 제외하고는 나머지 팀들은 26%대에서 공방을 벌이고 있었다[마쓰오 유타카, 박기원(역), 인공지능과 딥러닝, 동아엠앤비, 2015, 158-149면 참조].
- 14) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 177면.
- 15) 컨볼루션 신경망은 위계적인 구조를 바탕으로 단계별로 피처를 잡아내게 되는데, 이런 피처를 역이용하여 이미지를 복원하는 것이다. 이런 이미지 기술들은 범죄현장이나 범인의 얼굴을 찍은 CCTV 영상 또는 블랙박스 영상을 깨끗하게 복원하는데 응용할 수 있을 것이다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 178-179면 참조].
- 16) 구글의 딥 드림이나 마이크로소프트의 넥스트 램브란트 등을 예로 들 수 있다. 딥 드림 프로그램은 고흐 같은 기존 화가들의 화풍을 학습하여 비슷한 화풍의 이미지를 만드는 기술을 통해 만들어졌는데, 기존 이미지를 입력하면 새로운 이미지를 만들어 출력한다. 넥스트 램브란트 프로젝트는 300점 이상의 램브란트 작품을 딥러닝으로 학습한 시스템으로 실제 램브란트가 그린 것과 같은 그림을 그릴 수 있게 되었다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 179-180면 참조].
- 17) 자율주행차를 위해서는 전통적인 자동차 기술 이외에도 센서기술, 자동제어 기술, 이미지 인식기술 등 여러 가지 첨단기술들이 필요하다. 그 중에서도 움직이는 주위 환경을 인식하는 기술은 자율주행차에 있어서 가장 중요한 핵심기술이라고 볼 수 있다. 사람, 신호등, 차량, 표지판 등등 수많은 객체들이 시시각각 변하고 순식간에 지나치기 때문에 이미지 인식에 관한 모든 기술이 총동원되어야 하는 것이다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 182면 참조].

인간은 아마도 문자를 사용하기 전부터 음성을 통한 말을 사용하였을 것이다. 하지만 컴퓨터는 문자언어를 처리하는 것보다 음성언어를 처리하는 것이 훨씬 더 까다로울 것이다. 우선 소음 속에서 신호를 구별하고 이를 적절한 문자언어로 바꾸어야 한다. 음성은 생각이나 아이디어를 전달하려는 의도를 가지고 인간이 만든 것이므로, 음성데이터에 포함된 정보는 인간이 만든 소리로 표현된 단어들의 조합으로 구성된다. 또한 시각이미지를 처리할 때에는 2차원 형상에 반사된 빛의 순간적인 형상을 다루어야 하는데 반해, 음성인식 과정에서는 시간의 흐름에 따라 역학적으로 변동하는 단 하나의 변수인 음파를 다루어야 하므로, 음성인식 처리는 시각이미지를 처리하는 문제와 근본적으로 차이점이 있다.¹⁸⁾

초창기에 진행된 음성인식 처리연구는 대부분 어휘를 제한하고 단순화한 영역 내에서 구동하고, 화자(話者)에게 단어를 하나씩 띄엄띄엄 읽도록 시키거나, 특정 범위의 화자만을 위한 맞춤형 프로그램을 만드는 등의 방식으로 이루어졌다. 1970년대 미국 방위고등연구계획국(DARPA)은 이 분야 연구를 활성화하기 위하여 적어도 천개 이상의 단어를 사용하여 연속적인 음성인식을 거루는 개발대회를 개최하기도 하였으나, 별다른 성과를 거두지는 못하였다.¹⁹⁾

1980년대에 와서는 음성인식 문제에 HMM(Hidden Markov Modeling)²⁰⁾이라는 통계기술이 적용되면서 유망한 성과를 나타내기도 하였는데, 그 중 대표적인 것이 드래곤 시스템에서 1997년 출시한 내츄럴리스피킹(NaturallySpeaking)²¹⁾이다. 당시 이 모델은 그 이전의 모델들에 비하면 획기적으로 발전한 프로그램이었지만, 그 기술을 널리 도입해서 활용할 정도의 정확성을 갖추지는 못하였다는 평가를 받았다.²²⁾

비교적 최근에는 머신러닝 기술이 적용되면서 이런 종류의 시스템들은 정확도와 유용성이 크게 높아졌다. 아울러 컴퓨터 성능이 좋아짐에 따라 다량의 음성 샘플을 포착하고 분석하는 능력도 크게 향상되었다. 실제로, 2009년에는 토론토대학교 연구원들이 IBM 리서치와 협력해서 이 문제에 머신러닝 기술을 적용하여 오류율을 약 30%나 낮추기도 하였다. 그리고 향상된 기술이 구글보이스(Google Voice)나 애플의 시리(Siri)처럼 스마트폰에 명령을 내리거나 데이터를 입력하는 대체 방법으로 쓰임에 따라 이 분야 연구에 대한 관심이 폭발적으로 증가하게 되었다.²³⁾ 최근에는 채팅로봇인 챗봇이 금융 분야나 ARS상담에 등장하고 있을 정도로 널리 활용되고 있다.²⁴⁾

인공신경망의 언어학습에 관한 최근의 실험들은 인간의 학습 방법과 일치하는 굴절형태학의 점진적 습득을 옹호하고 있다. 최근 딥러닝 기술을 이용한 구글 번역기 등이 언어의 미묘한 어감을 포착해내는 데 성공을 거두는 등 뇌가 언어학습에서 명시적 규칙을 사용할 필요가 없

18) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 110-111면.

19) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 112면.

20) HMM은 소리의 스트림을 역학적으로 처리해서 하나 이상의 해석이 맞는 답이 될 가능성을 지속적으로 계산하고 업데이트하는 것을 말한다.

21) 이 모델은 '드래곤 내츄럴리스피킹(DNS)'이라고도 하는데, 8개 언어로 제공되는 음성인식 소프트웨어이다. 현재 이 모델은 뉘앙스 커뮤니케이션즈 소유이고, 계속 업데이트 되어 현재 'DNS 15'까지 출시된 상태이다["Dragon NaturallySpeaking", wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Dragon_NaturallySpeaking (2021. 3. 7. 최종확인)].

22) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 113면.

23) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 114면.

24) 2016년 4월 미국 샌프란시스코에서 개최된 콘퍼런스에서 페이스북의 CEO인 마크 주커버그가 챗봇의 파괴력을 주장하였듯이 챗봇은 인공지능 분야의 한 축으로 성장하고 있고, 구글, 마이크로소프트, 애플 등 전세계 유수의 IT기업들이 챗봇 연구에 집중 투자를 하고 있다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드 나인, 2019, 81면 참조].

다는 것을 보여주고 있다.²⁵⁾ 아직까지는 최첨단 컴퓨터 음성인식 기술은 인간에 비하면 분명히 능력이 떨어지지만,²⁶⁾ 뛰어난 처리능력을 지닌 컴퓨터, 훈련에 활용할 막대한 양의 데이터, 머신러닝 내지 딥러닝 기술의 조합을 통하여 계속적으로 발전한다면, 음성인식 처리 기술의 효용성은 나날이 높아질 것이다.²⁷⁾

라. 자연어 처리

언어를 사용하는 능력은 인간을 다른 동물들과 구별 지어 주는 중요한 요소이다. 인간은 의사소통을 위해서 뿐 아니라 생각하고 기억하고 분류하고 개체와 사물에 이름을 붙이기 위해서도 언어를 사용한다. 언어는 항상 고정되어 있는 것이 아니라 인간과 마찬가지로 계속 진화하고 인간의 필요에 맞추어 변화해 간다. 언어와 컴퓨터는 관련이 없는 존재인데, 컴퓨터 프로그램을 정확하고 명료한 방식으로 쉽게 만들기 위한 목적으로 컴퓨터 언어가 개발되었다. 컴퓨터 언어는 시나 소설을 쓰는 보통의 언어와는 전혀 상관이 없고, 프로그램의 상세한 내용을 컴퓨터 기기가 실행할 수 있는 형식으로 바꾸는데 기여한다.²⁸⁾

초기에는 컴퓨터 언어와 인간의 언어 사이에 밀접한 관련이 있다고 믿었고, 인간의 언어가 통사론적 규칙이나 체계적인 문법구조를 따르듯이 컴퓨터 언어에 대하여도 이를 적용하여 동일한 접근방법으로 분류하여 체계화하면, 자동번역²⁹⁾이 가능해질 것으로 기대하였다.³⁰⁾ 하지만 형식적인 문법 분석만으로는 한계가 있었고, 이것만으로 담을 수 없는 초월적인 부분이 분명히 존재한다는 점이 밝혀졌다.³¹⁾ 그리하여 자연어를 컴퓨터로 처리하는 연구는 수십 년 동안 지지부진하였는데, 완전히 다른 접근 방법이 도입되고 나서야 비로소 활력이 생기기 시작하였다.³²⁾

1990년대 전후로 통계기법을 기계번역에 적용한 통계학적 머신러닝 방법이 등장하여 자연어 처리 기술에 큰 변화를 불러 일으켰다. 위와 같은 통계 기반 기계번역(SMT, statistical machine translation)³³⁾은 통계적인 기법을 번역 과정에 도입한 것으로, 번역 엔진에 단어가

25) 테런스 J. 세즈노스키, 안진환(역), 딥러닝 레볼루션 : AI시대, 무엇을 준비할 것인가, 한국경제신문사, 2019, 333-334면.

26) 일레로, 삼성 스마트폰에 장착되었던 음성어시스턴트 ‘S-보이스’나 ‘빅스비(Bixby)’의 음성인식능력은 아직도 많이 미흡한 실정이다.

27) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 114면.

28) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 114-116면.

29) ‘자동번역’은 기계를 이용하여 서로 다른 자연어를 번역한다는 의미에서 ‘기계번역(machine translation)’이라고도 불린다.

30) 당시 학자들은 두 언어 간의 언어법칙을 풀어서 컴퓨터 코드를 입력하면 컴퓨터가 손쉽게 자동번역을 해줄 것으로 기대하였다. 이런 상황에서 1954년 미국 조지타운대학교와 IBM이 60개의 러시아 문장을 영어로 자동번역하는 최초의 공개실험에서 성공을 거두자, 자동번역이 곧 실현될 것으로 기대하였다. 그러나 1966년 미국의 ‘자동언어처리자문위원회(ALPAC)’가 기계번역이 인간의 번역보다 속도, 정확성, 비용 등의 측면에서 훨씬 낮은 효용성을 보여준다는 결과를 발표하자, 기계번역에 대한 열기는 급격히 사라지고 말았다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 198-199면 참조].

31) 테리 위노그라드(Terry Winograd)는 사람과 일상의 언어로 대화할 수 있는 자연어 처리 프로그램을 개발하고자 노력한 학자였다. 그는 간단한 가상의 공간을 만들어 시뮬레이션하면서 컴퓨터와 자연어로 대화가 가능함을 보여주었다. 그가 개발한 자연어 처리 프로그램 셔들루(SHRDLU)는 대상의 묘사뿐만 아니라 관계에 대한 질문에도 답할 수 있는 일종의 언어추론머신이라고 할 수 있다. 하지만 그 가상세계를 확장하자 곧바로 난관에 부딪혔고, 위노그라드는 결국 기계가 언어를 이해한다는 것이 불가능하다는 결론을 내리고 이를 포기하고 말았다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 200-202면 참조].

32) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 117-118면.

가진 여러 의미를 미리 저장해 놓으면 사용자가 입력한 문장을 단어 단위로 쪼개 후 확률적으로 가장 유사한 의미의 단어를 찾아 번역하는 방식을 말한다.³⁴⁾ 이 방식에 따르면, 규칙을 손수 만들 필요가 없고, 다량의 텍스트³⁵⁾만을 제공하면 된다.³⁶⁾ 또한 언어학자가 없이도 개발할 수 있고, 데이터가 많이 쌓일수록 번역의 품질이 높아지는 장점이 있다.³⁷⁾

이후 인공신경망 방법론이 발전하면서 통계적 기계번역은 한 단계 더 도약하게 되었다. 컴퓨터 정보처리 능력의 발달로 머신러닝 내지 딥러닝 기술은 기존의 통계적 번역보다 훨씬 더 복잡한 계산을 고속으로 할 수 있게 되었고, 기계가 자동으로 모델을 학습하게 되어 인간의 수고를 크게 덜 수 있을 뿐 아니라, 알고리즘을 잘 선택하면 신조어, 속어, 오타 등을 효율적으로 처리하고 문맥의 숨은 의미까지 쉽게 찾아낼 수 있게 되었다.³⁸⁾

앞서 시각이미지 처리 관련 언급하였던 컨볼루션 신경망 역시 자연어 처리에 활용될 수 있지만, 최근에는 시간적으로 정보를 처리할 수 있는 딥러닝 모델로 유명한 순환신경망(RNN) 알고리즘이 적극적으로 자연어 처리에 도입되고 있다. 순환신경망은 1990년대 후반 독일의 위르겐 슈미트후버(Jürgen Schmidhuber)와 그의 제자 쾰 호흐라이터(Sepp Hochreiter)의 노력에 힘입어 언어 처리의 핵심 알고리즘으로 자리 잡게 되었다. 순환신경망은 순차적인 정보나 시간이 개입된 정보를 처리할 수 있도록 신경망을 재구성한 것으로, 기존의 신경망에서 입력과 출력이 모두 독립적인 것과 달리 계산된 결과를 기억하고 그것을 다음 스텝으로 넘긴다는 특징이 있다. 문장에서는 단어들의 위치가 중요한데, 문장에서 다음에 나올 단어를 예측하고 싶다면 이전에 나온 단어들도 고려할 필요가 있기 때문이다. 이처럼 순환신경망은 문장의 문맥 의존성을 잘 살려주기 때문에 컨볼루션 신경망보다 언어 처리에 더 강점이 있다. 실무에서는 순환신경망이 진화한 장단기기억기술(LSTM, long short-term memory)이라는 모델이 주로 사용된다.³⁹⁾

한편, 자연어 처리에 있어 가장 중요한 기술은 워드 임베딩(word embedding) 기술⁴⁰⁾이다. 워드 임베딩은 단어나 정보를 수학적 벡터로 변환하는 것을 말한다. 텍스트를 다루는 대부분의 머신러닝 시스템은 바로 워드 임베딩에 의해 표현된 단어 벡터를 가지고 작업을 시작하게 되므로, 단어의 특징을 잘 살려서 벡터로 표현하는 특수한 테크닉이 반드시 필요하다.⁴¹⁾ 벡터

33) 통계 기반 기계번역은 원래 1949년에 위버가 이론적으로 제안한 이후 1988년 IBM이 비로소 최초로 구현한 번역방식이다.

34) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 203면.

35) 이러한 텍스트는 말뭉치 또는 코퍼스(corpus)라고 부르는데, 디지털로 된 데이터가 증가하면서 컴퓨터가 인식할 수 있는 형식의 텍스트가 급증하여 코퍼스의 양이나 수집방법이 용이해졌고, 그 덕분에 자연어 처리 기술이 급속도로 발전하게 되었다.

36) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 118면.

37) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 203면.

38) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 203, 211면.

39) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 211-213면.

40) 워드 임베딩 방식은 단어 빈도 방식의 한계를 극복하고 단어나 문장을 그 특징을 반영한 유의미한 값의 벡터로 표현하는 것인데, 단어 임베딩 기술을 문장이나 문서 단위로 확장하면, 문장이나 문서의 의미를 포함한 임베딩을 추출해 낼 수 있다. 이는 문장이나 문서 간의 유사도를 비교하거나, 의미에 기반한 질의응답 시스템을 구현하는데 유용하게 활용될 수 있다[서울대학교 산학협력단, 사법부에서 인공지능(AI) 활용방안, 대법원 정책연구용역결과보고서, 법원행정처, 2020. 7., 22-24면 참조].

41) 워드 임베딩 기술의 하나로 인공신경망을 통해 학습하는 모델 중에 가장 유명한 것이 바로 '워드투벡(word2vec)' 기술이다. 워드투벡 기술은 2013년 토마스 미콜로프(Tomas Mikolov)에 의해 발표되었는데, 이 방식은 기존 모델과 본질적인 차이가 없지만 획기적으로 계산량을 줄여서 학습 효율을 높였다. 워드투벡의 알고리즘은 단어 주변에 있는 단어들이 자동으로 라벨 역할을 하게 되므로 어떤 단어의 의미를 부여할 때 별도로 라벨을 부여할 필요가 없어 비지도학습에 속하고, 그렇기 때문에 인터넷 상의 모든 텍스트는 곧바로 학습 데이터로 활용될 수 있다. 워드투벡은 수많은 단어들의 벡터를

로 표시된 단어가 준비되면 이제 본격적으로 문서 분류나 번역 같은 작업을 머신러닝으로 넘길 수 있게 된다.⁴²⁾

위와 같은 인공지능을 통한 자연어 처리 기술은 기계번역 분야 외에도 정보검색 분야, 질의응답 분야, 채팅로봇 분야 등에서 널리 활용될 수 있다.

마. 인공지능 변호사 대 인간 변호사의 맞대결 결과는?

최근에는 인공지능 기술의 발전 정도를 가늠할 수 있는 흥미로운 대회가 열렸다. 법률 인공지능(Legal AI)팀과 인간 변호사팀 간의 각종 계약서 검토 및 자문능력을 겨루는 이른바 알파로 경진대회가 2019. 8. 29. 열린 것이다. 위 경진대회는 정해진 시간 내에 주어진 근로계약서와 비밀유지계약서를 분석·검토하여 법적 문제점을 찾아내고 그 근거를 제시하는 보고서를 작성해 제출하는 방식으로 진행되었다. 변호사팀은 2인 1조로 구성된 8개 팀이 출전하였고, 법률 인공지능팀은 실제 변호사와 인공지능으로 구성된 2개 팀이 출전하였다. 결과는 예상대로 법률 인공지능팀의 완승이었다. 1위와 2위는 인공지능과 변호사가 한 팀을 이룬 법률 인공지능팀이 차지하였는데, 더욱 놀라운 점은 변호사가 아닌 일반인⁴³⁾이 인공지능과 협업을 한 팀이 3위를 차지하였던 것이다.⁴⁴⁾ 인공지능이 일상적인 계약서 검토 업무에서 인간 변호사의 실력을 넘어설 수 있다는 것을 보여줬다는 점에서 의미심장한 행사였다.⁴⁵⁾

바. 인공지능의 미래 전망

인공지능 연구 분야에서는 일찍부터 인공지능을 ‘강한 인공지능’과 ‘약한 인공지능’으로 나누어 보는 논의가 있었다.⁴⁶⁾ 인공지능 기술을 유용한 소프트웨어 기술로 파악하고 특정 문제를 해결하기 위한 인간의 지능적 행동을 수행하도록 공학적 응용을 모색하는 접근방식이 ‘약한 인공지능’이라면, 인간과 같은 사고 체계로 문제를 분석하고 행동할 수 있도록 인공지능을 연구하는 접근방식은 ‘강한 인공지능’이다.⁴⁷⁾ 이러한 논의는 기계가 지능을 가지고 있는지 여부에 관한 튜링 테스트를 비롯한 인공지능의 철학적 논의와 맞닿아 있다.

약한 인공지능 분야는 점차적으로 가능해 지기 시작하였다. 뇌과학의 발달로 물체인식, 음성인식, 기억 등의 과정을 이해하고 알고리즘으로 구현되어 기계에 심어졌기 때문이다.⁴⁸⁾ 즉, 약

저차원의 벡터로 만들어 주고, 이를 통해 학습이 끝나면 단어는 분산표현된 벡터를 할당받고 유사한 단어는 수학 공간에 서로 가깝게 놓이게 되는 것이다[임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 224-225면 참조].

42) 임영익, 프레디쿠스, 클라우드나인, 2019, 214-215면.

43) 법률지식이 전문한 물리학도로 알려져 있다.

44) “[스케치] 법률AI vs 변호사, ‘알파로 경진대회’가 남긴 것”, 테크월드 온라인뉴스(2019. 9. 2.), <http://www.epnc.co.kr/news/articleView.html?idxno=91858> (2021. 4. 18. 최종확인).

45) 김병필, “인공지능 변호사 시대”, 중앙일보(2019. 9. 11.자 칼럼), 23면 참조.

46) 본래는 철학자 존 설(John Searl)이 말한 것으로 그는 ‘정확한 입력과 출력을 갖추고 적절하게 프로그램된 컴퓨터는 인간이 마음을 가지는 것과 완전히 같은 의미로 마음을 가진다.’라는 입장을 ‘강한 인공지능’이라고 하였다[마쓰오 유타카, 박기원(역), 인공지능과 딥러닝, 동아엠앤비, 2015, 58면 참조].

47) 양종모, “인공지능을 이용한 법률전문가 시스템의 동향 및 구상”, 인하대학교 법학연구 제19집 제2호, 인하대학교 법학연구소, 2016. 6. 30., 216면.

48) 김대식, 김대식의 인간 VS 기계, 동아아시아, 2016, 318면.

한 인공지능을 구현하기 위해 필요한 뇌의 기능들을 이해하게 되었고, 컴퓨터의 처리능력의 급속한 증가와 방대한 디지털 데이터의 양산 등을 통해 딥러닝 등 학습기능을 기반으로 할 수 있었던 것이다.

나아가 머지 않은 미래에 인간의 지능 수준을 뛰어넘는 인공지능, 즉 강한 인공지능이 등장할 것이라고 전망하는 견해들이 적지 않다. 이에 의하면, 강한 인공지능은 스스로 근본적인 욕구가 무엇인지 결정하는 것이 가능하다고 본다.⁴⁹⁾ 기술의 진화과정은 기술의 역량을 기하급수적으로 늘려간다는 수확가속의 법칙을 주장하는 미래학자 레이 커즈와일은 인공지능 기술이 인간을 초월하는 순간인 특이점(singularity)이 곧 다가올 것이고,⁵⁰⁾ 위와 같은 특이점의 순간은 기술발전에 따라 인간이 받아들여야 할 일종의 운명으로 보고 있다.⁵¹⁾ 그는 구체적으로 위와 같은 특이점이 2045년경 나타날 것으로 예측하고 있는데,⁵²⁾ 이에 앞서 2020년대말에는 인간 지능을 완벽히 모방하는데 필요한 하드웨어와 소프트웨어가 모두 갖춰지면서 컴퓨터가 튜링테스트를 통과할 것이고, 더 이상 컴퓨터 지능과 생물학적 인간의 지능을 구별할 수 없게 될 것이라고 전망하였다.⁵³⁾

위와 같은 인공지능의 활용 덕분에 생산성이 기하급수적으로 늘어나고 상품과 서비스가 저렴해짐에 따라 생활은 더욱 풍요로워질 것이고, 인공지능으로 인해 일자리를 잃게 된 사람들에게 기본소득을 지급하는 등 사회보장제도를 갖추기만 하면, 모든 사람들이 생계 걱정 없이 삶을 즐길 수 있는 화려한 공산주의가 올 수 있다는 주장이 등장하기도 하였다.⁵⁴⁾

반면, 강한 인공지능의 도래로 인한 위험성에 대하여 경고하는 견해도 적지 아니하다. 그 대표적인 예로 스티븐 호킹 교수가 있는데, 그는 ‘인공지능이 생기면 인류가 멸망한다.’는 취지로 비관적인 견해를 제시하였다.⁵⁵⁾ 그 뿐 아니라 로만 야폴스키 미국 루이빌대 교수는 “영화 터미네이터에서처럼 인간에 대한 로봇의 공격과 지배가 현실이 될 수 있다.”면서 인공지능의 발달을 악마의 소환에 비유하며 인공지능의 위험성을 경고해왔다.⁵⁶⁾ 또한 닉 보스트롬 옥스퍼드대 교수는 “미래의 어느 날 우리가 인간의 일반지능을 능가하는 기계 두뇌를 만들게 된다면, 이 새로운 슈퍼인텔리전스는 매우 강력한 존재가 될 것이다. 일단 인류에게 비우호적인 초지능이 만들어지면, 그것을 대체하거나 변경하려는 시도는 그 비우호적인 초지능에 의하여 가로막히게 될 것이다. 그렇게 되면 우리의 운명은 돌이킬 수 없게 된다.”고 말하면서 인류의 운명은 기계 초지능의 행동에 의존하게 될 것으로 전망하고 있다.⁵⁷⁾

한편, 마이크로소프트의 공동 창업자인 폴 앨런(Paul Allen)과 그의 동료 마크 그리브스(Mark Greaves)는 ‘특이점은 아직 멀었다’는 글을 통해 레이 커즈와일의 특이점 도래 관련 주장을 비판하였는데, 이들은 커즈와일이 논거로 든 수확가속의 법칙은 물리학의 법칙이 아니라는 것을 지적하였다.⁵⁸⁾ 또한 강한 인공지능이나 특이점의 도래에 대한 걱정은 시기상조라는

49) 제임스 배럿, 정지훈(역), 파이널 인벤션 : 인공지능, 인류 최후의 발명, 동아사이, 2016, 28면.

50) 레이 커즈와일, 김명남·장시형(역), 특이점이 온다, 김영사, 2007, 69면.

51) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 249면.

52) 제리 카플란, 신동숙(역), 인공지능의 미래, 한스미디어, 2017, 253면.

53) 레이 커즈와일, 김명남·장시형(역), 특이점이 온다, 김영사, 2007, 47면.

54) 정상조, 인공지능, 법에게 미래를 묻다, 사회평론, 2021, 187-188면.

55) 김대식, 김대식의 인간 VS 기계, 동아사이, 2016, 319면.

56) “알파고 판사, 법조버리 극복에 도움 될까”, 조선일보 기사(2016. 10. 18.), https://www.chosun.com/site/data/html_dir/2016/10/18/2016101800197.html (2020. 12. 13. 최종확인).

57) 닉 보스트롬, 조성진(역), 슈퍼인텔리전스 - 경로, 위험, 전략, 까치, 2017, 11-12면.

58) 레이 커즈와일, 윤영삼(역), 마음의 탄생-알파고는 어떻게 인간의 마음을 훔쳤는가?, 크레센도, 2016, 383-384면.

견해도 적지 않다. 딥러닝의 최고 권위자 중 하나인 앤드류 응(Andrew Ng) 교수는 이에 대해 “인공지능이 인류를 파멸시킬지 모른다고 걱정하는 것은 벌써부터 화성의 인구폭발을 걱정하는 것과 같다.”고 비유한 바 있다.⁵⁹⁾

결론적으로, 강한 인공지능이 도래할지 여부는 가능하다는 증거도 없고, 불가능하다는 증거도 없다. 우리의 현재 과학 수준으로는 정신, 감정, 창의성, 자아 등에 대해 뇌과학적으로 완전히 이해하지 못하였기 때문에 강한 인공지능을 만들어 낼 수 있을지 여부에 관하여 아직은 알 수 없는 상태이고, 그렇다고 해서 앞으로 이를 만들 수 없다고 단정할 수도 없는 것이다. 결국 지금으로서는 특이점 이후의 세상이 어떤 모습일지는커녕, 과연 특이점이 올 것인지, 오지 않을 것인지조차 단언할 수 없는 것이다.⁶⁰⁾ 다만, 앞서 본 바와 같이 무제한의 데이터를 기반으로 하여 적대적 생성 네트워크나 강화학습을 통해 스스로 학습해 나가는 인공지능이 우리가 원하지 않고 있음에도 불구하고 강한 인공지능으로 진화해 갈 가능성은 배제할 수 없다고 본다.⁶¹⁾ 하여튼 강한 인공지능이 생기는 순간 인류는 역사상 가장 큰 적을 만나게 될 것임은 분명한 것 같다.⁶²⁾ 인지능력이 인간보다 더 높아지고 최적화 및 효율성을 추구하도록 설계된, 강한 인공지능이 인류가 멸망하는 것을 더 효율적이라고 판단하게 된다면, 인류는 스티븐 호킹이 말한 것처럼 이들에 의해 정말 멸망하게 될지도 모른다.

2. 자율주행자동차 기술의 발전 및 현황

가. 개요

자율주행자동차란 운전자가 직접 조작하지 않더라도 자동차가 첨단센서를 이용해 주행환경을 스스로 인식하고 주행경로를 계획하여 스스로 운전하는 자동차를 말한다.⁶³⁾ 우리나라 『자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률』 제2조 제1항 제1호 역시 ‘자율주행자동차’란 운전자 또는 승객의 조작 없이 자동차 스스로 운행이 가능한 자동차를 말한다고 규정하고 있다.

자율주행자동차의 종류로는, 부분 자율주행자동차와 완전 자율주행자동차로 나눌 수 있다. 부분 자율주행자동차는 ‘자율주행시스템만으로는 운행할 수 없거나 운전자가 지속적으로 주시할 필요가 있는 등 운전자 또는 승객의 개입이 필요한 자율주행자동차’이고, 완전 자율주행자동차는 ‘자율주행시스템만으로 운행할 수 있어 운전자가 없거나 운전자 또는 승객의 개입이 필요하지 아니한 자율주행자동차’이다(같은 법 제2조 제2항 참조).

대다수의 교통사고가 사람의 실수로 발생하는데, 자율주행자동차는 차량의 첨단센서를 통해 교통상황을 인지하고 내장 컴퓨터가 빠른 속도로 위험상황을 판단하여 위험을 피할 수 있도록 주행을 제어함으로써 교통사고를 사전에 방지하고 도로교통환경의 안전성을 극대화할 수 있다. 위와 같은 안전성 외에도 운전자가 자동차를 타고 이동하는 동안 다른 일을 할 수 있는

59) 고바야시 마사카즈, 한진아(역), 인공지능이 인간을 죽이는 날, 새로운제안, 2018, 25면.

60) 정상조, 인공지능, 법에게 미래를 묻다, 사회평론, 2021, 187면.

61) 김대식, 김대식의 인간 VS 기계, 동아사이, 2016, 318-319면.

62) 이에 관하여 약한 인공지능 단계에서 강한 인공지능으로 진화하는 것을 막는 방안, 인공지능에게 아시모프 로봇 3원칙과 같은 도덕적인 기준을 주자는 방안, 인공지능이 스스로 내지 강제로 계속 인간의 말을 듣거나 돕도록 만드는 방안 등이 제시될 수 있으나[김대식, 김대식의 인간 VS 기계, 동아사이, 2016, 330-336면 참조], 그 실현가능성은 회의적이다.

63) KAIST 문술미래전략대학원·미래전략연구센터, 카이스트미래전략 2019, 김영사, 2018, 323면.

등 편의성 측면에서도 큰 효과가 기대된다.

원래 자율주행차는 물류운송 목적으로 처음 생겼으나, 여객운송으로 그 범위가 확장되었다. 그리고 발 ⇨ 손 ⇨ 눈으로 자유로워지는 신체 부위가 늘어나는 방향으로 발전하고 있다.

미국 자동차공학회(SAE)의 자율 주행 단계별 구분



단계	명칭	정의	주요 기능
Lv.0	무자율	모든 운전 운전자가 수행	자율주행 기능없음
Lv.1	운전자보조	운전자 : 주행, 시스템 : 조향, 가감속의 특정 주행모드 수행	• 차간거리유지 • 차선유지
Lv.2 (2018)	부분자율	운전자 : 주행, 시스템 : 조향, 가감속 기능 복합되어 특정 주행모드 수행 (현재 수준)	• 차간거리유지+차선유지 • 자동주차
Lv.3 (2020)	조건부자율	시스템 : 주행 운전자 : 시스템의 개입 요청에 적절 대응, 항상 차량 제어를 위한 준비자세	• 고속도로자율주행
Lv.4 (2025)	고도자율	시스템 : 주행, 운전자가 개입요청에 적절히 대응 못하는 경우에도 시스템 주행가능	• 특정 구간 및 기상상황
Lv.5 (2035+)	완전자율	모든 조건에서 시스템이 상시 운전	• 자율주행 • 무인운송

news1

© News1 김일환 디자이너

나. 자율주행기술의 발전단계

자율주행기술의 발전단계는 2016년 10월 이후부터 국제자동차공학회(SAE)에서 분류한 6가지 단계를 활용하는 것이 일반적이다.

레벨0은 비자동화단계로서 운전자가 상황을 파악하고 운전을 하는 상태를 말한다. 주행 중 안전을 위하여 시스템이 단순히 경고하고 일시 개입하는 전방 충돌방지보조, 후측방 충돌경보

등이 장착되어 있는 경우를 말한다.

레벨1은 운전자보조단계로서 특정 주행모드에서 시스템이 조향 또는 가속/감속 중 하나를 수행하는 차로 차선유지보조, 스마트 크루즈 컨트롤이 장착되어 있는 경우를 말한다. 이때에도 운전자는 상황을 파악하고 운전을 하여야 한다.

레벨2는 부분자동화단계로서 특정 주행모드에서 시스템이 조향 또는 가속/감속 중 하나를 수행하는 차로 고속도로주행 보조, 원격 스마트 주차 보조 등이 장착되어 있는 경우를 말한다. 이때에도 운전자는 상황을 파악하고 운전을 하여야 한다.

레벨3는 조건부 자동화단계이다. 레벨2까지는 시스템이 주행을 돕는 역할을 하지만, 레벨3에서는 특정 모드에서 시스템이 주행을 직접 수행하게 된다. 자동차 스스로 차선을 변경하고 앞차를 추월하거나 장애물을 피할 수 있다. 레벨3는 차량 제어와 주변 환경을 동시에 인식하지만, 자율주행 모드 해제가 예상될 경우 운전 통제권의 이양을 운전자에게 요청하게 되고 운전자는 시스템의 요청시에 운전을 해야 한다.

레벨4는 고도자동화단계로서 시스템이 전체 주행을 수행하는 점은 레벨3와 같으나, 위험 상황 발생 시에도 안전하게 대응해야 한다는 점에서 차이가 있다. 그렇기 때문에 시스템이 정해진 도로와 조건 하에서 운행을 하고, 이때부터 운전자는 시스템에 개입하지 않는다.

레벨5는 완전자동화단계로서 레벨4와 달리 자율주행을 할 수 있는 지역에 제약이 없는 완전 자동화단계를 말한다.

다. 자율주행기술을 위한 센서 및 인공지능

일반적으로 자율주행자동차 차체에는 외부 상황을 파악하는 각종 센서가 탑재된다. 대표적인 센서로는 비디오카메라, 밀리파레이더, 레이더 레인지 파인더(라이다, LIDAR), GPS 등이 있다.⁶⁴⁾

비디오카메라는 자율주행자동차 앞 유리 주변에 여러 대 설치되어 외부를 입체적으로 파악하는 스테레오 카메라로 쓰이는 경우가 많다. 대상물의 형태를 식별하는 데 유리하나, 인간의 눈처럼 빛이 없는 야간이나 비, 안개, 눈 등 악천후로 시야가 차단되는 경우에는 무용지물이라는 점이 최대 단점이다.

밀리파레이더는 1~10밀리 정도 파장을 일으키는 전파를 조사한 뒤 대상물에 반사되어 되돌아오는 반사파를 캐치하여 대상물까지의 거리나 방향, 대상물의 크기 등을 파악한다. 야간이나 악천후에도 사용가능한 점은 장점이나, 대상물의 형태를 잘 인식하지 못할 뿐 아니라 금속이 아닌 비금속은 잘 인식하지 못하는 점이 단점으로 지적된다.

라이다는 레이저 빛을 사용하여 대상물에 반사되어 되돌아오는 반사광을 캐치하여 대상물까지의 거리나 그 형태를 측정하는 메커니즘이다. 라이다는 밀리파 레이더와 원리는 같지만 전파가 아니라 레이저 빛을 사용한다는 점에서 다르다. 라이다는 보행자 등 비금속도 인식할 수 있고 대상 분석력이 비디오카메라나 밀리파 레이더보다 높아서 대상물의 형태를 비교적 정확하게 파악할 수 있다. 측정 가능거리는 50~100미터로서 다른 센서에 비해 짧은 편이고 악천후에는 약점을 보인다.

이처럼 각종 센서는 제각기 장단점이 있기 때문에 이를 조합해서 사용하면 약점을 보완할 수 있고 자율주행자동차 주변을 빠짐없이 탐색할 수 있다. 물론 차체에 탑재되는 센서가 많아질

64) 고바야시 마사카즈, 한진아(역), 인공지능이 인간을 죽이는 날, 새로운제안, 2018, 73-78면 참조

수록 자율주행 자동차 개발 및 제조비용이 증가하게 된다.

위와 같은 센서들은 자율주행자동차의 눈과 귀 같은 감각기관에 해당한다. 센서에서 계측한 각종 데이터를 분석해 보행자, 다른 자동차, 장애물 등과의 충돌을 피하고 안전한 진로를 정해주는 지적 정보처리 역할을 담당하는 것이 바로 자율주행자동차에 탑재된 인공지능이다.

자율주행기술은 아래와 같이 크게 네 가지 프로세스로 진행된다.⁶⁵⁾

(1) 자기 위치 추정(localization)

자율주행자동차가 GPS나 라이다 같은 센서를 이용해 자신이 지금 있는 장소를 가능한 한 정확하게 추정한다.

(2) 외부 인식(tracking)

자율주행자동차가 각종 센서를 이용해 주변에 있는 보행자와 자동차 등 여러 움직이는 대상물들의 위치를 가능한 한 정확하게 추정한다.

(3) 행동 계획(motion planning)

자율주행자동차가 현 지점에서 목적지까지 이동하는 경로를 결정한다.

(4) 동체 제어(body control)

위 각 정보를 통해 자율주행자동차가 주변의 이동체나 장애물에 부딪히지 않도록 스스로 차체를 제어하면서 부드럽게 이동한다.

라. 자율주행자동차 기술의 발전 현황

자율주행자동차 기술개발 및 자율주행 기반 모빌리티 서비스 개발은 기존 자동차 업체를 비롯해, 구글, 우버 등 IT기업들도 뛰어 들어 업체간 경쟁이 치열하다. 보스턴 컨설팅 그룹(BCG), ABI 리서치, 네비건트(Navigant) 리서치 등 글로벌 조사기관 등의 발표에 따르면, 2025년을 기점으로 부분자율주행 수준의 자율주행자동차 시장 규모가 급증할 것으로 보인다.⁶⁶⁾ 미국 네바다 주와 캘리포니아 주에서는 자율주행자동차에 면허를 주기 시작하였다.⁶⁷⁾

(1) 웨이모(구글)

웨이모(Waymo)는 구글이 2009년부터 추진한 자율주행차 개발 프로젝트 기술을 상용화할 목적으로 2016년 12월 설립한 회사이다. 웨이모는 자율주행 차량을 앱으로 호출해 이용할 수 있고 카드를 앱에 등록하면 자동으로 요금이 결제되는 방식의 자율주행 택시 ‘웨이모 원(Waymo One)’을 론칭한 바 있다. 웨이모는 2020년 10월 애리조나 주 피닉스에서 무인 자율주행 택시 서비스를 시작했고, 2021년 8월에는 샌프란시스코, 11월에는 뉴욕 시내에서도 시범서비스를 선보였다. 웨이모는 2022년 3월 복잡한 도로환경과 많은 교통량으로 자율주행 난코스여겨지는 샌프란시스코에서 운전자가 동승하지 않는 형태의 완전자율주행 서비스를 통해 자사 직원을 출근시키는데 성공하기도 하였다.⁶⁸⁾

65) 고바야시 마사카즈, 한진아(역), 인공지능이 인간을 죽이는 날, 새로운제안, 2018, 79-80면 참조

66) KAIST 문술미래전략대학원·미래전략연구센터, 카이스트미래전략 2019, 김영사, 2018, 324면

67) 조동호, “자동차, 어디까지 바뀔까?”, 국회로 간 KAIST, 심복스, 2015, 84면 참조

68) “웨이모, 美 샌프란시스코서 무인 자율주행 서비스 개시”, 매일경제(2022. 3. 31.), <https://www.mk.co.kr/news/world/view/2022/03/288925/> (2022. 5. 23. 최종 확인)

(2) 우버

우버는 구글의 웨이모, 테슬라의 오토파일럿과 함께 자율주행차 연구의 3대장으로 불리기도 하였으나, 재정난으로 2020년 12월 자율주행차 사업 부문(ATG, Advanced Technology Group)을 자율주행 스타트업인 오토라에 매각하였다.⁶⁹⁾ 원래 우버는 카네기멜론대학과 긴밀한 관계를 맺고 피츠버그에 ATG를 설립하여 수백명의 연구원과 엔지니어를 두고 자율주행차 산업에 큰 비중을 두어 왔다.⁷⁰⁾ 우버는 구글의 웨이모에서 근무하던 연구원들이 자율주행트럭을 위주로 하던 스타트업 오토(Otto)를 인수하였는데, 2017년 웨이모가 영업비밀 도용 및 특허 침해를 주장하면서 캘리포니아 북부지방법원에 우버 등을 상대로 소를 제기하였고,⁷¹⁾ 2018년 우버가 약 2억 4,500만 달러 상당의 우버 주식을 웨이모에 제공하고 웨이모의 지식재산권을 침해하지 않는다는 조건으로 합의가 성립되어 위 소송 사건은 종결되었다.⁷²⁾

(3) 테슬라 오토파일럿

테슬라 오토파일럿은 테슬라 차량에 탑재되는 인공지능기술을 바탕으로 한 자율주행 기능을 말한다. 오토파일럿은 레벨5를 지향한다고 하지만, 현재 레벨2 수준으로 분류된다.⁷³⁾ 즉, 차량이 자동적으로 주행할 수 있으나, 운전자는 항상 주행상황을 모니터링하고 순간적인 반응에도 준비하여야 한다. 후술하는 사고에서 보듯이 테슬라 오프파일럿은 부분적인 자율주행모드에 불과하다.

3. 자율주행자동차로 인한 교통사고 주요 사례

가. 테슬라 모델S 오토파일럿 사고(2016년 5월, 미국 플로리다 주)

고속도로에서 오토파일럿 기능을 이용해 자율주행 중이던 테슬라 차량이 교차지점에서 회전하던 트레일러를 인지하지 못하고 트레일러의 측면과 충돌한 후 도로를 벗어나 고속도로 펜스 및 전봇대를 들이받아 운전자가 사망한 사고이다. 당시 운전자(Joshua Brown)는 고속도로에서 오토파일럿 모드로 자율주행하도록 한 상태였는데, 위 자율주행차는 고속도로를 가로지르던 트레일러를 구별하지 못하고 최고 속도로 그대로 돌진하였던 것이다. 미국 연방교통안전국에 따르면, 테슬라 모델S 차량의 센서가 흰색 계열의 트레일러 측면을 완벽하게 인지하지 못하여 브레이크가 작동하지 않은 것으로 드러났다.⁷⁴⁾ 즉, 오토파일럿의 카메라 센서가 트레일

69) “플라잉 택시 접은 우버, 자율주행차 사업도 ‘떨이 매각’”, 조선일보(2020. 12. 8.), https://www.chosun.com/economy/tech_it/2020/12/08/KRKO442LCBEFTMOPV3INYKJLOI/ (2022. 5. 23. 최종 확인)

70) “우버”, 나무위키, <https://namu.wiki/w/%EC%9A%B0%EB%B2%84> (2022. 5. 23. 최종 확인)

71) WAYMO LLC V. UBER TECHNOLOGIES, INC; OTTOMOTTO LLC; OTTO TRUCKING LLC

72) “Waymo”, WIKIPEDIA, https://en.wikipedia.org/wiki/Waymo#Waymo_LLC_v._Uber_Technologies,_Inc._et_al. (2022. 5. 23. 최종 확인)

73) “Tesla Autopilot”, WIKIPEDIA, https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Autopilot (2022. 5. 23. 최종 확인)

74) KAIST 문술미래전략대학원·미래전략연구센터, 카이스트미래전략 2019, 김영사, 2018, 326면

리의 흰색 차체와 쾌청한 하늘 자체를 혼동하여 트레일러를 장애물로 인식하지 못한 것으로 보인다. 그러면서도 도로교통안전국은 오토파일럿 자체에는 결함이 없었다고 조사결과를 발표하였는데, 오토파일럿은 어디까지나 전방의 차량과 충돌하는 것을 방지하도록 설계된 만큼 이번 사고처럼 반대차선에서 갑자기 달리던 차량이 차선을 바꾸어 눈앞을 가로지르는 상황은 오토파일럿의 능력 밖이라는 것이었다. 아울러 운전자가 사망한 것은 그가 핸들에서 손을 떼고 운전하는 등 예상치 못한 방식으로 오토파일럿을 사용했기 때문이고 그 책임은 운전자 자신에게 있다고 결론을 내렸다.⁷⁵⁾ 즉 사고의 주된 원인을 반자율주행에 대한 사용자의 오해나 혼란에 있었다고 보았다.⁷⁶⁾

나. 구글 자율주행차 사고(2016년 2월, 미국 캘리포니아 주)

구글이 자율주행차로 개조한 렉서스SUV 차량이 교차로에서 우회전 하기 위해 방향지시등을 켜고 교차로로 진입하던 중 좌측 차선에서 뒤따라오던 버스와 충돌한 사고이다. 구글 자율주행차는 사고 당시 도로 위 장애물(모래주머니)을 인지하고 장애물을 피해 회전하려고 차선의 왼쪽으로 향하던 중 사고가 발생하였다. 충돌하기 약 3초 전 자율주행차의 시스템과 차량에 타고 있던 모니터링 요원 모두 버스의 접근사실을 인지하였으나, 자율주행차에 탑재된 자율주행 알고리즘이 버스의 접근에 대해 적절히 대응하지 못한 것으로 드러났다. 즉, 좌측 차선에서 뒤따라 오던 버스가 감속할 것이라는 알고리즘의 예측이 맞지 않았던 것이다.⁷⁷⁾ 당시 구글 자율주행차의 속도는 시속 2마일이었고, 버스의 속도는 시속 15마일이었다. 이 사고는 구글 자율주행차 사고 중 구글이 자사 자율주행차 결함으로 발생한 사고임을 인정한 첫 사고였다. 인명피해는 없었지만, 구글 자율주행차의 왼쪽 휠과 펜더가 손상되었다.⁷⁸⁾

다. 테슬라 모델X 오토파일럿 사고(2018년 3월, 미국 캘리포니아 주)

테슬라 모델X가 오토파일럿 기능을 이용해 자율주행 중 캘리포니아 101번 고속도로의 진출램프 분기점에서 콘크리트 소재의 분리대와 충돌한 사고이다. 사고 원인은 공식적으로 밝혀진 바가 없다. 다만, 사고 전날 다른 차량과의 충돌로 분리대가 훼손되어 있었다는 점에서 테슬라 차량의 센서가 훼손된 분리대를 완벽하게 인지하지 못했을 것이란 추론이 설득력을 얻고 있다.⁷⁹⁾ 한편 2020년 2월 도로교통안전국은 “이 사건 충돌사고는 오토파일럿 시스템의 한계, 운전자의 오토파일럿에 대한 과도한 의존, 그리고 운전자가 휴대폰으로 비디오 게임을 하는 것과 같은 주의산만 등이 결합되어 발생하였다.”고 결론 내렸다.⁸⁰⁾

75) 고바야시 마사카즈, 한진아(역), 인공지능이 인간을 죽이는 날, 새로운제안, 2018, 70-71면

76) 고바야시 마사카즈, 한진아(역), 인공지능이 인간을 죽이는 날, 새로운제안, 2018, 101-102면

77) KAIST 문술미래전략대학원·미래전략연구센터, 카이스트미래전략 2019, 김영사, 2018, 326면

78) “Google's Self-Driving Car Caused Its First Crash”, WIRED(2016. 2. 29.), <https://www.wired.com/2016/02/googles-self-driving-car-may-caused-first-crash/> (2022. 5. 23. 최종 확인)

79) KAIST 문술미래전략대학원·미래전략연구센터, 카이스트미래전략 2019, 김영사, 2018, 326-327면

80) “Tesla Autopilot”, WIKIPEDIA, https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Autopilot (2022. 5. 23. 최종 확인)

라. 우버 자율주행차 사고(2018년 3월, 미국 애리조나 주)

미국 애리조나 주 피닉스 인근의 한 교차로에서 우버 자율주행차가 자전거를 타고 길을 건너던 보행자를 치어 보행자를 사망케 한 사건이다. 우버 자율주행차는 보행자의 존재를 센서로 인지하고 있었으나, 시스템 긴급제동이 이루어지지 않았고, 운전자 역시 TV쇼를 보고 있는 등 교통상황 모니터링 의무에 소홀했던 것으로 나타났다.⁸¹⁾ 이 사고에 관하여 운전자는 무죄를 주장하였으나, 운전자가 전방주시 의무만 다했어도 전적으로 회피할 수 있었던(entirely avoidable) 충돌사고라는 이유로 운전자에게 과실치사죄(negligent homicide)가 적용되었다.⁸²⁾ 이 사고는 자율주행자동차에 의해 보행자가 사망한 최초의 사건이었다.

4. 자율주행자동차로 인한 교통사고 책임의 귀속 문제

가. 자율주행 자동화 단계에 따른 주의의무의 변화

앞서 본 자율주행 자동화 단계에 따라 운전자의 주의의무가 달라지게 되므로, 자율주행자동차의 운행에 따른 운전자의 책임 귀속도 달라져야 할 것이다.

레벨3부터 주행환경의 감시역할을 인간 운전자 대신에 자율주행시스템⁸³⁾이 담당할 수 있으므로, 레벨3부터 본격적인 자율주행자동차라고 부를 수 있을 것이다. 하지만 레벨3에서는 비상상황이 발생한 경우 그 대응을 주행시스템이 하는 것이 아니라 인간 운전자가 수행할 것을 전제한다. 따라서 레벨3의 자율주행자동차에서 운전자는 ‘운전’을 위한 주의의무로부터는 해방되지만, 시스템의 통제권 회복 경고에 대해 반응할 수 있는 정도의 준비를 하고 있어야 하고, 그러한 주의의무를 부담한다고 볼 수 있다.⁸⁴⁾

인간 운전자가 운전에 관한 준비의무로부터 완전히 해방되는 단계는 레벨4의 자율주행자동차부터 시작된다. 레벨3의 자율주행자동차에서는 시스템의 통제권 회복 경고에 준비하여야 할 주의의무를 지는 반면, 레벨4의 자율주행자동차에서는 일정한 주어진 운행상황에서 운전자가 경고에 대해 반응하지 않더라도 자율주행시스템이 스스로 위기 대응을 할 수 있어야 하므로, 레벨4의 자율주행자동차에서 인간은 위와 같은 주의의무에서 완전히 해방된다.

나아가, 레벨5의 자율주행자동차는 ‘일정한 주어진 상황’에서 뿐 아니라 ‘모든 상황’에서 자율주행시스템이 긴급상황발생에 대해 스스로 대응할 수 있으므로, 이에 탑승한 자를 운전자라고 부르기 어렵고, 오히려 승객에 가깝다고 볼 수 있다.⁸⁵⁾

이처럼 레벨3에서 레벨5로 갈수록 탑승자는 운전자에서 승객에 가깝다고 볼 수 있다. 예컨대, 레벨3의 자율주행자동차에서는 비상상황에 대응하여 운전자가 시스템의 통제권을 회복하여야 할 주의의무를 가지므로, 운전자가 교통사고에 대한 운행자 책임을 질 수 있다. 반면, 레

81) KAIST 문술미래전략대학원·미래전략연구센터, 카이스트미래전략 2019, 김영사, 2018, 327면

82) “Uber's self-driving operator charged over fatal crash”, BBC NEWS(2020. 9. 16.), <https://www.bbc.com/news/technology-54175359> (2022. 5. 23. 최종 확인)

83) ‘자율주행시스템’이란 운전자 또는 승객의 조작 없이 주변상황과 도로 정보 등을 스스로 인지하고 판단하여 자동차를 운행할 수 있게 하는 자동화 장비, 소프트웨어 및 이와 관련한 모든 장치를 말한다(『자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률』 제2조 제1항 제2호 참조).

84) 한국인공지능법학회, 인공지능과 법, 박영사, 2019, 280면

85) 한국인공지능법학회, 인공지능과 법, 박영사, 2019, 280-281면

벨4나 레벨5의 자율주행자동차로 인해 교통사고가 발생한 경우 운행에 관여할 수 없고 주의 의무도 없는 승객에게 그 책임을 물을 수 없다고 본다. 이 경우에는 운행작업을 담당할 자율주행시스템의 역할 증대로 인해 주행시스템의 결함 내지 하자로 인한 사고가능성이 상대적으로 높아지게 될 것이므로, 자율주행자동차의 결함으로 인한 제조물책임이 더 중요한 쟁점이 될 것으로 보인다.⁸⁶⁾ 이동경로 관리, 비상대처 의무 수행 등 주요 자율주행과정을 지배하는 차량 외부의 관제시스템이 자율주행을 통제하고 있다면, 그 관제시스템 운용 기업이 운전자 내지 운행책임의 주체가 되어야 할 것이다.⁸⁷⁾

레벨4와 레벨5의 자율주행자동차는 어중간하게 인간에게 의지하는 것이 오히려 더 위험하다고 판단하여 인간을 제어시스템에서 완전히 배제시키고 기계에게 모든 통제권을 부여하는 방식을 채택하였다. 자율주행시스템을 운용하기 위한 인공지능은 규칙기반형에서 통계확률형 인공지능으로 발전해 왔는데, 통계확률형 인공지능은 정규분포곡선에서 벗어난 이상상황에 대처 능력이 떨어져 사고의 위험성이 적지 않았다. 하지만 딥러닝을 활용한 인공지능은 테스트 주행데이터를 스스로 학습하는 능력이 통계확률형 인공지능보다 현저히 높아져 비정상적인 상황도 사전에 학습하여 대처할 수 있을 것으로 기대된다.⁸⁸⁾

레벨4 내지 레벨5의 자율주행자동차의 운행 중에 발생한 교통사고에 관하여 증명 곤란 등을 방지하고 책임소재를 분명하게 가리기 위하여 영상기록장치 등의 설치를 의무화하는 등 자율주행시스템의 작동 중 그 결함으로 인한 사고인지 살펴볼 필요가 있다. 이렇듯 운전자의 과실에 기한 운전자 책임 문제는 그 비중이 감소하고, 자율주행시스템이나 자율주행자동차의 결함에 기인한 사고는 상대적으로 늘어날 것이어서 이를 보장하기 위한 제조물책임보험의 역할이 더욱 증가할 것으로 보인다.⁸⁹⁾ 제조물책임보험이 아니라도 자율주행시스템의 오류나 장애 등을 보장하기 위한 특수한 책임보험이 나올 수도 있다.

나. 교통사고 책임의 귀속

한편, 교통사고의 유형에 따라 그 책임 귀속에 관하여 살펴본다.

먼저 레벨4 내지 5의 자율주행 운행시 교통사고로 승객에게 피해가 발생하는 경우 위와 같은 자율주행자동차의 보유자가 승객이라고 한다면, 피해를 입은 승객으로서는 본인 소유의 차량으로 인한 피해라고 해서 면책될 것은 아니고 사고 원인이 된 자율주행자동차 또는 자율주행시스템의 제조사에게 그 책임을 물을 수 있을 것이다. 만약 승객이 자율주행자동차의 보유자가 아니라면, 피해자인 승객으로서는 사고 원인을 야기한 위와 같은 제조사에게 책임을 물을 수 있을 것이고, 아울러 보유자에게도 위험책임을 부담시킬 수 있을 것이다. 이때에는 보유자로서는 사고 원인을 야기한 위와 같은 제조사에게 구상할 수 있어야 할 것이다.

다음으로 레벨4 내지 레벨5의 자율주행 운행시 교통사고로 보행자 등 제3자에게 피해가 발생하는 경우 피해자의 입장에서는 그 운행에 관하여 지배력을 가지는 자율주행자동차의 보유자에게 그 운전자책임을 묻게 될 것이다. 그런데 사고 원인이 자율주행자동차 또는 자율주행시스템의 결함으로 인한 것으로 밝혀진다면, 제조물책임을 그 제조사에게 물을 수 있을 것이

86) 이중기, 황창근, “자율주행차 도입에 따른 ‘운전자’ 지위의 확대와 ‘운전자’의 의무 및 책임의 변화”, *홍익법학 제18권 제4호*, 홍익대학교 법학연구소, 2017, 375-376면 참조

87) 이상직, 나는 인공지능을 변호한다, 이다복스, 2022, 212면

88) 고바야시 마사카즈, 한진아(역), 인공지능이 인간을 죽이는 날, 새로운제안, 2018, 102-103면

89) 한국인공지능법학회, 인공지능과 법, 박영사, 2019, 282면

다. 피해자 보호를 위하여 자율주행자동차의 보유자와 제조사에게 중첩적으로 책임을 부담하도록 하되, 사고 원인에 따라 구상할 수 있도록 해야 할 것이다. 아울러 자율주행자동차 관련 책임보험의 의무보험화를 통해 피해자에 대한 보호를 두텁게 할 수 있을 것이다.

5. 국제사법예의 시사점

발표자의 지적대로 향후 자율주행기술이 발전할수록 교통사고의 원인이 운전자의 운전에만 관한 부주의보다 자율주행시스템의 고장 등 문제가 더 많아 질 것으로 전망되고, 일반 불법행위 책임에서 제조물 책임 문제로 보는 비중이 높아질 것으로 보인다.

다만, 자율주행자동차의 인식 범위는 약 200미터 내외에 불과하여 도로에서 발생하는 모든 상황을 인지하고 대응하는 것은 사실상 불가능하므로 자율주행자동차의 센서만으로 인지할 수 없는 상황을 인지하기 위하여는 인프라에서 검지한 정보를 공유할 수 있는 디지털 도로교통 인프라가 반드시 필요하고 서로 보완할 수 밖에 없다. 디지털 인프라는 교통운영 및 제어에 관련된 정보와 도로에서 발생하는 모든 상황을 실시간으로 검지하고, 이를 차량과 공유하는데 필요한 기반 디지털 시스템을 의미하는데, 자율주행시스템에 필수적인 요소라고 할 것이다. 따라서 자율주행자동차는 하드웨어 그 자체도 중요하지만, 디지털 인프라와의 원활한 네트워킹 등 소프트웨어 요소도 매우 중요하다. 완전한 자율주행자동차는 결국 connected car가 될 것이기 때문이다.

자율주행자동차의 교통사고 원인은 자동차 자체 외에도 탑재된 소프트웨어 오류, 디지털 통신 장애, 사이버 해킹, 업데이트 지연 등 다양한 원인으로부터 발생할 수 있는 것이어서 자율주행자동차의 교통사고를 단순히 제조사의 제조물 책임이라고 단정하기는 쉽지 않을 것 같다. 자율주행자동차는 이를 운행하는 해당 국가의 디지털 교통 인프라에 종속되어 호환·운영될 수 밖에 없는 속지적인 특수성이 있으므로, 제조사의 국적은 비교적 덜 중요하다고 본다. 오히려 교통사고를 낸 자율주행자동차가 운영되는 디지털 교통 인프라가 속한 국가의 법률(불법행위지법 또는 손해발생지법)을 원칙적인 준거법으로 삼는 것이 명확하고 합리적일 수 있다. 또한 일반적인 차량은 대체로 운전자의 부주의, 오판 외에 자동차 자체의 결함 등에 의해 사고 발생 가능성이 생기는 반면, 자율주행자동차는 자동차 자체의 결함보다도 현지 디지털 인프라 환경이나 그에 맞는 자율주행시스템의 영향을 더 크게 받을 수 있으므로, 막연히 제조물 책임에 관하여 규정하는데 그치지 않고 위와 같은 특수성을 반영한 책임 조항을 그 성질에 맞게 세분화할 필요성이 있다.