
무인자동차(Autonomous car)의 기술 및 시장 분석

2015. 12.

성태응
산업정보분석실

머 | 리 | 글

한국과학기술정보연구원(KISTI) 중소기업혁신본부에서는 연구원의 대내외 연구역량 성과확산 및 최신 기술/시장 정보 제공을 위해 ‘정보분석 보고서’를 발간합니다.

본 보고서는 운전자의 조작 없이 자동차 스스로 주행환경을 인식하여 목표지점까지 운행할 수 있는 무인자동차(자율주행자동차)의 기술 및 시장전망에 대한 분석 정보를 KISTI 성태웅 선임연구원의 관점에서 분석, 정리하였습니다. 향후 상용화를 통해 경제적 가치를 발현할 수 있도록 관심 있는 기업 및 조직에서 선행 조사분석을 위한 참조정보로 활용할 수 있도록 본 보고서를 구성하였으며, 무인자동차 관련 분야의 사업진출 및 전략수립에 도움이 되도록 하는데 그 주안점을 두고 있습니다.

끝으로 본 보고서는 성태웅 선임연구원이 집필한 것으로 노고에 깊이 감사드리며, 본 보고서에 수록된 내용은 연구자 개인의 의견으로서 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2015년 12월

한국과학기술정보연구원
원 장 한 선 화

<차 례>

제1장 무인자동차(자율주행자동차)의 개요	3
1.1 무인자동차의 정의 및 특징은 무엇인가?	3
1.2 무인자동차 법제도 관련 지원정책	6
제2장 무인자동차의 기술동향	
2.1. 무인자동차의 적용 기술	10
2.2. 해외 기술개발 동향	15
2.3. 국내 기술개발 동향	15
제3장 무인자동차의 시장동향	22
3.1. 해외 시장동향	22
3.2. 국내 시장동향	27
3.3. 경쟁업체 현황	29
3.4. 무인자동차의 수요 예측	32
제4장 무인자동차 기반의 미래 운송수단 혁신	53
4.1. 구글의 무인자동차 수익모델	35
4.2. 결론 및 시사점	41
참고문헌	4

제1장 무인자동차(자율주행자동차)의 개요

1.1 무인자동차의 정의 및 특징은 무엇인가?

가. 기술 및 시장분석의 배경

산업혁명은 개인용 운송수단에서 말(馬)을 내연기관으로 대체했으며, 오늘날 정보기술 혁명은 운전자를 컴퓨터로 대체하려하고 있다. 글로벌 자동차 시장에서 가장 영향력이 큰 미국에서 정보기술기업 구글이 자동운전 자동차(self-driving car or autonomous car)의 주행 테스트를 진행하고 있으며, 5년 내에 자동운전 자동차를 상용화하겠다는 계획을 발표하였다.

이와 함께 자동운전 자동차에 관한 법령을 제정하는 자치단체가 점차 늘어나고 있어 자동운전 자동차의 시대가 먼 미래의 일이 아님을 시사하고 있다. 자동운전 자동차는 현행 자동차 시장의 핵심 경쟁요소의 변화를 통해 향후 자동차 산업의 지형을 크게 바꿔놓을 것으로 예상된다. 수출(세계 3위)과 생산(세계 5위) 부문에서 글로벌 수준으로 올라선 국내 자동차 업계에도 크나큰 도전이 아닐 수 없다.

이에 본 분석에서는 자동운전 자동차의 기술 및 시장동향을 분석하고 구글과 자동차 업계의 관점을 보여주며, 또한 자동운전 자동차 시장을 주도할 것으로 예상되는 구글의 수익 모델을 검토하고 국내 업계에의 시사점을 제시하였다.

나. 분석대상의 개념과 범위

(1) 무인자동차의 개념

최근 자동차와 ICT의 융합에 따른 다양한 형태의 자동차 용어들이 등장하고 있다. 커넥티드카(connected car), 무인 자동차(driverless car), 자동운전 자동차(autonomous car), 자율주행 자동차(self-driving car), 스

마트카(smart car), 인포테인먼트 시스템(infotainment system) 등이 그것이다. 이러한 용어들은 아직 개념이 명확히 정의되지 않은 상태로 사용되고 있어, 종종 혼란이 야기되기도 한다.

예를 들어, 무인자동차, 자동운전 자동차, 자율주행자동차는 사실상 모두 '운전자의 조작 없이 자동차 스스로 주행환경을 인식, 목표지점까지 운행할 수 있는 자동차'라는 동일한 의미를 가진 용어인데, 기사나 매체에 따라 각기 다른 용어가 사용되고 있다. 커넥티드카는 자동차에 통신기능을 탑재하여 통신기기 또는 외부 인프라(클라우드 등)와의 연동을 통해 자동차의 안전과 편의성을 향상시킨 차라고 할 수 있다. 커넥티드카는 통신을 통한 연결성이 강조된 개념이라고 하겠다. 최근에는 인포테인먼트 시스템(infotainment system)이라는 용어도 빈번하게 사용되고 있다. 인포테인먼트 시스템은 정보(Information)와 오락(Entertainment)의 합성어로, 정보 전달에 오락성을 가미한 시스템을 의미한다. 인포테인먼트 시스템은 내비게이션이나 계기판(Instrument Cluster), 트립 컴퓨터와 AV시스템, DMB, MP3, 오디오 및 외부기기(스마트폰, 태블릿 등)와의 연결까지 가능한 통합적인 차량 내부 시스템을 포함한다.

몇몇 연구들은 커넥티드카의 구성요인에 인포테인먼트 시스템을 포함하고 있다. 스마트카라는 용어도 아직까지 명확히 정립된 개념이라고 보기 힘들다. 정강현(2011)은 스마트카를 '인포테인먼트와 텔레매틱스 두 시스템뿐만 아니라 안전과 편의성 향상을 위해 제공되는 다양한 전기, 전자시스템이 합쳐진 자동차'로 정의하고 있다. 이와 함께, 정강현(2011)은 스마트카를 커넥티드카와 동일한 의미로 파악하고 있다. 이선미 외 3인(2012)은 스마트카를 '차량 내 정보 통합 관리와 원격제어 및 차내에서 콘텐츠를 즐길 수 있는 신개념 지능자동차'로 정의하고 텔레매틱스와 인포테인먼트, 광대역 통신 네트워크가 결합된 자동차로 파악하고 있다. 다만, 이선미 외 3인(2012)은 스마트카가 궁극적으로 무인자동차(driverless car)로 진화할 것이라고 설명하고 있어 넓은 의미에서는 무인자동차를 포함하고 있는 것으로 보인다.

<그림 1-1>의 좌측 그림에서 구글의 자동운전 자동차(구글카)의 첫 번째 일반인 이용자 스티브 마한(Steve Mahan)씨의 탑승 모습을 보여주고 있는데, 주행 중인 구글카의 운전석에 앉아 있는 마한씨는 95%의 시력을 잃은 시각 장애인이며, 우측 그림에는 아우디의 자동운전 자동차(애칭

Shelley)가 미국 파이크스 피크(Pikes Peak) 산악도로를 주행하는 모습을 보여주고 있다.



<그림 1-1> 운전자가 없는 차(driverless car)

글로벌 자동차 시장에서 가장 영향력이 큰 미국에서 정보기술 기업 구글이 자동운전 자동차의 주행 테스트를 진행하고 있으며, 5년 내에 자동운전 자동차를 상용화하겠다는 계획을 발표하였다. 이와 함께 자동운전 자동차에 관한 법령을 제정하는 주들이 점차 늘어나고 있어 자동운전 자동차의 시대가 먼 미래의 일이 아님을 시사하고 있다.

(2) 연구의 범위

19세기, 말(馬) 없는 차가 그러했듯이 운전자가 없는 차, 자동운전 자동차는 자동차 산업의 지형에 근본적인 변화를 가져올 것으로 예상된다. 특히 <표 1-1>에서 보듯이, 수출(세계 3위)과 생산(세계 5위) 부문에서 글로벌 수준으로 올라선 국내 자동차 업계에 큰 도전이 아닐 수 없다.

<표 1-1> 국내 자동차 산업의 위상

생산(2010년 기준)	수출(2011년 기준)	고용(2010년 기준)
- 466만 대(세계 5위) - 국내 제조업 생산액의 11%	- 315만 대(세계 3위) - 684억 달러(총 수출액의 12.3%)	- 27만 7천명 - 제조업 일자리의 10.5%

이처럼 자동차와 ICT의 융합을 통해 등장하고 있는 융합 자동차에 대한 용어나 개념이 중복되어 사용되거나, 다르게 파악되고 있는 것은 정보기술이 자동차의 특정 기능에 국한되어 개별적으로 적용되는 것이 아니라 다양한 기능에 복합적으로 적용되고 있는 점에 기인하는 것으로 보인다. 그러나, 큰 틀에서 ICT 융합 자동차는 1) 컴퓨터가 운전기능을 수행하는 자동운전 자동차와, 2) 인포테인먼트를 포함하는 커넥티드 카로 크게 구분할 수 있다. 스마트카는 이 두 가지 자동차의 특성을 포괄할 수 있다는 점에서 이 두 가지 특성 모두 갖춘 자동차로 파악하는 것이 타당해 보인다. 본 분석에서는 분석 대상을 자동운전 자동차에 국한하여 논의를 전개하도록 한다.

<표 1-2> 자동운전 자동차와 커넥티드카의 비교

	자동운전 자동차 (self-driving car)	커넥티드 카 (connected car)	인포테인먼트 시스템 (infotainment system)
개념	운전자의 조작 없이 자동차 스스로 주행 환경을 인식, 목표지점까지 운행할 수 있는 자동차	항상 인터넷에 연결되는 자동차	인포메이션과 엔터테인먼트의 합성어로 IT로 주행 정보와 엔터테인먼트 기능을 동시에 제공하는 시스템(정강현, 2011)
특징	사람이 아닌 컴퓨터가 운전	텔레매틱스와 인포테인먼트의 결합	내비게이션이나 트립 컴퓨터, AV시스템, DMB, MP3, 오디오 및 외부기기(스마트폰, 태블릿 등)와의 연결까지 가능한 통합적인 차량 내부 시스템을 포함
비고	무인자동차, 자율주행 자동차와 동일한 의미	스마트카(smart car)라는 용어를 사용하기도 함	커넥티드카의 범주에 포함하는 경우가 많음

1.2 무인자동차 법제도 관련 지원 정책

가. 무인자동차의 사회적 활용 효과

자동운전 자동차가 가져올 수 있는 효과는 크게 인명사고 감소, 에너지 절감, 통근시간의 효과적인 활용, 노약자 및 장애인의 이동성 제고 등을 들 수 있다. 먼저, 인명사고 감소와 관련하여 미국 도로교통안전국(NHTSA)에 따르면 미국에서 2010년 교통사고로 인한 사망자 수는 3만 2,788명에 달하며, 충돌 사고의 93%에 대해 인간 실수(human error)가 주요 요인(critical reason)인 것으로 조사되었다. 세계 보건 기구에 따르면 전세계적으로 매년 교통사고로 약 120만 명이 매년 교통사고로 사망하고 있다. 자동운전 자동차는 운전을 인간이 아닌 컴퓨터에 위임함으로써 인간 실수로 인한 교통사고를 크게 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 자동운전 자동차가 충돌 사고로 인한 사망자와 부상자 수를 크게 줄일 수 있는 효과적인 수단이 될 수 있다는 점에서 미국의 정치권과 주정부에서도 큰 관심을 보이고 있다.

<표 1-3> 구글의 자동운전 자동차 도입 목표와 잠재적 이익

구글의 목표	잠재적 이익(미국 기준)	비고(미국 '09년 기준)
교통사고 90% 감축	<ul style="list-style-type: none"> • 495만 건의 교통사고 감축 • 사망자 수 3만 명 감축 • 부상자 수 2백만 명 감축 • 교통사고 관련 4천억 달러 비용 감축 	<ul style="list-style-type: none"> • 550만 건의 교통사고 • 3만 3,808명 사망 • 220만 명 이상의 부상 • 교통사고 관련 4,500억 달러의 비용 발생
출퇴근 시간과 에너지 낭비 90% 감축	<ul style="list-style-type: none"> • 출퇴근 시간 48억 시간 감축 • 19억 갤런의 연료 절약 • 생산성, 연료비 등으로 1,010억 달러 절감 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통정체로 인해 48억 시간과 19억 갤런을 낭비하고 있는 것으로 조사됨 (Forbes, 2013. 1. 22)
차 90% 감축	<ul style="list-style-type: none"> • trip-mile 당 비용 80% 이상 감축 • 현행 차 활용도(5~10%)를 75% 이상으로 제고 • 주차 공간(land)의 활용도 제고 	-

* 출처: Forbes(2013.1) 자료를 기반으로 재작성

또한 자동운전 자동차는 출퇴근 시간과 에너지 절감을 통해 미국에서만 연간 1,000억 달러를 절약할 수 있을 것으로 전망되고 있다. 이밖에도 자동운전 자동차는 주행과 주차 비용을 크게 절감할 수 있을 것으로 예상되며, 운전을 할 수 없는 노약자와 장애자의 이동성을 높여주는 효과적인 수단으로 활용 가능하다.

나. 자동운전 자동차 추진 현황

구글이 자동운전 자동차 구글카를 처음 발표한 것은 2010년 10월이지만 구글은 이미 그 이전에 비공개적으로 자동운전 자동차 프로젝트를 진행해 왔다. 구글은 구글카 사업을 공식적으로 발표하는 블로그에서 당시에 이미 구글카가 14만 마일을 주행했다고 밝힌 바 있다. 구글카는 기존의 자동차에 자동운전 시스템(하드웨어+ 소프트웨어)을 장착한, 일종의 개조된 자동차라고 할 수 있다. 구글은 도요타의 프리우스(Prius), 아우디의 TT, 렉서스의 RX450h를 개조하여 시험운행을 진행하고 있다.

현재까지 자동운전 자동차와 관련된 구글의 행보는 1) 소프트웨어 알고리즘 지속개선, 2) 법제도 환경 조성, 3) 소비자 대상 홍보 등 크게 3가지 방향으로 요약될 수 있다. 먼저, 소프트웨어 알고리즘의 개선은 현재 구글의 자동운전 자동차 사업에서 가장 핵심적인 과제라고 할 수 있다. 운전을 컴퓨터에게 위임하는 것에 대한 소비자의 불안과 부정적 인식, 규제자의 안전성에 대한 엄격한 요구사항들을 해결하기 위해서는 지금보다 훨씬 긴 거리의 무사고 주행 기록이 필요하다.

특히, 이 과정에서 구글카의 시스템 오류로 인한 사고 발생시, 자동운전 자동차에 대한 사회적 인식이 급격히 악화될 수 있기 때문에 구글로서는 매우 신중한 접근이 요구 되는 작업이라고 할 수 있다. 이러한 제약에도 구글은 50만 마일을 무사고 기록을 유지하고 있으며, 이를 통해 자동운전 자동차 부문의 선발자의 지위를 공고히 다져가고 있다.

법제도 환경 조성도 구글에게 매우 중요한 과제라고 할 수 있다. 이는 자동운전 자동차의 출시뿐만 아니라 자동운전 자동차의 경쟁의 큰 틀을 결정한다는 측면에서도 중요한 의미를 가진다. 구글은 국회의원, 주지사,

주와 연방차원의 규제 당국(도로교통안전국, NHTSA)을 대상으로 한 법령 제정 지원, 관련 규제 및 규칙 마련에 적극적으로 참여하고 있다. 이러한 노력의 결과로, 2011년 6월 네바다 주를 시작으로 플로리다(2012년 4월)와 캘리포니아(2012년 10월) 등 3개 주에서 법령이 제정되었다.

<표 1-4> 구글의 자동안전 자동차 주요 추진 내용

사업 방향	주요 추진 내용	주요 성과
소프트웨어 알고리즘 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 소비자와 규제자가 수용할 수 있는 수준의 안전성을 담보할 수 있는 알고리즘 개발을 위해 매진 	<ul style="list-style-type: none"> • 주행거리 50만 마일 돌파 ('13년 3월) • 선발주자로서의 입지 확립
법제도 환경 조성	<ul style="list-style-type: none"> • 자동안전 자동차의 입법화 촉진을 위한 로비 강화, 자동안전 자동차의 안전 성능 기준이 구글에게 유리한 방향으로 설정될 수 있도록 기준 설정 과정에 적극적으로 참여 	<ul style="list-style-type: none"> • 네바다, 플로리다, 캘리포니아 법령 제정 • 미시간 등 9개 주에서 법안 심사 중
소비자 대상 홍보	<ul style="list-style-type: none"> • 교통사고로 인한 인명피해의 대폭적인 감축, 에너지 절감과 환경 보호, 개인의 생산성 제고, 장애인의 이동성 확대 등에 대해 적극적으로 홍보 • 유튜브를 통한 홍보, 주요 매체 기자들을 대상으로 구글카 체험 기회 부여 	<ul style="list-style-type: none"> • 법제도 환경 조성에 기여 • 구글카에 대한 수요 기반 확대

2013년 3월 현재, 법안 심사가 진행 중인 주는 콜로라도, 워싱턴DC, 하와이, 미시간, 뉴햄프셔, 오레곤, 텍사스, 워싱턴, 오클라호마 등 9개에 달한다. 소비자를 대상으로 한 홍보는 자동안전 자동차의 입법화, 구글카에 대한 수요기반 마련에 기여할 수 있다는 점에서 의미를 갖는다. 구글은 각종 언론 매체를 통해 자동안전 자동차가 가져다 줄 수 있는 이점(교통사고로 인한 인명피해의 대폭적인 감축, 에너지 절감과 환경 보호, 개인의 생산성 제고, 노약자 및 장애인의 이동성 확대 등)을 적극적으로 홍보하고 있다. 또한, 유튜브를 통해 자동안전 자동차에 관한 동영상을 게재하고 주요 매체 기자들을 대상으로 구글카 체험 기회를 부여하고 있다.

구글의 자동안전 시스템 개발과 관련하여 개발 인력의 구성도 눈여겨 볼 필요가 있다. 구글에서 자동안전 자동차에 대한 연구는 부사장 세바스찬 스린(Sebastian Thrun)의 주도하에 12명의 엔지니어들이 진행하고 있는

것으로 알려져 있다. 스런은 인공지능부문의 전문가로 하버드 대학에서 무인자동차 팀을 구성하여 2005년 DARPA Grand Challenge에서 우승을 이끌어 냈으며, 페이지의 권유로 구글에 입사해서는 스트리트뷰 (StreetView)의 개발을 담당했다. 구글카의 기술책임자인 크리스 엄슨 (Chris Urmson)은 카네기멜론 대학에서 무인자동차 팀의 리더였으며, 2007년 Urban Challenge에서 우승을 차지하였다. 이외 다수의 인력들이 이들과 함께 DARPA Grand Challenge에 참여한 경험을 가지고 있다. 인터넷의 시초가 되었던 ARPANET을 개발했던 DARPA가 자동운전 자동차의 발전에도 매개체 역할을 하게 된 셈이다.

구글카의 상용화 시기와 관련하여 2012년 10월, 구글 공동창업자인 세르게이 브린은 구글카가 5년 이내에 소비자에게 공급될 수 있도록 하겠다는 계획을 발표했다.

제2장 무인자동차의 기술 동향

2.1. 무인자동차의 적용 기술

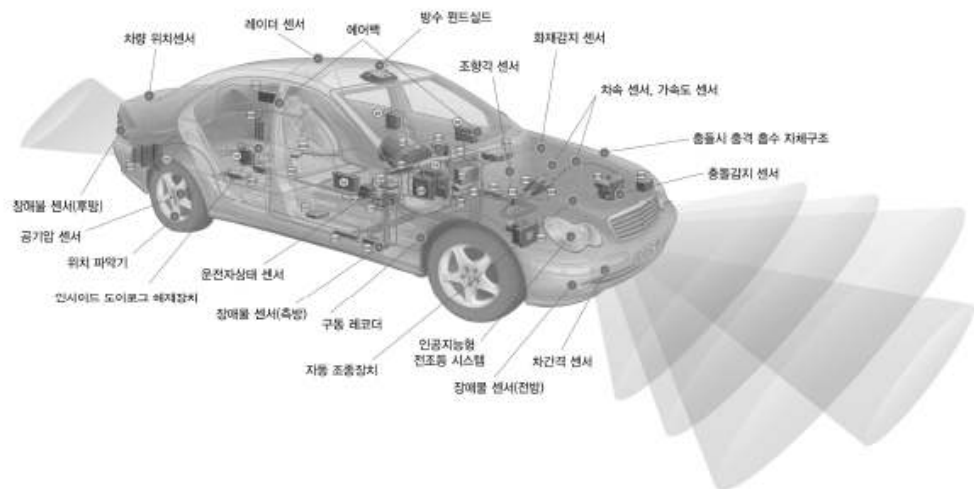
가. 무인자동차의 구성요소

자동운전 자동차는 크게 센서, 프로세서, 알고리즘, 액추에이터(actuators) 등으로 구성된다. 센서는 자동차의 환경에 대한 데이터를 수집하는 역할을 수행한다. 프로세서는 데이터를 고속으로 처리한다. 알고리즘은 그 결과를 해석하고 주행에 관한 의사결정을 내린다. 액추에이터는 알고리즘의 결과로 나온 의사결정에 따라 자동차의 움직임을 통제한다. 현재 주행 테스트를 실행하고 있는 자동운전 자동차는 기존의 자동차에 센서와 프로세서, 소프트웨어 알고리즘을 탑재한 자동차를 지칭한다. 특히, 센서와 소프트웨어 알고리즘이 자동운전 자동차의 특징적인 내용으로 많이 소개되고 있다. 자동운전 자동차의 센서로는 다음의 [그림 3]에서와 같이 비디오 카메라(video camera), 레이더 센서(radar sensor), 레이저 레인지 파인더(laser range finder),¹¹⁾ 위치 측정기(position estimator) 등이 있다. 이들 센서는 주변의 차량, 사물, 사람, 신호, 차선 등의 제반 상황을 파악하는 데 활용된다.



<그림 2-1> 구글카의 주요 장치

자율운전 자동차에서 이러한 센서들의 역할도 중요하지만 보다 중요한 것은 센서를 통해 수집된 대량의 데이터를 해석하여 조향(操向), 가감속(加減速), 정지에 관한 의사결정을 정확하고 신속하게 내리고 이를 실행하는 것이다. 특히, 조향, 가감속, 정지에 관한 의사결정을 처리하는 소프트웨어 알고리즘(algorithm)이 자율운전 자동차의 핵심이라고 할 수 있다. 구글이 다양한 조건과 상황의 도로주행 실험을 실시하는 것도 결국 이러한 의사결정 알고리즘 향상을 목적으로 하고 있다고 할 수 있다. 자율운전 자동차 개발에서 구글이 경쟁력을 가지고 있는 부분이 바로 이 부분이다. 현재 구글은 주행 시 다양한 돌발변수가 발생하는 도시 내 도로에서 구글카를 시험 주행 중이며, 최근 구글카의 주행거리는 50만 마일(80만 km)을 넘어선 것으로 알려져 있다. 반면, 자동차 업체는 아직 자율운전 자동차로 본격적인 시내 시험 주행에 나서지 못하고 있는 것으로 파악된다. 다만 부품업체로는 콘티넨탈이 2012년 12월, 완성차 업체로는 아우디가 2013년 1월 네바다 주에서 시내주행에 관한 면허를 부여받아 주행테스트를 진행하고 있다. 이같은 차이는 다양한 주행 상황에 대한 데이터와 이를 분석하여 실시간으로 최적의 의사결정을 내릴 수 있는 알고리즘 부분에서 구글과 여타 업체의 격차에 기인한 것으로 보인다.



<그림 2-2> 스마트 자동차 구동을 위한 각 부품 배치도(개념도)

* 출처: MDS 테크놀러지 구성(2014)

자동차는 또 하나의 주거공간으로서 IT기술과의 융합으로 진화해 나가고 있다. 올해 CES는 이러한 스마트 자동차의 진화를 유감없이 보여준 전시회라 할 수 있다. Audi의 A7은 제한적이지만 무인주행의 방향을 보여줬다. 카메라, 레이더, 레이저 장치를 통해 주변 차량과 차선, 장애물 등을 인지하여 정보를 수집하며, 자동차 내에 설치된 컴퓨터는 이러한 정보를 분석하여 속도를 조절하고 방향을 바꾸는 등 차량의 운행에 대한 각종 판단을 내린다. 앞으로 5년 내에 시속 7Km미만의 정체구간에서는 더 이상 운전자의 조작이 필요 없을 것으로 보일 정도로 기술의 발전 속도가 놀랍다. BMW는 자동운전과 주차기능, 메르세데스-벤츠는 “예측형 사용자 경험(Predictive User Experience)” 엔진을 통하여 운전자의 평소 행동을 바탕으로 운전자의 기분에 맞는 장소를 추천해 준다.

스마트 자동차가 이토록 주요 이슈가 된 이유로는 안전성 증대로 인한 교통사고 감소 효과, 주요 선진국의 안전 규제 및 스마트 기능들의 의무 장착 비중 확대, 고령 운전자의 증가, 콘텐츠를 소비하는 새로운 스마트 기기로서의 역할 등이 주요 요인이라 할 수 있다.

자동차의 스마트화는 인포테인먼트(Infotainment), 커넥티드 카(Connected Car), 자율주행의 단계로 발전해 나아가고 있다. 2000년대 들어 자동차는 네비게이션, 고급 AVN 등을 탑재하여 사용자의 편의를 증가시킨 바 있으며, USB, MP3 등을 통하여 다양한 엔터테인먼트를 차량 안에서 소비하게 되었다. 이후 차량은 외부와 통신을 연결하여 수시로 정보를 주고 받게 되었고 이러한 네트워크를 통해 차간 거리를 자동으로 유지하거나 주변의 다양한 신호를 기반으로 안전성을 높이고 있다. 이러한 스마트 자동차의 궁극적인 목표는 자율주행이 가능한 무인자동차로 다양한 첨단 기술이 적용된 전장부품과 SW는 자율주행을 현실화 하기 위한 핵심 기술이다.

2.2. 무인자동차의 해외 기술동향

가. 무인자동차 기술개발 방향

스마트 자동차 기술은 크게 안전과 편의 측면으로 나눌 수 있으며, 궁극적으로는 자율주행 기술로 발전해 나아갈 것으로 전망된다.

- 스마트 안전 측면 : 차량 결함, 사고예방 및 회피, 충돌 등 위험상황으로부터 운전자 및 탑승자를 보호하여 교통사고 및 피해를 획기적으로 경감하는 기술

- 스마트 편의 측면 : 자동차에 흥미를 부여하고 운전자 편의를 극대화하여, 자동차를 가정, 사무실에 이은 제3의 주거공간으로 활용하는 기술(스마트카 표준화동향, KATS, 2013)

- 자율주행 : 차량에 설치된 센서, 카메라 등으로 교통신호, 차선, 장애물 등에 대한 정보를 수집하고 이를 차량에 내장된 컴퓨터가 수집해 주변 상황에 맞게 차량을 운행하는 기술을 말한다.

(1) 자동차 안전기술

자동차 안전기술은 자동차와 도로, 기후, 장애물 등의 주변상황을 인식하여 자동차를 능동적으로 제어함으로써 안전도를 높이는 기술을 말하며, V2X(Vehicle to Vehicle, Vehicle to Infrastructure, Vehicle to Nomadic 등) 통신 기술과의 융합으로 교통사고를 획기적으로 저감시킬 것으로 기대된다.

이와 같은 스마트 자동차의 능동 안전 기술의 기본에는 외부의 상황을 판단하기 위한 센서 기술이 핵심으로 작용한다. 자동차에 사용되는 센서는 대당 약 160개에 이르고 있으며, 사용량이 지속적으로 증가하고 있다. 세계 센서 시장은 연평균 7% 성장하여 2017년 286억 달러에 이르며, 스마트 자동차 관련 센서가 시장을 견인할 것으로 보인다. 기존 차량에 사용 중인 센서들을 제외한 스마트 자동차에 사용되는 주요 센서의 종류는 다음과 같다.

- RADAR : 차량 및 도로 시설물 감지에 사용되며, 24GHz 근거리 레이더와 77-78 GHz 중장거리 레이더가 주로 사용되며, 최근에는 250m 까지 검지거리를 확장한 레이더도 사용되고 있다. 크루즈 컨트롤, 전후방 충돌경보, 충돌방지 시스템 등에 주로 사용된다.

- LIDAR(Light Detection And Ranging) : 레이저 펄스를 지표면과 지물에 발사하여 반사되는 레이저펄스로부터 정보를 얻는다. 최근 자율주행 기술에 필수로 사용되고 있으며, 반경360도에 대한 정보를 얻을 수 있다.

- 카메라 : 근거리 신호등, 표지판, 보행자, 차선 등을 인식하는데 유용하며, 차량 내부의 운전자의 상태를 감시하거나 동작을 인식하는데도 사용된다. 특히 보행자 보호가 중요시됨에 따라 보행자 인식에 필수적인 카메라의 활용도가 더욱 높아지고 있다.

(2) 자동차 편의 기술

자동차 편의 기술에는 HMI(Human Machine Interface) 시스템, 모니터링, 운전지원 단말, 무선통신 등의 기술이 있으며, 일부 기능은 현재 상용화 중이다. 기존의 도난/사고 등 안전 기능에서 모바일과의 연동, 네트워크 업그레이드를 통한 통합 서비스가 시작되었다. 운전 중 사용하더라도 안전에 문제가 없도록 음성 컨트롤에 초점을 맞추고 있으며 디스플레이 방식 역시 HUD(Head Up Display) 등 운전 방해 주지 않는 방법에 관한 연구가 한창이다. GSMA에 따르면 2018년 전 세계 커넥티드 카 시장규모는 400억 유로로 성장할 것이라 예측하였다. 엔터테인먼트 같은 정보 서비스 분야는 245억 유로로 가장 큰 비중을 차지하고, 하드웨어 69억, 텔레매틱스 45억, 통신은 40억 유로에 이를 것으로 전망하였다.

한편 스마트폰의 앞선 IT 기술을 차량용 인포테인먼트 기술에 접목하려는 움직임을 보이고 있는데, 이 중 대표적인 기술이 MirrorLink이다. MirrorLink 솔루션은 CCC(Car Connectivity Consortium)에서 발표한 국제 표준의 스마트 자동차 인포테인먼트 시스템 연결 솔루션으로 현재 1.2 버전까지 발표되었다. 스마트폰을 자동차의 IVI(In-Vehicle Infotainment) 장치와 연동하여 동일한 사용자 경험을 주는 서비스로, ABI Research에 따르면, 2018년까지 전 세계적으로 스마트폰과 연동하는 IVI 장치가 3천 5백만 대로 성장할 것으로 보이며, 이 중 MirrorLink

가 43.6%, iOS in the Car가 49.8%를 차지할 것으로 예상하고 있다.

(3) 자율주행 기술

자율주행 자동차는 크게 센서, 프로세서, 알고리즘, 액추에이터 등으로 구성된다. 자율주행은 센서를 통해 차량 주변의 환경에 대한 데이터를 수집한 후, 이렇게 수집된 데이터를 프로세서가 받아 미리 정의된 알고리즘을 통해 그 결과를 해석하여 주행에 관한 의사결정을 내린 후, 액추에이터를 통해 실행된다.

이러한 일련의 과정 중 가장 중요한 것은 센서를 통해 수집된 대량의 데이터를 바탕으로 조향, 속도, 정지에 관한 의사결정을 내리는 소프트웨어 알고리즘이다. 무인자동차 부분에서 가장 앞서 있다고 평가 받는 구글이 끊임없이 무인자동차의 운행을 통하여 정보를 수집하는 것 역시 더욱 더 완벽한 알고리즘을 만들어 내는 것이 목적이기 때문이다. 레이더, 초음파, 카메라 등을 활용한 센서 기반의 안전 기술에서 V2X(Vehicle to X, 인프라 연계 교통정보 통합)로 발전해 나아가고 있다.

시장조사사업체인 내비건트 리서치(Navigant Research, 디지털타임스 ‘스마트카 산업, 계속 손놓고 있다면’ 한국산업기술평가관리원, 인용)에 따르면 자율주행 자동차의 정식 시판 시기는 2020년으로, 시장 진입 후 세계 3대 시장(북미, 서유럽, 아시아태평양)에서의 성장 속도가 2020년 8,000대에서 2035년 9,540만대로 연평균 85%를 기록할 것으로 전망된다.

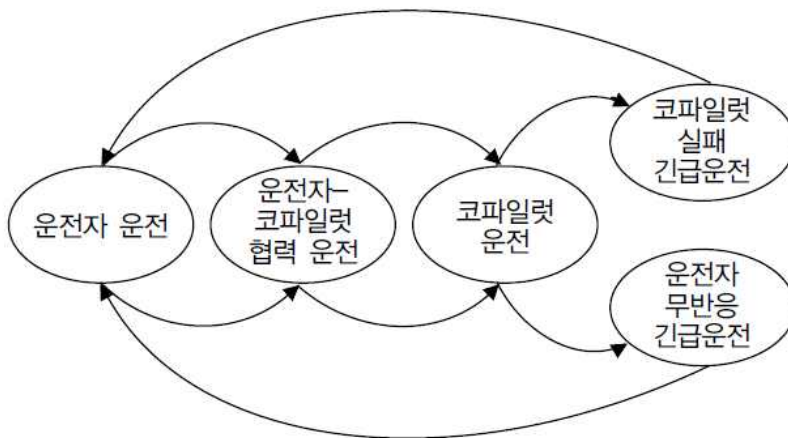
2.3. 무인자동차의 국내 기술동향

국내에서는 ETRI가 자율주행 관련 기술 개발에 박차를 가하고 있다. ETRI는 차량 자동유도 시스템과 자동 발렛파킹 시스템, 코파일럿 시스템을 개발하고 있다.

차량 자동유도 시스템[6]은 인프라 센서기반으로 장애물 및 주행 상황 정보를 수집하고, 수집된 정보 및 주행 경로를 V2X통신을 통해 차량에 전달하여 차량에 설치된 제어 장치를 통해 차량을 유도 주행하는 기술이

다. 특정 캠퍼스 내 또는 교차로와 사고 다발지역 같은 한정된 구간 내에서 제어 차량을 출발지에서 목적지까지 안전하게 자동으로 유도하는 시스템이다. 자동발렛파킹 시스템은 주차장 내 설치된 인프라를 이용하여 공주차면을 인지하고, 주차장 맵과 함께 주차면 할당 정보를 차량으로 전송하면, 차량이 스스로 해당 주차면까지 주행하여 직각/평행 주차등을 수행하는 시스템이다. 자동발렛파킹 시스템은 백화점이나 테마파크와 같은 곳에서 주차에 소요되는 시간 및 비용을 줄일 수 있으며, 향후 카셰어링과 같은 응용에도 활용 가능한 기술이다.

코파일럿 시스템은 다중센서 및 차량 통신기술(V2X)을 기반으로 주행 상황 및 운전자 상태(정상, 졸음, 부주의, 무반응)를 판별하여 차량의 운전 제어권을 결정함으로써, 운전자를 보조하거나 제한된 환경에서 스스로 운전하는 자동차와 운전자 간 협력형 주행 시스템을 말한다. 운전 제어권이란 차량을 운전할 수 있는 권한(차량 액츄에이터 제어)을 의미하며, 사람에게 주어질 수도 있고, 코파일럿 시스템에게 주어질 수도 있다. 코파일럿시스템에서는 이러한 운전 제어권의 위치 및 조건에 따라 <그림 2-3>과 같은 상태 다이어그램에 의해 동작된다.



<그림 2-3> 코파일럿 운전 제어권 전이

<그림 2-3>에서 운전자 운전은 운전자가 수동운전을 하는 모드이며, 운전자-코파일럿 협력 운전 모드는 종/횡 방향 제어를 운전자와 코파일럿

시스템이 나누어 맡는 모드이고, 코파일럿 운전 모드는 자율주행 모드이다. 또한 코파일럿 시스템이 동작 중 내부 모듈에 실패가 발생할 경우 코파일럿 실패 긴급 운전 모드로 들어가 긴급정지등 비상 동작을 실시하게 된다. 만약 코파일럿 시스템이 향후 자율주행이 불가능한 구간 출현을 예상하여 운전 제어권을 운전자에게 넘기려고 시도하는데 운전자가 이를 수용하지 않을 경우 운전자 무반응 긴급 운전모드로 빠져 긴급 갓길정차등을 수행하게 된다.

코파일럿의 개념은 현재 또는 가까운 미래에 실제 도로 환경에서 전구간 자율주행은 힘들다는 가정아래 출발하며, 운전자가 운전을 더 잘할 수 있는 구간(공사구간, 사고발생 구간, GPS음영구간 등 예외상황)에서는 운전자가 직접운전하고, 코파일럿이 더 잘할 수 있는 구간 및 상황 (운전자 졸음상태, 주행환경이 비교적 단순하고 센서의 정확도 및 신뢰도가 높은 구간 등)에서는 자율주행을 실시한다는 개념이다.

제3장 무인자동차의 시장 동향

3.1. 해외 시장동향

가. 무인자동차 시장 전망

스마트 자동차 시장은 2016년까지 연평균 36.1% 성장하여 오는 2019년에는 3,011억 달러의 규모가 될 전망이다.(ABI Research)

스마트 자동차를 구현하기 위한 기술은 대부분 IT기술과의 융합을 통해 일어나고 있으며, 안전기능을 높일수록 기술적 복잡도가 상승하고, 차량이 더욱 많은 정보를 수집 할수록 이를 분석/처리 할 수 있는 능력도 이에 비례하여 요구되기 때문에, 차량의 제조 원가 중에 전자장비의 비중은 점차 높아지고 있다. 차량 대당 70여개의 ECU와 1억 라인 이상의 SW가 탑재되는 등 전자장치의 비중은 2020년 50% 이상 확대될 것으로 전망된다. 또한, 오는 2015년에는 약 1억대의 자동차에 네트워크접속 기능이 탑재되고, 2020년에는 북미, 유럽, 아시아의 모든 자동차가 커넥티드 단말이 될 것으로 예상하고 있다(ATLAS, 2010년)

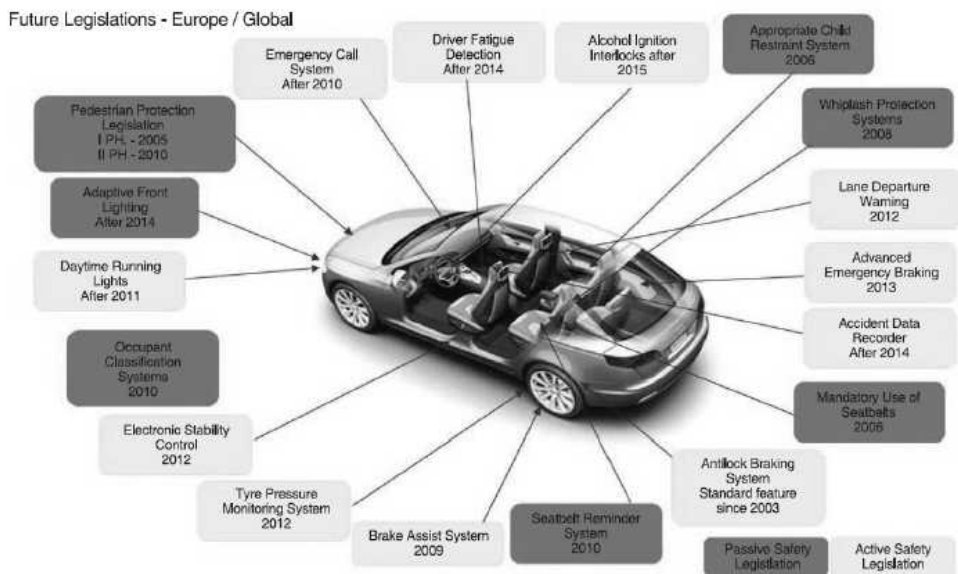
나. 스마트 자동차 현황 및 특징, 이슈

스마트 자동차의 표준화는 크게 전장부품 SW에 대한 표준화와 인포테인먼트 운영체제(OS)에 대한 표준화로 나눌 수 있다. 전장부품 SW 표준화의 핵심 플랫폼은 ‘오토사(AUTOSAR)’이다.

다양한 ECU의 탑재로 급격하게 늘어나고 있는 자동차 SW의 복잡성을 줄이기 위해 시작된 오토사는 2003년 BMW그룹, 다임러, 폭스바겐, 보쉬, 지멘스 등 자동차 업체와 부품업체들이 주체가 되어 만들었으며, 최근 전장장비 개발을 위한 임베디드 SW 국제표준으로 자리잡았다. 현재 현대기아차, 도요타, 포드 등 세계 주요 자동차와 부품 업체들이 활동에 참여하고 있으며, BMW와 보쉬가 자차에 탑재되는 모든 전장부품을 오토사 기반으로 개발된 부품만 탑재하겠다고 발표하는 등 향후 오토사 기반 임베디드 SW개발 능력이 스마트 자동차 시장에서 경쟁력을 좌우하는 요

소가 될 전망이다.

인포테인먼트에서의 표준화 움직임 역시 활발하게 진행 중이다. 커넥티드 카가 점점 늘어나고 있는 추세이지만, 차량용 인포테인먼트 장비의 자체적인 플랫폼 환경으로 엔지니어의 확보, 사용 애플리케이션 개발 등에 많은 비용이 소모되는 문제점으로 인해 다양한 플랫폼 환경은 개발자 확보와 개발비용의 절감이 가능한 오픈 플랫폼 형태로 굳어져가고 있는 상황이다.



<그림 3-1> 유럽의 자동차 규제 법안 계획

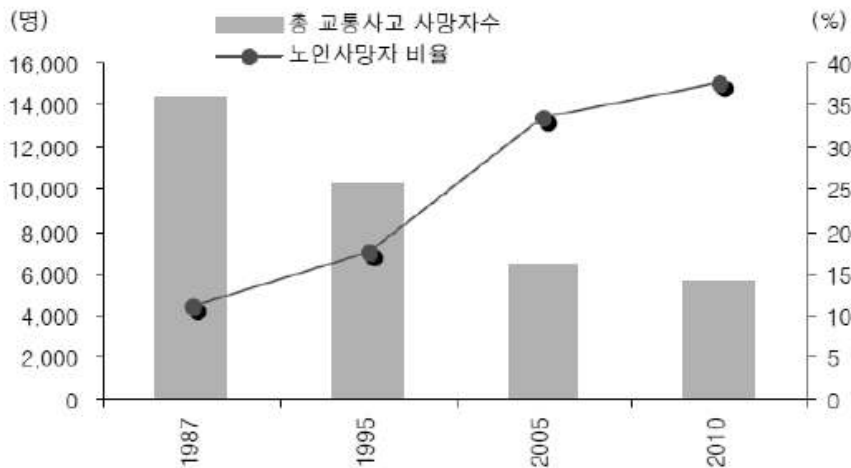
* 출처: Frost & Sullivan (2013)

국내외에서 점진적으로 의무화를 추진하고 있는 자동차 관련 안전규제 및 법규화는 스마트 자동차의 안전 기능을 선택이 아닌 필수요소로 변화시키고 있다. 유럽의 신차안전성 평가프로그램인 Euro NCAP 의 13~15년까지의 로드맵을 살펴보면 안전한 차량 이미지를 확보를 위한 5Star등급을 위해 능동 안전 시스템과 안전장비를 적용해야 하며, 그림과 같이 한국, 미국, 유럽, 일본은 AEB(Automatic Emergency Braking), DRL(Daytime Running Light), BAU(Back-up Aid), LDWS(Lane

Departure Warning System), TPMS(Tire Pressure Monitoring System), ESC(Electronic Skid Control) 등 다양한 제품군에 대한 의무 장착 로드맵을 준비하고 착실히 시행하고 있다.

3.2. 국내 시장동향

2010년 통계청 조사발표에 따르면 우리나라는 2019년 고령사회, 2026년 초고령 사회로 진입할 것으로 예상된다.(노인인구비율 고령화사회 : 7%, 고령사회 : 14%, 초고령 사회 : 20%) 이러한 인구 고령화에 따른 고령 운전자의 교통사고 증가는 고령 사회를 대비한 자동차 개발을 요구하고 있다. 지난 25년간 전체 교통사고 사망자는 60% 감소하였으나, 고령 운전자가 차지하는 비율은 3배 이상 증가하였고, 고령운전자는 운전미숙이나 느린 반응속도로 인해 교통사고 유발 가능성이 높다. 미래 고령인구의 구매력은 오늘날 보다 훨씬 높을 것으로 보이는 바, 고령 친화적인 자동차 설계 기술 및 안전 강화는 미래 자동차 시장의 판매를 결정하는 주요한 요소로 예측된다.



<그림 3-2> 고령운전자 교통사고 사망자 추이

* 출처: 통계청, 유진투자증권(2014)

3.3. 경쟁업체 현황

가. 무인자동차 업계의 추진 현황

글로벌 자동차 업체들은 80년대부터 자동운전 자동차에 대한 연구를 진행해왔으나, 주목할 만한 성과를 거두지 못했다. 그러나, 이들 업체들은 2010년 이후 다시 자동운전 자동차 기술에 대한 본격적인 연구와 테스트를 진행하고 있다.

GM은 2010년에 도시형 전기 자동차(urban vehicle) EN-V(Electric Networked Vehicle)라는 컨셉카를 발표하였다. GM의 캐딜락(Cadillac) 부문은 2015년까지 일반소비자용 부분 자동운전 자동차(mass-market partially autonomous cars)를 생산할 계획이다. GM은 2020년까지 완전 자동운전 자동차를 출시한다는 목표를 가지고 있다.

폭스바겐은 자동운전 시스템 개발을 위해 실리콘밸리에 Electronics Research Lab을 설립하고, 스탠포드 대학과 공동연구를 진행하고 있다. 아우디는 스탠포드 대학과의 협업을 통해 TTS 모델을 개량하여 제작한 자동운전 자동차로 2010년 8월, 미국의 파이크스 피크(Pikes Peak) 28를 27분 만에 완주했다. 운전 전문가가 이 도로를 완주하는데 17분이 걸린다고 한다. 폭스바겐은 고속도로에서 시속 130km까지 속력을 낼 수 있는 부분 자동주행(Temporary Auto Pilot; TAP)이라는 자동운전 시스템을 테스트하고 있음을 밝혔다. 아우디는 2012년, 최대 시속 60km의 속도로 주행하는 자동운전시스템 도입을 발표하였다. 교통정체보조(Traffic Jam Assistant)라고 명명된 이 시스템은 2014년 이전에 아우디의 A8 모델에 탑재될 것으로 예상되고 있다. 한편, 아우디는 2013년 1월, 자동차 업계에서는 처음으로 네바다 주에 자동운전 자동차의 운행 테스트를 위한 면허를 취득하고 주행 테스트를 진행 중이다.

볼보는 'road train'라는 자동운전 시스템의 개발을 진행하고 있다. 이 시스템은 여러 차량이 연결된 열차가 기관사 한 명의 조작에 의해 움직이듯이, 선두 차에 숙련된 운전자가 전체 교통 흐름을 보고 최적의 주행을 하고 후미 차량들은 컴퓨터가 선두차량의 움직임에 맞추어 따라가는 시스

템이다. 이 시스템의 개발은 U(European Commission)의 SARTRE(Safe Road Trains for the Environment)라는 프로그램에 의해 자금이 지원되고 있으며, 유럽의 대학들이 참여하고 있다. 볼보는 이 기술을 2020년까지 상용화할 계획이다.

BMW는 2011년 자동운전 시스템의 개발을 추진 중이라고 밝히고, 5시리즈를 개량한 자동운전 자동차 프로토타입을 공개하였다.³⁴⁾ BMW의 자동운전 자동차는 고속도로 주행용으로 개발되었다. BMW는 이와 함께 자동차 부품업체인 컨티넨탈과의 파트너십을 통해 자동운전 시스템을 개발하고 이를 2020년까지 탑재할 계획이다.

닛산은 2013년 2월 실리콘밸리에 연구소를 설립하여 자동운전 자동차와 커넥티드 카 기술 개발에 착수했다. 약 60여 명의 엔지니어가 연구에 투입되며, 실리콘밸리 현지 IT기업들뿐 아니라 스탠포드, 버클리대학 등 대학과 함께 연구를 진행할 계획이다.

도요타도 지난 1월 개최된 CES에서 렉서스를 개조한 부분 자동운전 자동차(semi-autonomous car) 프로토타입을 공개하였다. 도요타의 부분 자동운전 자동차는 차선유지 도움 시스템(Lane-Keep Assist system), 사각지역 모니터(Blind Spot Monitor), 적응적 크루즈 컨트롤(Adaptive Cruise Control) 등의 기능을 갖추고 있다.

자동운전 자동차와 관련하여, 부품 공급업체로는 컨티넨탈의 움직임이 주목된다. 컨티넨탈은 구글에 이어 두 번째로 네바다 주에서 자동운전 자동차 주행 면허를 획득하고, 자동운전 자동차의 주행 테스트를 진행 중이다.

이상에서 설명한 자동차 업계의 자동운전 자동차의 대응의 특징을 요약하면 다음과 같다.

먼저, 완성차 업체 중에서는 아우디(폭스바겐)가, 부품공급업체 중에서는 컨티넨탈의 움직임이 가장 두드러진다. 이들 업체들은 네바다 주로부터 자동운전 자동차의 면허를 획득하고 자체적인 자동운전 자동차의 주행테스트를 진행 중이다. 부품공급업체 컨티넨탈이 BMW와 협업을 통해 자동운전 사업을 추진하는 것도 주목된다.

둘째, 아우디, 볼보, 닛산 등의 업체들이 미국과 유럽의 대학교와 협업을 통해 사업을 진행하고 있다는 점도 눈여겨 볼 필요가 있다. 이는 자동운전 자동차와 같이 새로운 성격의 제품 개발에서는 자체적인 인력만으로

연구를 진행하는 것보다 외부 인력의 관점과 지식이 중요할 수 있다는 점에서 의미를 가진다고 할 수 있다. 아우디와 닛산이 실리콘 밸리 지역에 연구소 설립을 통해 연구를 진행하고 있는 것도 이러한 맥락에서 이해될 수 있다.

<표 3-1> 완성차 업계의 자동운전 자동차 추진 동향

업체	주요 추진 내용
GM	<ul style="list-style-type: none"> • 도시형 전기 자동차 EN-V 컨셉카 발표 • 캐딜락부문에서 2015년까지 부분 자동운전 자동차 생산, 2020년까지 완전 운전 자동차 출시계획
아우디 (폭스바겐)	<ul style="list-style-type: none"> • 실리콘밸리에 연구소 설립, 스탠포드 대학과 공동연구 진행 • 스탠포드 대학과 공동개발한 자동운전 자동차 셸리(Shelley) 주행 테스트 및 개량작업 진행 • 네바다 주에서 자동운전 자동차 주행 면허 획득 • 부분 자동 주행(TAP), 교통정체 보조(TJA) 등 부분 자동운전 기능 개발 및 탑재
볼보	<ul style="list-style-type: none"> • 2014년까지 교통 체증 시 활용할 수 있는 부분 자동운전 자동차 개발 • 선두차량 유도형 자동운전 자동차(road train) 개발 진행하고 있으며, 2020년까지 상용화 계획 • EU, 유럽 7개 대학과 공동연구 진행
BMW	<ul style="list-style-type: none"> • 고속도로 주행에 중점을 둔 부분 자동운전 자동차 개발 • 컨티넨탈과 공동으로 자동운전 시스템을 개발하고 있으며, 2020년까지 상용화 계획
닛산	<ul style="list-style-type: none"> • 2015년까지 핸들, 브레이크, 기어를 자동으로 작동하여 주차할 수 있는 자동차 (NSC-2015) 개발 • 실리콘밸리에 연구소 설립을 통해 자동운전 시스템 개발 진행 • ICT기업, 대학과 공동연구 추진
도요타	<ul style="list-style-type: none"> • 차선유지 보조 시스템, 사각지역 모니터, 적응적 크루즈 컨트롤 등의 기능을 탑재한 부분 운전 자동차 개발
컨티넨탈	<ul style="list-style-type: none"> • 네바다 주에서 자동운전 자동차 주행 면허를 획득하여 주행 테스트를 진행 중

* 출처: 언론자료(2014)를 바탕으로 재작성

셋째, 대부분의 자동차 업체들은 완전 자동 자동차보다는 부분 자동운전 자동차(semi-autonomous car) 개발과 적용에 높은 비중을 두고 사업을 추진하고 있다. 완성차 업체들은 신제품에 차선유지 보조 시스템, 교통정체 보조 시스템, 충돌예방 시스템, 자동 주차 보조 시스템 등 안전 관련 기능을 강화하면서 이를 자동운전 시스템으로 진화시키는 방향으로 사업을 추진하고 있는 것으로 보인다.

3.4. 무인자동차의 수요 예측

자동차 산업은 단일 제품 산업으로는 세계 1,600조원대의 규모를 가진 가장 큰 시장으로 기계, 에너지, 소재, IT/전자 등 다양한 산업이 밀접하게 결합된 종합 글로벌 산업이자 한 국가의 제조업 경쟁력을 말할 때 꼽히는 가장 중요한 산업 중 하나이기도 하다. 우리나라의 완성차와 기계부품 경쟁력 모두 글로벌 메이저 수준으로 올라서고 있지만 스마트 자동차 시대를 앞두고 있는 지금 아직은 해외의 선진 기업보다 뒤쳐져 있는 것이 사실이다.

내연기관의 성능, 디자인, 연비가 지금까지 자동차 산업의 주요 이슈였다면 지금 자동차 업계 최대의 화두는 어떤 스마트한 기능들을 탑재하고 그 기능의 표준을 제시하는 것이다. 애플이 스마트폰을 통해 휴대전화의 혁신을 이끌고 시장에 새롭게 진입했던 것처럼 자동차 역시 새로운 변혁을 맞이하고 있는 것이다. 센서기술, 통신 플랫폼 구축, 통합 제어시스템 개발, 국내외 안전규제 대응 등 시급히 처리해야 할 과제가 산재하지만 이를 극복하고 스마트 자동차를 계기로 우리나라 기업이 이를 선도 할 수 있는 환경을 만들어 내는 것이 중요하다. 테슬라, 구글, 애플 그리고 삼성전자, LG전자까지 다양한 사업 분야의 기업들이 스마트 자동차 시장을 두드리고 있다. 새로운 패러다임이 제시될 수 있는 변화무쌍한 환경에서 유연한 정책과 산학연의 협업, 다양한 정책적 지원이 만이 스마트 자동차 시대를 우리나라 중심으로 이끌어 나갈 수 있는 원동력이 될 수 있을 것이다.

제4장 무인자동차 기반의 미래 운송수단 혁신

4.1. 무인자동차의 구글 수익모델

자동운전 자동차에 대한 구글과 자동차 업계의 접근 방식은 상당한 차이를 보이고 있다. 이는 구글과 자동차 업체들의 수익구조와 각 기업이 처한 상황, 관점의 상이성에서 기인한다고 할 수 있다. 중요한 점은 이러한 접근 방식의 차이가 향후 자동운전 자동차 시장에서의 성과에 큰 차이를 만들어 낼 수도 있다는 점이다. 본 연구는 이러한 맥락에서 언론기사 등을 통해 관찰되는 구글과 자동차 업계의 관점을 비교해 보고자 한다.

가. 구글과 자동차업계의 관점

자동운전 자동차를 둘러싼 구글과 자동차 업계의 주요 상황은 다음과 같이 정리될 수 있다. 먼저, 자동운전 자동차가 기존 사업에 미치는 영향과 관련하여 구글의 경우, 기존 사업에 대한 부정적인 영향은 거의 없다고 할 수 있다. 오히려, 자동운전 자동차의 대중화 시 구글의 자동운전 시스템은 새로운 성장동력으로 부상할 가능성이 높다. 반면 자동차 업계의 경우 자동운전 자동차 보급 확대 시, 기존 자동차사업의 수익을 잠식할 가능성이 높다. 자동운전 자동차의 확산 속도가 빠를수록 기존 자동차 사업 수익에 대한 부정적인 영향은 더욱 커질 것이다.

자동운전 자동차 개발과 관련된 제약 측면에서는 구글의 경우, 자동운전 시스템 개발을 제약하는 경쟁 제약요인이 거의 없다고 할 수 있다. 구글의 자동운전 시스템 개발팀은 오직 자동운전 자동차의 안전성 확보를 위한 알고리즘 개선에 몰두할 수 있는 환경을 갖추고 있다. 반면, 자동차 업계는 현행 자동차 시장에서 새로운 경쟁 요인으로 부상하고 있는 인포테인먼트 시스템, 커넥티드카, 전기차 등에 대한 연구개발 활동이 자동운전 자동차 개발의 집중력을 분산시킬 수 있다. 조직 내의 인적자원과 재원이 지금 당장 중요한 사업에 투입될 가능성이 높기 때문이다.

자동운전 자동차와 관련된 경쟁력 측면에서는 구글의 경우, 주행 상황과 환경에 관한 데이터의 수집, 분석, 알고리즘 개발에 강점을 가지고 있다.

반면, 자동차 업체들은 개별 센서와 안전 기능을 자동차에 접목시키는 데 강점을 가지고 있다고 할 수 있다. 자동운전 자동차 사업과 관련된 구글과 자동차 업체들이 가지고 있는 조건의 차이로 인해 구글과 자동차 업계의 관점은 명확하게 엇갈린다. 구글은 자동운전 자동차를 기존 자동차 이용 행태와 산업에 근본적인 변화를 가져오는 변혁(revolution)의 관점으로 파악하고 있다. 구글은 인간 실수(human error)로 인한 인명사고의 대폭적인 감축, 운전으로 인한 육체적, 정신적 피로 경감을 통한 생산성 향상, 교통 정체 완화 및 에너지 절감에 기여, 장애자, 노약자의 이동성 제고 등 자동운전 자동차가 사회에 가져올 수 있는 혜택을 강조하고 있다.

<표 41> 무인자동차에 대한 주요 관점 및 추진 방향 비교

주체	구글	자동차 업계
주요 상황	<ul style="list-style-type: none"> • 자동운전 자동차로 인한 기존 사업의 부정적 영향 거의 없음(새로운 수익원으로서의 역할 기대) • 자동운전 시스템 개발을 제약하는 경쟁 제약요인 없음 • 데이터 수집, 분석, 알고리즘 개발에 강점 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동운전 자동차 보급 확대 시, 기존 자동차 시장 잠식 • 인포테인먼트 시스템, 커넥티드카, 전기차 등 현행 경쟁요인에 대한 대응 필요 • 개별 센서 및 기능을 기존 자동차에 접목시키는데 강점
주요 관점	Self-driving car as revolution	Self-driving car as evolution
주요 주장	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차의 통제권: 컴퓨터 • 인간 실수(human error)로 인한 인명사고 대폭 감소 • 운전으로 인한 육체적, 정신적 피로 경감을 통한 생산성 향상 • 교통 정체 완화 및 에너지 절감에 기여 • 장애자, 노약자의 이동성 제고 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차의 통제권: 운전자 • 자동운전 자동차는 안전기능의 집합체 • 자동운전 자동차의 시스템 오류, 해킹 등으로 인한 사고우려 • 자동운전 자동차로 개조 후, 발생할 수 있는 사고에 대한 책임소재 명확히 규명 필요
추진 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 주행실험을 통한 데이터 축적 및 의사결정 시스템 지속 보완 • 자동운전 자동차 운행 허가를 위한 법제도 개정 추진 • 소비자 대상으로 자동운전 자동차에 대한 홍보 	<ul style="list-style-type: none"> • 자동차의 안전 기능을 강화하여 신차에 탑재 • 자동운전 자동차 사고 시, 책임소재에 대한 명확한 대책 요구 • 자동운전 자동차 기술 개발 병행

반면, 자동차 업계는 자동운전 자동차를 안전 기능의 발전을 통해 궁극

적으로 도달해야 하는 진화(evolution)의 관점에서 파악하고 있다. 자동차 업체들은 이러한 관점에서 충돌예방 시스템, 차선유지 보조 시스템, 교통 정체 보조 시스템, 자동 주차 보조 시스템 등 안전 관련 기능을 강화하여 신차에 탑재하는 움직임을 보이고 있다. 자동운전 자동차의 통제권에 대해서도 자동차 업계는 컴퓨터가 아닌 운전자가 가지고 있어야 하며, 특정 조건에서만 컴퓨터에 운전을 위임해야 한다는 입장이다. 자동차의 통제권을 컴퓨터에 전적으로 위임할 경우 시스템 오류나 해킹 등으로 인한 사고의 우려가 있고, 자동운전 자동차로 개조 후 발생할 수 있는 사고에 대한 책임소재가 불분명하다는 것이 주요 논거로 활용되고 있다.

구글과 자동차 업계의 관점의 차이는 자동운전 자동차 사업의 추진 방향에서도 나타난다. 구글은 주행실험을 통한 데이터 축적 및 의사결정시스템 지속 보완, 자동운전 자동차 운행 허가를 위한 법제도 개정 추진, 소비자 대상으로 자동운전 자동차에 대한 홍보 등을 추진하고 있다. 반면, 자동차 업계는 자동차의 안전 기능을 강화하여 신차에 탑재하고 있으며, 법제정에 대한 의견 제출을 통해 자동운전 자동차 사고 시 책임 소재에 대한 명확한 대책을 요구하고 있다. 이와 함께 자동운전 자동차의 확산에 대비하여 자동운전 자동차 기술 개발을 병행하고 있다.

자동운전 자동차에 대한 구글과 자동차 업계의 관점 중 어느 관점이 더 타당한가에 대한 판단은 운전을 전적으로 컴퓨터에 위임할 수 있는가의 여부에 달려있다고 할 수 있다. 만약 자동차 운전에 관한 통제권이 컴퓨터에 전적으로 부여된다면, 일정한 자격요건을 갖춘 사람에게 면허를 부여하는 현행 면허 시스템은 폐기될 것이며 자동차 시장의 경쟁구도에 대변혁을 가져오게 될 것이다. 자동운전 자동차 시장의 핵심 경쟁요인이 신뢰성 있는 컴퓨터와 알고리즘이 될 것이기 때문이다. 자동차의 형태와 구조, 재질 등에도 근본적인 변화가 불가피하다고 할 수 있다. 이 경우, 자동운전 자동차를 안전 기능의 진화 관점으로 파악하고 자동운전 자동차에 충분히 대비하지 못한 기업들은 큰 어려움을 겪게 될 것이다.

반면, 자동차의 통제권을 운전자가 보유하고 자동운전 기능을 특정한 상황에서만 이용할 수 있는 행태로 자동운전 자동차가 허용된다면 자동차 업계는 큰 타격을 입지 않고 현재의 경쟁 구조를 유지할 수 있을까? 자동차 업계에서 추진하고 있는 사업방향, 안전기능이 대폭 강화된 신차를 적시에 출시한다면 큰 타격을 입지 않을 수도 있을 것이다. 그러나, 다음과

같은 두 가지 점을 생각해 볼 필요가 있다. 먼저, 자동차 업계에 바람직한 이러한 상황이 얼마나 지속 가능할 것인가? 자동운전 시스템에 대한 지속적인 개선에 따라 안전성이 계속 향상된다면 이러한 상황은 지속되기 어려울 것이다. 보다 주의해야 할 점은, 자동운전 기능을 특정한 상황에서만 이용할 수 있는 형태로 자동운전 자동차가 허용된다 하더라도 어떤 업체보다 구글이 가장 유리한 위치를 차지할 개연성이 높다는 점이다. 왜냐하면, 이 경우에도 자동운전 자동차의 핵심 경쟁력은 다양한 주행환경에서 즉각적으로 적절한 의사결정을 내릴 수 있는 소프트웨어 알고리즘이라는 본질은 변하지 않기 때문이다. 결국 자동차에 대한 통제권을 운전자가 보유한 상태에서 자동운전 자동차가 허용되는 경우도, 자동운전 자동차에 대한 대비가 충분히 되어 있지 않는 업체는 상당한 타격을 입는 것이 불가피하다고 할 수 있다.

나. 구글의 수익모델

현재 자동운전 자동차 부문에서 구글이 가장 유리한 위치를 선점하고 있다는 점에서는 큰 이견이 없다. 구글카는 이미 50만 마일(80만 km)의 주행 거리를 기록하고 있으며, 무사고 기록을 유지하고 있다. 자동운전 자동차 사업을 진행하고 있는 어떠한 기업도 구글카에 대적할 수 있는 주행 거리를 제시하지 못하는 상황이다. 자동운전 자동차를 미국 사회의 일상으로 받아들이기 위한 제도적 정비 작업이라고 할 수 있는 법률 제정도 사실상 구글이 주도하고 있으며, 차근차근 성과를 쌓아가고 있다.

이는 자동운전 자동차의 상용화를 위한 기술적인 측면과 법제도 정비 측면에서 구글이 여타 다른 기업들보다 상당한 거리를 두고 앞서 가고 있다는 것을 의미한다. 따라서, 향후 자동운전 자동차 사업과 관련하여 고려해야 하는 가장 중요한 주체는 구글이라고 할 수 있다. 국내 업계가 자동운전 자동차에 대한 전략을 수립함에 있어, 구글에게 어떤 수익 모델이 가능하고, 구글이 어떤 수익모델을 채택할 가능성이 높은가에 대한 검토가 선행되어야 하는 이유다.

자동운전 자동차 사업에서 구글의 수익모델로 다음의 <표 7>에서와 같이 크게 3가지 모델을 상정해 볼 수 있다. 먼저, 아래에서 제시하고 있는

수익모델들은 구글의 자동운전 시스템이 사회적으로 용인될 수 있는 안전성을 확보하고, 구글카를 상용화하는 데 필요한 법제도가 마련되었다는 점을 전제하고 있다.

이러한 전제조건 하에서 먼저 구글의 수익모델로 ‘자동운전 시스템을 완성차 업체에 무료로 공급하고, 광고 및 콘텐츠 수익을 취하는 모델’을 고려해 볼 수 있다. 이 모델은 구글이 제조업체에 안드로이드 OS를 무료로 공급하고 구글은 안드로이드 단말에 자신의 각종 서비스와 콘텐츠를 탑재하여 이로부터 수익을 올리는 스마트폰 시장에서 구글이 채택하고 있는 모델과 기본적인 틀이 같다.

<표 4-2> 자동운전 자동차 사업에서 가능한 구글의 수익 모델

구글의 수익 모델	주요 내용
① 자동운전 시스템을 무료로 공급하고, 광고 및 콘텐츠 수익을 취하는 모델	<ul style="list-style-type: none"> 안드로이드 OS를 무료공급하고 광고 및 콘텐츠 수입을 취하는 모델과 유사 자동차 업계의 협조를 얻어내는 데 효과적이며, 광고 및 콘텐츠 수입을 취할 수 있음 자동운전 자동차 사업에서 구글이 압도적으로 앞서 있기 때문에 채택할 가능성이 낮은 전략 옵션
② 완성차 업체에 유료로 자동운전 시스템 라이선싱	<ul style="list-style-type: none"> 구글이 알고리즘 개발 부문에서 크게 앞서 있지만, 하드웨어의 생산과 유통 부분은 완성차 업체에 의존할 수밖에 없는 상황에서 구글이 채택할 가능성이 높은 모델 비교적 높은 라이선싱 수수료 수입 예상 완성차 업체와의 우호적 관계 형성 중요
③ 자체적인 자동운전 자동차 제작 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> 전기 자동차의 기술 발전, 전장 부품화, 부품의 모듈화 등의 추세로 완성차 시장에 대한 진입이 용이해지면 고려 가능 테슬라와 같은 전기자동차 업체 인수 시, 자체적인 자동운전 자동차 생산 가능 제조업체와의 협력 필요성 등을 감안할 때 초창기에는 추진 가능성이 낮음

이 모델은 구글의 자동운전 시스템의 빠른 확산을 위해서는 자동차 업계의 협조가 중요하다는 점, 구글이 자동운전 소프트웨어 알고리즘뿐만 아니라 자동차의 OS를 함께 공급할 것이기 때문에 구글이 광고와 콘텐츠에서 수익을 취할 수 있을 것이다 라는 점에서 고려가 가능한 수익모델이다. 그러나, 이 모델은 스마트폰 사업과 자동운전 자동차 사업에서 구글이 처한 상황이 근본적으로 다르다는 점에서 채택 가능성이 높지 않아 보인다. 스마트

폰 사업에서 구글이 안드로이드 무료 제공 정책을 취할 수밖에 없었던, 또는 무료 제공 정책을 취하는 것이 타당했던 이유 중 하나는 당시에는 애플이라는 경쟁자가 스마트폰 시장을 빠르게 선점해 가고 있었기 때문이다.

그러나, 자동운전 자동차 사업에서는 구글이 경쟁자에 비해 큰 격차를 두고 앞서 있다고 할 수 있다. 실질적인 경쟁자가 없는 상황에서 자동운전 시스템을 무료로 공급해야 하는 이유를 기업차원에서는 찾아보기 어렵다. 오히려 이러한 상황은 자신의 제품(자동운전 소프트웨어 알고리즘)을 가장 높은 가격에 제시할 수 있는 상황이라고 할 수 있다.

이러한 맥락에서 구글이 우선적으로 고려할 수 있는 수익모델은 ‘완성차 업체를 대상으로 자동운전 시스템을 유료로 라이선싱’하는 것이다. 이 모델은 구글이 자동운전 자동차의 핵심이라고 할 수 있는 소프트웨어 알고리즘 개발 부문에서 크게 앞서 있다는 점, 하드웨어의 생산과 유통 부분은 완성차 업계에 의존할 수밖에 없다는 점에서 구글이 채택할 가능성이 높은 모델이라고 할 수 있다. 구글이 이 모델을 채택하면 비교적 높은 라이선싱 수수료를 취할 수 있으며, 구글의 취약점 중의 하나인 광고 매출에의 의존도(2012년 기준, 전체 매출액의 94%)를 낮춤으로서 보다 안정적인 사업구조를 만들 수 있는 이점을 가지고 있다. 이 수익모델의 경우 완성차 업체를 얼마나 고객으로 확보할 수 있을 것인가가 구글에게 중요한 이슈라고 할 수 있다. 그러나, 스마트폰 시장에서 애플과 구글 등 플랫폼 사업자의 영향력을 경험한 완성차 업계는 구글에게 상당한 경계감을 가질 수밖에 없다. 이 수익모델이 확산되면 완성차 업계 입장에서는 자동차 산업이 일종의 PC산업화 될 가능성도 있다. PC시장에서 운영체제를 공급해 왔던 마이크로소프트는 높은 수익을 안정적으로 올렸지만, PC 제조업체들은 치열한 경쟁에 노출되어 왔다.

향후 완성차 업계의 이러한 인식을 어떻게 극복하고 협력적인 관계로 이끌어 들일 것인가가 구글이 직면한 핵심적인 과제라고 하겠다. ‘자체적인 자동운전 자동차 제작 및 판매’도 장기적으로는 구글에게 가능한 수익모델이라고 할 수 있다. 자동운전 자동차의 안전성이 검증되어 대중화되어 가기 시작하면, 자동차는 차체의 경량화와 구조의 단순화 등의 방향으로 진화될 가능성이 높다. 특히, 전기 자동차의 기술 발전, 전장 부품화, 부품의 모듈화 등의 추세가 함께 결합되면 완성차 시장에 대한 진입은 현재

보다 훨씬 용이해 질 것으로 판단된다. 실리콘밸리에 근거지를 두고 있는 전기자동차 생산업체 테슬라(Tesla Motors)와 같은 업체가 자동운전 시스템을 탑재하게 될 경우 완성차 업체들에 더욱 큰 위협이 될 수 있을 것이다. 자동운전 자동차의 대중화가 진전될수록 구글의 자체적인 자동운전 자동차 제작과 판매, 또는 교통 서비스를 제공할 수 있는 여지는 높아진다고 할 수 있다.

다만, 이 수익 모델은 자동운전 자동차 시대의 초창기에는 자동운전 시스템의 보급을 위해 제조업체와의 협력이 중요하다는 점, 가까운 미래에 구글이 자체적인 자동차를 생산하는 것은 사실상 불가능하다는 점 등을 고려할 때 초창기에는 추진될 가능성이 낮다고 할 수 있다.

4.2. 주요 연구내용 요약 및 종합

요약하면, 업계의 일부에서 제기되고 있는 ‘자동운전 시스템을 무료로 제공하고 광고와 콘텐츠에서 수익을 내는 모델’은 스마트폰에서의 상황과는 정반대의 상황이라고 할 수 있기 때문에 채택할 가능성이 낮은 전략 옵션이라고 할 수 있다. 자동운전 자동차 사업에서 구글의 수익모델은 완성차 업체들을 대상으로 한 유료 라이선싱이 될 가능성이 높다. 이 경우, 완성차 업체들이 구글의 자동운전 시스템을 구매하는 고객이 되기 때문에 구글은 이들과의 우호적인 관계 형성을 위한 노력을 경주할 것으로 보인다. 구글이 자체적으로 자동운전 자동차를 제작하여 이를 판매하거나 이동 서비스를 제공하는 것은 자동운전 자동차의 대중화가 충분히 진전된 이후에 고려될 수 있지만, 초창기에는 완성차 업체와의 협력 필요성을 감안할 때 채택되기 어렵다고 할 수 있다.

자동운전 자동차의 상용화와 대중화 시기에 관한 다양한 의견이 있을 수 있으나, 자동운전 자동차 시대의 도래는 시기의 문제라는 점에는 큰 이견이 없어 보인다. 특히, 자동차 시장에서 가장 큰 영향력을 가지고 있는 미국에서 관련 법령이 제정되어 가고 있다는 것은 자동운전 자동차가 법으로 규정되는 구체적인 현실의 경계로 들어오고 있다는 것을 의미한다.

본 연구는 자동운전 자동차가 기존 자동차 산업의 지형에 큰 변화를 가져올 수 있는 동인이 될 수 있다는 인식하에 자동운전 자동차 시장에 관한 다양한 가능성을 검토하고 이를 통해 국내 업계에의 시사점을 도출하

고자 하였다. 자동운전 자동차의 핵심 경쟁 요인은 현행 자동차와는 달리 다양한 주행환경에서 신속하게 상황에 적합한 의사결정을 내릴 수 있는 소프트웨어 알고리즘이라고 할 수 있다. 데이터 분석과 알고리즘 개발 부문의 최강자라고 할 수 있는 구글이 자동운전 자동차 사업에서 두각을 나타내는 것도 자동운전 자동차의 소프트웨어적인 특성을 나타내주는 좋은 사례라고 할 수 있다. 기존 자동차 산업의 관점에서 자동운전 자동차를 해석하고 대응을 하면 자동운전 자동차가 본격화되는 시기에 큰 어려움에 봉착할 수 있다는 점을 유의해야 할 것이다.

앞의 논의를 바탕으로 시사점을 정리하면 다음과 같다.

먼저, 자동운전 자동차에 대한 근본적인 인식의 전환이 필요하다. 자동운전 자동차에 대한 자동차 업계의 관점은 진화적 관점으로 안전 기능(충돌 예방 시스템, 차선유지 보조 시스템, 교통정체 보조시스템, 자동 주차 보조 시스템 등)의 강화에 무게를 두고 있다. 그러나, 이러한 접근법은 소프트웨어 알고리즘의 개선에 집중하고 있는 구글과 자동운전 자동차 부문에서의 경쟁력 격차를 확대하는 결과를 가져 올 가능성이 높다.

둘째, 자동운전 자동차의 핵심 경쟁요인이라고 할 수 있는 소프트웨어 알고리즘의 개발에 대한 시급성을 인식할 필요가 있다. 자동운전 자동차의 소프트웨어 알고리즘의 안전성에 대한 기준은 미국의 경우 도로교통안전국(NHTSA)에서 연구 중이지만, 자동차에서 안전성이 가지는 중요성을 고려해 볼 때 엄격한 수준으로 설정될 가능성이 높다. 이러한 기준에 부합하는 소프트웨어 알고리즘의 안전성을 확보하는 데는 상당한 시간이 필요로 될 것⁴⁵⁾이라는 점은 어렵지 않게 예상해 볼 수 있다. 자동운전 자동차가 특정한 상황에서만 허용되더라도 단기간에 안전성 기준을 충족하는 소프트웨어 알고리즘을 개발하는 것은 사실상 불가능하다고 할 수 있다. 구글의 자동운전 알고리즘을 대가를 지불하고 라이선싱 받을 수도 있지만, 앞에서 논의한 것처럼 PC산업처럼 치열한 가격경쟁에 노출될 수밖에 없다는 점을 인식해야 할 것이다.

셋째, 자동운전 자동차의 소프트웨어 알고리즘 개발은 현행 조직과는 별개로 독립된 조직을 설립하여 추진하는 것을 검토해 볼 필요가 있다. 이는 자동운전 자동차와 관련하여 현행 조직이 가지고 있는 수익구조와 제약조건으로부터 최대한 분리하고, 소프트웨어 인력 중심으로 조직을 운영하는 것이 필요하기 때문이다. 이 조직에서 자동차 관련 인력은 철저하게

소프트웨어 개발 인력을 지원하는 역할을 수행해야 할 것이다.

정부의 정책적 지원도 필요하다. 구글에서 스톤, 엄슨을 비롯한 핵심인력의 대부분이 DARPA Challenge라는 무인 자동차 경주 대회 우승이나 준우승을 한 대학팀 출신이라는 점을 주목할 필요가 있다. 이 대회에서 1등 팀과 2등 팀, 3등 팀은 각각 200만 달러, 100만 달러, 50만 달러의 상금을 수여받았다. 기술 경연 대회로는 상금이 상당히 파격적인 규모로 설정되었으며, 각 대회마다 100개 이상의 팀들이 참여를 한 것으로 알려졌다. 대규모의 상금을 건 대회를 개최하는 것만으로 관련 분야의 기술개발 성과를 기대하기는 어렵다. 그러나, 대학의 경우 연구비 조달에 큰 도움이 될 수 있고 특히, 프로젝트에 참여한 대학생과 대학원생들이 관련분야의 핵심인력으로 흡수된다는 점에서 상당한 의미를 가질 수 있다. 국내에서는 지난 2010년부터 ‘자율주행 자동차 경진대회’가 개최되고 있으며, 1등 팀, 2등 팀, 3등 팀에 각각 1억 원, 5천만원, 3천만 원의 상금이 수여된다. 대학의 보다 많은 참여를 유인할 수 있는 상금 금액의 대폭적인 인상과 수여범위의 확대를 검토해 볼 필요가 있다. 자동운전 자동차의 알고리즘 개발에 중점을 둔 산학연 공동연구의 지원도 적극적으로 검토해 볼 필요가 있다. 알고리즘 개발을 위해 고려해야 할 주행 환경이 매우 다양하고, 이에 관한 방대한 데이터의 축적과 분석이 필요하다는 점을 고려해 볼 때 산학연의 체계적인 업무의 분담을 통한 연구개발 활동은 알고리즘 개발 시간을 단축하는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 공영일 (2011), “구글의 전략 방향 분석과 시사점”, 《방송통신정책》, 제23권 20호, 정보통신정책연구원.
- [2] 공영일 (2013), “구글카(Google Car) 사업 동향과 전개 방향”, 《방송통신정책》, 제 25권 5호, 정보통신정책연구원.
- [3] 김아현 · 김건태 · 최현진 (2011), 자동차-IT융합분야의 중심, 커넥티드카, KT종합기술원.
- [4] 원동호 (2013. 2), “美, 자동차와 IT의 융합인 인포테인먼트 산업 유망”, Global Window.
- [5] 이선미 · 김승윤 · 김정훈 · 이은영 (2012), 글로벌 자동차 사업자, 스마트카 경쟁 본격 시동, KT경영경제연구소
- [6] 전자신문 (2013. 2. 26), “세상에서 가장 큰 스마트폰, ‘아우디’도 도전”.
- [7] 전자신문 (2013. 3. 11), “IT-자동차 기업 ‘차세대 스마트카’ 개발에 머리 맞댄다”.
- [8] 정강현 (2011), 스마트카(Smart Car)와 미래사회 변화, KT경영경제연구소
- [9] 한국자동차공학회, <http://autonomous.ksae.org>
- [11] Automotive (2011. 5. 25). “Volvo’s Road Train Links Driverless Cars Together”.
- [12] Bay Citizen (2012. 9. 24). “Google car zooms toward legal status”.
- [13] Bloomberg Businessweek (2011. 12. 1). “Will Driverless Cars Become the New Road Rage?”.
- [14] CNN (2012. 10. 30). “Self-driving cars now legal in California”.
- [15] Columbia University (2013. 1. 27). “TRANSFORMING PERSONAL MOBILITY”.
- [16] engadget (2012. 12. 20). “Continental gets automated vehicle approved for Nevada roads”.
- [17] Forbes (2012. 9. 25). “Self-Driving Cars Will Take Over By 2040”.
- [18] Forbes (2013. 1. 22). “Fasten Your Seatbelts: Google’s Driverless Car Is Worth Trillions”.
- [19] Forbes (2013. 1. 7). “Audi Follows Google’s Lead, Gets Pass For Driverless

Cars”.

[20] Forbes (2013. 3. 21). “No Hands, No Feet: My Unnerving Ride In Google’s Driverless Car”.

[21] Google official blog (2010. 10. 9). “What we’re driving at”.

[22] Motor Authority (2011. 8. 30). “BMW Jumps On The Self-Driving Auto Pilot Bandwagon”.

[23] Motor Authority (2012. 1. 13). “Autonomous Driving Traffic Jam Assistant”.

[24] Motor Authority (2013. 2. 27). “BMW Latest To Lay Out Autonomous Car Strategy”.

[25] New York Times (2010. 10. 9). “Google Cars Drive Themselves, in Traffic”.

[26] PCmag (2013. 1. 7). “Toyota, Lexus Show Off Autonomous Vehicle Tech at CES 2013”.

[27] The Detroit News (2013. 2. 16). “Michigan considers self-driving car tests”.

[28] The New York Times (2012. 1. 6). “Paved, but Still Alive”.

[29] The New York Times (2012. 10. 26). “Yes, Driverless Cars Know the Way to San Jose”.

[30] The Wall Street Journal (2012. 6. 15). “Sebastian Thrun: What’s Next for Silicon”.

[31] USA TODAY (2012. 6. 14). “Google discloses costs of its driverless car tests Valley?”.

[32] VOLKSWAGEN Media Newsroom (2011. 6. 23). “DRIVING WITHOUT A DRIVER-VOLKSWAGEN PRESENTS THE TEMPORARY AUTO PILOT”.

[33] Wired (2012. 11. 19). “Google Poaches Deputy Director of National Highway Traffic Safety Administration”.

[34] Wired (2012. 4. 16). “Google Expands Its Autonomous Fleet With Hybrid Lexus RX450h”.

[35] YouTube (2010. 11. 22). “Autonomous Audi TTS ascends Pikes Peak without a driver”.

- [36] YouTube (2012. 3. 28). "Self-Driving Car Test: Steve Mahan".
- [37] Zigmag (2010. 11. 19). "Audi's autonomous Audi TT conquers Pikes Peak - how long before it betters a human driver?".
- [38] wikipedia, DARPA Grand Challenge
- [39] <http://mitchellarchives.com/the-first-automobile-advertisement.htm>
- [40] <http://www.amazon.com/Horseless-Carriage-Hiram-Percy-Maxim/dp/B000TBM742>