
자율주행차 기술의 산업 간 특성 차이에 대한 연구 —자동차와 비자동차 산업 간의 비교를 중심으로—

정정한* · 정태현**

- | | |
|------------------------|---------------|
| I. 서론 | 3. 변수 |
| II. 선행연구와 연구질의 | 4. 추정모형 |
| 1. 자율주행차 기술의 정의와 현황 | IV. 분석 결과 |
| 2. 자율주행차 기술에 관한 기존의 연구 | 1. 출원동향 |
| 3. 연구질의 | 2. 기술의 분포와 범위 |
| III. 연구 방법 | 3. 회귀분석 결과 |
| 1. 자료수집 | V. 결론 |
| 2. 출원인 분류 | |

* 한양대학교 기술경영전문대학원 박사과정, 삼성전자 책임연구원.

** 한양대학교 기술경영전문대학원 교수(교신저자).

초록

본 연구는 자율주행차 관련 기술의 산업적, 기술적, 동태적 특성의 차이와 변화를 미국특허상표청에 출원된 특허 7,889건을 수집하여 분석한다. 구체적으로는 연도 및 기술별 출원동향, 산업별 기술의 기업집중도, 기술의 융합성과 응용성, 발명인 수, 기술의 시장성, 기술의 원천성을 분석한다. 주요 발견은 다음과 같다. 자율주행차 관련 기술 특허는 2010년 이후 급격하게 증가하였는데, 자동차 산업에 비해 비자동차 산업이 더욱 빠른 속도로 성장하였다. 자율주행차 하위 기술별로는 자동차 산업은 차량제어 기술에, 비자동차 산업은 통신 기술에 집중하는 등 분업적 구조가 형성되어 있다. 단, 자동차 산업은 상위업체에 기술이 집중된 반면 비자동차 산업은 기술이 보다 다양한 기업에 분포되어 있다. 기술의 응용범위와 융합 정도를 나타내는 IPC 수는 자동차 산업이 비자동차 산업보다 많았고, 발명인 수는 2010년 이전에는 자동차 산업이 많았지만 2010년 이후에는 비자동차 산업이 더 많아졌다. 기술의 시장성 지표인 패밀리 특허수와 기술의 원천성 지표인 비특허 인용 수는 모두 비자동차 산업이 더 많았다. 종합하면, 비자동차산업의 기술개발이 속도는 물론 원천성, 시장성, 복잡성 및 투자노력에 있어 자동차산업을 앞지르고 있어 향후 비자동차 산업에 속한 기업이 기술의 주도권을 확보할 가능성이 높다고 말할 수 있다. 본 연구는 학술적으로 산업의 기반 차이에 따른 기술 특성의 변화를 체계적으로 분석할 수 있는 정량적 방법을 제시한 점과 기술경영과 실무적 관점에서 전략적 시사점을 도출한 점에서 연구의 의의가 있다.

주제어

자율주행차, 스마트카, 자동차 산업, 융합기술, 특허분석

I. 서론

자율주행 자동차 기술은 자동차, 운송, 물류산업의 구조와 경쟁역학을 바꾸는 것은 물론 미래 사람들의 이동방식의 변화까지 초래할 만한 막대한 과급력을 지녔다. 이에 따라, 기존의 자동차 제조업체는 물론이고, BYD나 테슬라 같은 전기차 제조기업, 우버(Uber), 쥘카(Zipcar)와 같은 모빌리티 서비스 제공 기업, 삼성전자나 LG전자와 같은 전통적 정보통신기술(Information and Communication Technology: ICT) 기업까지 자율주행차 관련 기술의 개발과 상용화에 이미 뛰어들었다.¹⁾²⁾ 향후 자동차 산업의 주도권 경쟁의 승자는 기존 자동차 완성차 및 부품 제조 기업, 전기차 등 신규진입 기업, ICT 핵심요소 기술 보유 기업, 모빌리티 서비스 제공 기업 간 복잡한 기술개발과 시장쟁탈 경쟁의 결과로 나타날 것이다.

자율주행차 기술과 산업의 변화를 더 잘 예측하고 이해하기 위해서는 기존의 자동차 산업 내 기업들만이 아니라 비자동차 산업에 속했던 기업들의 동향과 역할에 대한 이해가 중요해진다. 특히 센서, 정보처리, 인공지능, 인간-기계 상호작용(Human-Computer Interaction: HCI) 관련 기술이 자율주행차 기술의 핵심요소 기술로 인지됨에 따라 이 분야에 강점을 갖고 있는 ICT기업의 역할에 주목하게 된다. 한국의 경우 삼성이 미국 대표 전장 업체인 하만(Harman)을 인수하여 전장 사업을 본격적으로 추진하고 있고, LG 역시 몇 년 전부터 꾸준히 전장 사업에 투자를 해 오고 있으며 2017년부터는 고정밀 지도 대표 기업인 네덜란드 히어(HERE)사와 자율주행 공동개발을 추진하고 있다. 구글, 아마존 같은 글로벌 IT 기업들도 자율주행 자동차 산업 진출을 꾀하고 있으며, 특히 구글은 그동안 축적해 온 자율주행 기술과 경험을 바탕으로

1) McKinsey&Company, "Automotive revolution—perspective towards 2030", Advanced Industries, 2016.

2) 김용훈 · 김현구, "자율주행자동차 개발 동향", 『한국통신학회지(정보와 통신)』, Vol. 34 No.5(2017), 10-18면.

으로 2018년 말 무인택시 서비스 상용화를 선언하였다.

자율주행차 기술의 새로운 동향과 특성, 특히 비자동차 기업의 진입에 의한 영향과 중요성에 대해서는 언론과 산업체 동향보고서 등에서도 중요하게 다뤄져 왔다. 그러나 학술적 연구는 아직 미진한 실정이다. 오철·정태현(2017)³⁾은 자율주행차 관련 특허를 수집하여 연도별, 기술분야별, 기업별 동향을 분석하긴 했지만 자동차와 비자동차산업을 구분하여 분석하지는 않았다. 박은영·고명주·조근태(2018)⁴⁾도 자율주행차 기술특허의 융합적 특성과 연결망을 분석했지만 역시 비자동차 기업의 특성에 대해 체계적으로 분석하지는 않았다. 해외의 연구에서도 이러한 연구는 찾아보기 어려웠다. 자율주행차 기술의 산업적 중요성에 대한 분석이 이루어지려면 광범위한 기술을 포괄할 수 있는 분석방법이 필요하고, 특히 ICT 기술은 물론 인공지능, 빅데이터 등의 신기술과 융합되어 있는 자율주행차 기술의 특성상 ICT 기업들을 포함한 신규 진입자의 역할과 경쟁력, 전략 등을 분석하고 이해할 수 있어야 한다.

이에 대한 답을 구하기 위해 본 연구에서는 자율주행차에 대한 장기간의 특허자료를 활용하여 전통적으로 자동차 산업에 속했던 기업과 비자동차 산업에 속했던 기업을 구분하여 둘 사이의 특성적 차이를 분석하였다. 어떤 한 가지 기술분야에 집중되어 있지 않은 기술적 특성을 고려해 자율주행차의 요소기술을 판별해 검색어를 도출한 후 1969년부터 2015년까지 미국특허상표청에 출원된 특허를 수집하였다. 이후, 자율주행차 기술에서의 비자동차 산업의 상대적 중요성의 증가추이를 분석하였고, 두 그룹 간 기술적 집중도의 시기별 변화를 기업별, 기술별로 분해하여 분석하였다. 또한 자동차-비자동차 두 그룹 간 기술 단위에서의 특성적 차이를 규명하기 위해 개발기술의 응용 범위, 투입 인력, 시장성, 신규성을 기준으로 두고 비교분석하였다.

3) 오철·정태현, “스마트 자동차 산업의 기술역량과 발전방향 분석—특허분석을 중심으로”, 한국경제연구원, 2017, 1-32면.

4) 박은영 외 2인, “소셜네트워크분석을 이용한 자동차 기업 융합특허의 동태적 변화 분석”, 『기술혁신연구』, 제26권 제3호(2018), 1-36면.

본 연구는 자율주행차 기술이라는 새로운 융합적 기술분야에서 산업적 기반이 상이한 두 그룹간 특성을 우선 규명해 보고자 하는 탐색적 성격을 갖는다. 이에 따라 가설검정형 연구방식이 아니라 귀납적 현상발견형 연구방식의 형태로 진행하였다. 다음 장에서는 자율주행차 관련 주요 정의와 기존의 연구를 간략히 제시한다. 이후 3장에서는 특히 데이터 수집 및 분류 방법 등 연구방법에 대해 설명한다. 4장에서는 특히 분석 결과를 고찰하고 그 의미에 대해 논의하며 5장의 결론에서는 연구의 요약과 의의에 대해 논한다.

II. 선행연구와 연구질의

1. 자율주행차 기술의 정의와 현황

자율주행 자동차라는 용어는 국가별로 또는 연구자별로 정의가 다양하다. 미국 네바다 주의 경우 자율주행차를 “SAE(Society of Automotive Engineers) J3016에 따라 3, 4 또는 5단계의 주행 자동화 수준에서 작동하도록 설계된 자동 주행 시스템이 장착된 자동차”로 정의⁵⁾하고 있으며, 캘리포니아 주에서는 운전자가 적극적으로 물리적인 제어 또는 모니터링을 하지 않고 차량을 운전할 수 있는 차로 정의⁶⁾하고 있다. 한국의 경우 자율주행자동차를 일반적으로 운전자나 운전 조작 없이 자율주행시스템을 통해 자동차가 스스로 도로나 주행 환경을 인식하여 운행될 수 있는 자동차⁷⁾로 정의하고 있으며 기존 문헌에서는 자율주행자동차를 스스로 주변환경을 인식, 위험상황을 판단, 차량거동을 조작하여 운전자의 주행조작을 최소화하며 스스로 안전주행 및 커넥티드 서비스 제공이 가능한 차량⁸⁾으로 정의하고 있다.

5) NRS, “NRS: CHAPTER 482A—AUTONOMOUS VEHICLES”, State of Nevada, <<https://www.leg.state.nv.us/NRS/NRS-482A.html#NRS482ASec030>>, 검색일: 2018.12.25.

6) DMV, “Key Autonomous Vehicle Definitions”, State of California, <<https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/definitions>>, 검색일: 2018.12.25.

7) 박준환, “자율주행자동차 관련 국내의 입법 정책 동향과 과제”, 국회입법조사처, 2017.

SAE에서는 자율주행 자동차의 사용 조건과 운전자 자유 범위에 따라 <표 1>과 같이 6단계로 분류⁹⁾하였다. 운전자가 모든 것을 통제하는 단계에서부터 제한된 조건에서 운전자의 손과 발을 자유롭게 하는 부분 자율주행 단계 및 모든 것을 시스템이 통제하여 모든 상황에서 시선도 자유롭게 하는 완전 자율주행 단계로 구분된다. 각 단계를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

<표 1> SAE 자율주행 단계 정의

단계	개념		추정	인지	제어	시스템 능력
0	No Driving Automation	운전자가 주행에 대한 모든 것을 통제 (시스템에 의한 개입 또는 경고 가능)	운전자	운전자	운전자	-
1	Driver Assistance	보조주행: 특정 주행모드에서 속도조절, 브레이크 등을 시스템이 보조	운전자 시스템	운전자	운전자	특정 주행모드
2	Partial Automation	부분 자율주행: 운전자 책임 아래 특정 상황에서 자율주행 운전모드 실행	시스템	운전자	운전자	특정 주행모드
3	Conditional Automation	조건부 자율주행: 운전자가 시스템 개입 요구에 반응한다는 전제 아래 자율주행 운전모드 실행	시스템	시스템	운전자	특정 주행모드
4	High Automation	운전자가 개입 요구에 적절히 반응하지 않아도 시스템이 특정 주행모드에서 모든 운전조작 수행	시스템	시스템	시스템	특정 주행모드
5	Full Automation	항상 시스템이 모든 운전조작 수행	시스템	시스템	시스템	모든 주행모드

* 출처: SAE(Society of Automotive Engineers) <<https://www.sae.org>>

0단계: 운전자가 주행에 관련된 모든 동작을 스스로 제어해야 하는 단계이다. 가속, 감속, 조향 및 제동에 대한 자동차의 개입이 없으며, 안전을 위한 음영 지역 감지, 차선이탈 감지 및 장애물 감지를 통한 경고 기능은 이 단계에 포함된다.

1단계: 고속도로나 특정 도로에서 제한적으로 사용할 수 있는 크루즈 기

8) 이재관, “자율주행차 산업기술 방향과 과제”, 『한국통신학회지(정보와 통신)』, Vol.35 No.5(2018), 13-20면.

9) On-Road Automated Driving(ORAD) committee, “Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles”, SAE International, <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/>, 검색일: 2018.12.25.

능이 이 단계에 포함된다. 크루즈 기능을 통해 자동차가 스스로 가속 또는 감속이 가능하지만 운전자는 운전대를 항상 잡고 있어야 하며 제동을 포함한 주행에 대한 대부분의 동작을 운전자 스스로 제어해야 한다.

2단계: 일부 고급 차량에서 제공되는 ADAS(Advanced Driving Assistance System) 기능이 이 단계에 해당된다. 운전자가 페달과 운전대에서 손과 발을 떼더라도 자동차는 특정 조건하에 스스로 주행이 가능한 단계이다. 그러나 운전자는 항상 전방을 주시하고 있어야 하며 위험에 대비해야 한다. 따라서 2단계의 자율주행 차량의 대부분은 운전자가 운전대에서 손을 장시간 뗄 경우 기능을 중단하거나 경고음을 발생한다.

3단계: 운전자의 개입 없이 자동차 스스로 주행에 관련된 모든 동작이 제어 가능하다. 가속, 제동 및 조향뿐만 아니라 주변 상황 인지를 통해 추월도 가능하며 운전자가 페달과 운전대에서 손과 발을 떼더라도 자율주행이 가능하지만 시스템이 요구할 경우 언제든지 운전자가 운전할 수 있도록 대비해야 한다.

4단계: 운전자가 시스템의 요구에 적절하게 반응하지 않더라도 자동차 스스로 주행이 가능한 단계이다. 주행 경로에 대한 정보가 없는 상황에서 운전자가 시스템의 요구에 반응하지 못할 경우 스스로 주·정차가 가능한 단계이다.

5단계: 어떠한 상황에서도 운전자가 입력한 목적지까지 자동차 스스로 주행이 가능하며 완전한 자율 주행이 가능한 단계이다.

현재 대부분의 자동차 업체는 레벨 1의 자동차를 제공하고 있고 일부 차량은 주차보조, 차선이탈 방지 시스템 등 레벨 2 기능이 적용되어 출시되었으며 2020년 정도가 되면 본격적으로 레벨 3 제품이 도로에 나타날 것으로 전망되고 있다. 레벨 4의 자동차도 2025년에 도로에서 쉽게 볼 수 있을 것으로 내다보고 있다.¹⁰⁾

10) Dokic, J · Müller, B · Meyer, G., "European Roadmap Smart Systems for Automated Driving", European Technology Platform on Smart Systems Integration, 2015, pp.1-36.

자율주행 기술은 단순히 자동차의 새로운 기능이 아니라 자동차 산업을 근본적으로 변화시킬 수 있는 강력한 수단이 될 것이다. Morgan Stanley 보고서에 따르면 자율주행차의 등장으로 자동차 산업은 크게 두 가지의 패러다임 변화가 발생할 것이라 예측할 수 있다. 첫 번째는 자동차의 가치가 하드웨어에서 소프트웨어로 이동함으로써 기존 완성차업체(Original Equipment Manufacturer: OEM)들의 수익 구조의 변화가 발생하고, 두 번째는 미래의 자동차 시장은 PC나 스마트폰처럼 차 안에서 즐길 수 있는 콘텐츠 제공을 통해 새로운 수익 모델을 창출할 것이다.¹¹⁾ 이와 같은 패러다임의 변화는 완성차업체와 공급업체로 이루어진 전통적인 자동차 산업 비즈니스 모델에 변화를 발생시키고 게임의 규칙을 바꾸게 될 것이다.¹²⁾ 오늘날 완성차업체를 중심으로 티어(Tier) 1, 티어 2 등과 같이 상하관계를 갖는 수직적인 구조에서 벗어나 스마트폰 애플리케이션처럼 소비자의 선택에 의해 서비스를 제공하고, 사후관리 서비스를 통한 새로운 수익모델을 창출하는 등의 변화가 발생할 것이다.

자동차 산업뿐만 아니라 다른 산업과 경제 전반에 걸쳐 자율주행 기술은 큰 영향을 주게 될 것이다. 자율주행 산업의 발전은 화물운송, 토지개발, 전자, 소프트웨어, 디지털 미디어 산업 등을 발전시키고, 사고 발생률 저감으로 인한 생산성 향상과 자동차 수리, 의료, 보험 및 법률 산업의 지출 감소 등 경제적 비용 절감을 통해 연간 1.2조 달러라는 큰 경제적 효과를 가져올 것으로 예상된다.¹³⁾ 또한 전방 충돌 경고, 교차로 충돌 회피 시스템, 기타 안전 관련 자율주행 기술은 현재 미국의 교통사고로 인한 비용을 연간 최소 1,260억 달러 줄일 것으로 예상된다.¹⁴⁾ 뿐만 아니라 자율주행 자동차는 교

11) Morgan Stanley, "Autonomous Cars: Self-Driving the New Auto Industry Paradigm", MORGAN STANLEY RESEARCH, 2013, pp.1-109.

12) McKinsey&Company, "Automotive revolution—perspective towards 2030", Advanced Industries, 2016, pp.1-20.

13) Clements, L. M. & Kockelman, K. M., "Economic effects of automated vehicles", *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol.2606(2017), pp.106-114.

14) Li, T. & Kockelman, K. M., "Valuing the safety benefits of connected and automated

통 혼잡을 감소시키고 이동성을 증가시키며 차량 공유를 통해 에너지 절감 효과를 가져올 것이다.¹⁵⁾

2. 자율주행차 기술에 관한 기존의 연구

이상에서 살펴본 바와 같이 자율주행 기술은 미래의 자동차 시장과 연관된 산업을 예측하기 위한 핵심요소이다. 그러나 자율주행차 기술의 특성과 산업을 연계하여 분석한 학술적 연구는 많지 않은 실정이다.

오철 · 정태현(2017)은 스마트 자동차 산업을 5대 기술 분야로 나누고 이를 다시 13개의 세부 기술로 분류하여 기술 핵심어를 도출하였다. 이를 바탕으로 핵심어 검색을 통해 미국특허청에 출원된 특허 6,602건을 중심으로 스마트 자동차 산업의 기술역량을 다양한 관점에서 분석하였다.¹⁶⁾ 연구 결과에 따르면, 스마트 자동차 산업의 등장으로 인해 자동차 기술 및 경제 패러다임이 변하고 있고, 스마트 자동차에 대한 관심으로 최근 기술개발이 매우 활발히 이루어지고 있다. 그리고 IPC, 전/후방인용 등 특허 주요지표 기반의 정량분석을 통해 스마트 자동차의 신규기술개발은 통신기술이 주를 이루고 있으며 원천 기술은 기존 자동차 산업과 관련된 고유기술이 아닌 컴퓨터 기술영역에 의존하고 있었다. 또한 앞으로의 기술 발전 방향도 컴퓨터 기술영역을 바탕으로 정보저장, 홀로그래피, 제어조정, 광학영역으로 발전할 것으로 예상된다. 이 연구는 스마트 자동차 기술을 체계적으로 분류하고 이를 바탕으로 검색된 특허자료를 통해 스마트 자동차 산업을 종합적이고 심층적으로 분석하였다는 데 큰 의미가 있다.

박은영 등(2018)은 2개 이상의 IPC가 부여된 특허를 융합특허로 정의하고,

vehicle technologies”, Transportation Research Board 95th Annual Meeting, 2015, pp.1-22.

15) Ross, C. & Guhathakurta, S., “Autonomous Vehicles and Energy Impacts: A Scenario Analysis”, *Energy Procedia*, Vol.143(2017), pp.47-52.

16) 오철 · 정태현, “스마트 자동차 산업의 기술역량과 발전방향 분석—특허분석을 중심으로”, 한국경제연구원, 2017, 1-32면.

Forbes의 Global 2000 기업 중 자동차 산업 내 시장 가치 상위 10대 기업의 미국특허청 출원 특허를 추출하여 소셜네트워크 분석을 수행하였다.¹⁷⁾ 분석에 따르면, 자동차 분야의 기술은 네트워크가 다양하게 융합되고, 더 복잡하고 강하게 융합되고 있으며, 내연기관, 추진기관, 차량부품 등 기존 자동차 기술을 중심으로 디지털 데이터 처리기술, 전기자동차 관련 기술 분야에서 높은 빈도로 융합이 이루어지고 있다. 그러나 이 연구는 자동차 산업 상위 10개 기업을 대상으로 한정하여 분석을 수행하였기 때문에 IT 기업과 같은 새로운 주요 기업들의 기술 특성을 파악하지 못하는 한계가 있다. 또한 IT 기술과 자동차 기술이 융합되고 있는 자율주행 기술 특성상 융합특허의 분석이 중요하긴 하지만 이것만으로 자율주행 기술의 전반적인 발전방향을 확인하기에는 부족하다.

남대경·최경현(2018)은 차량용 반도체에 관한 미국특허청에 출원된 특허 87,446건을 대상으로 특허 IPC 코드를 추출하여 토픽모델을 적용하고 IPC 정보와 특허정보 분석을 통해 차량용 반도체 기술 추세를 분석하였다.¹⁸⁾ 연구결과에 따르면 기술 트렌드는 시대배경과 환경에 따라 기술특성이 변하고 있으며 현재 차량용 반도체 기술의 주요 트렌드는 전기차, 운전보조, 디지털 제조 관련 기술이다. 차량용 반도체는 자율주행 자동차의 핵심 부품으로서 자율주행의 성능과 밀접한 관계가 있으며 자율주행 기술의 흐름을 파악하기 위한 중요 요소이다. 그러나 자율주행 자동차를 이루는 기술은 부품 기술뿐만 아니라 인지, 판단, 휴먼 인터페이스 등 다양한 알고리즘과 응용 프로그램들이 차지하는 부분이 크기 때문에 포괄적인 관점에서 분석이 필요하다.

3. 연구질의

최근 IT 산업을 이끌고 있는 대다수 기업들이 자율주행차를 차세대 성장

17) 박은영 외 2인, “소셜네트워크분석을 이용한 자동차 기업 융합특허의 동태적 변화 분석”, 『기술혁신연구』, 제26권 제3호(2018), 1-36면.

18) 남대경·최경현, “토픽모델 및 특허분석을 통한 차량용 반도체 기술 추세 분석”, 『기술혁신학회지』, 제21권 제3호(2018), 1155-1178면.

동력으로 지목하고 자동차 산업으로 진출하고 있다. 반면 자율주행차 산업이 발전함에 따라 전통적인 자동차 업체들은 자동차 제조업체에서 이동 서비스 제공자로 변모할 필요가 있고 이 과정에서 신규 진입자들과 치열한 경쟁이 발생하게 될 것이다. 따라서 자동차 업체에게 미래의 강력한 경쟁자가 될 수 있는 비자동차 산업의 기술적 특성과 성과를 분석하는 것은 매우 중요한 일이다. 비자동차 기업에 있어서도 강력한 진입장벽을 가지고 있는 자동차 산업에 진출하는 것이 쉽지 않은 일이다. 성공적인 진입전략을 수립하기 위해서는 자율주행차라는 새로운 기술에 있어 기존의 자동차 산업에 속한 기업들과 그렇지 않은 기업들 간 상대적 우위와 열위를 파악하는 것이 필요하다.

이러한 현실적 연구필요성에 견주어 이를 분석한 학술적 연구는 찾아보기 어려웠다. 본 연구는 이러한 간극을 메우고자 한다. 구체적으로는 자율주행차 기술에서 자동차 산업에 속한 기업의 기술과 비자동차 산업에 속한 기업의 기술이 어떠한 특성적 차이를 보이는지를 분석한다. 특히 장기 시계열적 비교 분석을 통해 비자동차 산업 기업의 진입이 동태적으로 어떻게 변화하고 있는지를 살펴본다. 이를 통해 이 분야의 미래 기술주도권에 대해서 시사하는 바가 무엇인지도 고찰한다.

보다 세부적으로는 자동차와 비자동차 그룹 간의 비교를 한 가지 기준이 아니라 다양한 기준을 적용해 분석한다. 산업구조의 분석에 있어 산업내 지배적 기업의 존재여부가 산업의 매력도와 기업의 수익성에 중요한 역할을 한다.¹⁹⁾ 산업의 구조는 기업의 혁신양태와 성과에도 중요한 인자이다.²⁰⁾ 이와 유사하게 자율주행차의 세부기술별로 기술의 지배력이 소수의 기업 또는 소수의 하위기술에 집중되어 있는지 아니면, 보다 여러 기업 또는 여러 하위 기술에 분산되어 있는지를 분석한다. 이를 자동차 기업과 비자동차 기업으로 나누어 분석함으로써 해당 기술 내 기업의 기술지배력에 대한 시사점을

19) Cohen, Wesley M. & Klepper, Steven, "Firm Size and the Nature of Innovation within Industries: The Case of Process and Product R&D", *Review of Economics & Statistics*, Vol.78 No.2(1996), pp.232-243.

20) Utterback, James M. & Suarez, Fernando F., "Innovation, competition, and industry structure", *Research Policy*, Vol.22 Iss.1(1993), pp.1-21.

얻고자 한다.

기술단위에서의 분석으로는 우선 기술의 응용범위에 대해 고찰한다. 개발된 기술의 응용범위가 넓다면 향후 이 기술의 파급력과 수익성도 달라질 수 있기 때문이다. 또한 기술의 응용범위가 넓은 기술은 상대적으로 다종의 기술을 융합하여 개발되었을 개연성도 높다.²¹⁾ 그렇다면, 이러한 기술은 잠재적으로 모방의 난이도와 비용도 높을 것이므로 경쟁역학에 영향을 끼칠 수 있다.

두 번째로는 개발된 기술의 평균적 참여인력에 대한 자동차와 비자동차 기업 간의 비교분석이다. 참여인력이 많다는 것은 기술이 상대적으로 복잡할 개연성이 높다는 점과 더불어 그 기술의 개발에 투여한 자원의 규모도 상대적으로 크다는 점과 연계된다. 어떤 기업이 대규모 기술개발 프로젝트를 지속적으로 수행한다면, 경쟁자 또는 후발자가 이를 단기간에 모방하거나 추격하기가 쉽지 않을 것이다.

세 번째로는 개발된 기술의 시장성에 대한 분석이다. 양적으로는 떨어지지만 다양한 국가에서 필요로 하는 시장성을 갖춘 기술의 질적 수준과 파급력은 높을 수 있기 때문이다.²²⁾

마지막으로 기술의 원천성에 대한 분석이다. 산업 내 경쟁자들이 이미 알고 있는 방식이 아니라 새로운 방식으로 기술을 개발한다면 이에 대한 모방과 추적이 어렵고 향후의 후속기술개발에 대한 파급력도 강할 수 있다.

III. 연구 방법

1. 자료수집

분석자료 수집을 위해 유럽특허청(European Patent Office: EPO)의 전 세계

21) 박은영 외 2인, “소셜네트워크분석을 이용한 자동차 기업 융합특허의 동태적 변화 분석”, 『기술혁신연구』, 제26권 제3호(2018), 1-36면.

22) Harhoff, D. et al., “Citations, family size, opposition and the value of patent rights”, *Research Policy*, Vol.32 Iss.8(2003), pp.1343-1363.

특허 데이터베이스(PATSTAT)를 활용하였다. PATSTAT(2017b 버전)은 전 세계 90여 개 국가에서 출원 또는 등록된 특허 약 9,100만 개를 수록하고 있어 연구 목적에 맞는 특허 수집이 가능하다.

특허 문서에는 국제특허분류(IPC: International Patent Classification) 코드가 있어 이에 따른 기술 분류가 가능하지만 자율주행차와 같은 융합적 신기술은 IPC만으로 검색하기 어렵다.²³⁾²⁴⁾ 따라서 본 연구에서는 대상 특허를 수집하기 위해 특허 초록과 발명 제목에서 키워드(Keywords)를 검색하는 방법을 채택하였다. 키워드 검색 방법은 키워드 선정이 매우 중요한데, 자율주행차는 새롭게 부상하는 기술이고 다양한 기술이 융·복합되어 적용되기 때문에 정확한 키워드 선정이 어렵다. 본 연구에서는 적절한 키워드 선정을 위해 기존 선행 연구와 관련 문헌자료²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾ 검색을 통해 관련 기술 키워드를 확인하였고 과학기술정보통신부 산하 과학기술혁신본부에서 도출한 자율주행차 기술분류체계²⁸⁾를 참고하였다.

과학기술정보통신부의 기술분류체계에 따르면 자율주행 기술은 크게 1. 주행환경 인식/판단, 2. 차량제어, 3. 자율협력, 4. 지도/측위, 5. 휴먼 인터페이스, 6. 통신/보안, 7. 교통 시스템/서비스로 구분되어 있다. 본 연구에서는 자율주행차 기술의 변화를 분석하는 것이 목적이므로 교통 시스템/서비스 항목은 제외하였다. 이어 세분화를 위해 기능별로 중분류를 정의하였다. 주행환경 인식/판단은 보행자 감지, 표지판 감지 등을 포함한 인식 기능과

23) 최정섭, “통계적 분석방법을 이용한 주제어 기반 특허동향분석”, 『지식재산연구』, 제8권 제1호(2013), 223-252면.

24) Mogoutov, Andrei & Kahane, Bernard, “Data search strategy for science and technology emergence: A scalable and evolutionary query for nanotechnology tracking”, *Research Policy*, Vol.36 Iss.6(2007), pp.893-903.

25) 오철 · 정태현, “스마트 자동차 산업의 기술역량과 발전방향 분석—특허분석을 중심으로”, 한국경제연구원, 2017, 1-32면.

26) 박병근 · 장병호, “스마트 자동차 기술현황 및 대외 기술경쟁력 분석”, 산은조사월보, 2016, 43-57면.

27) 김주환, “스마트카와 지식재산(IP) 이슈”, 한국지식재산연구원, 2015, 1-24면.

28) 과학기술정보통신부, “혁신성장 지원을 위한 정부 R&D투자 혁신방안—R&D PIE’ 시스템 도입”, 경제관계장관회의, 2018, 1-18면.

진단, 센서 열화 감지 등의 차량감시/진단 기능으로 분류하였다. 차량제어는 주행과 관련된 제동, 속도, 조향, 충돌방지 및 주차 기능으로 분류하였고, 휴먼 인터페이스는 인터페이스, 운전자 감시 및 자동/수동 모드 전환에 관한 주행모드로 구분하였다. 통신은 차량내부통신과 차량외부통신으로 구분하여 분류하였고, 지도/측위는 정밀지도와 위치측정으로 분류하였으며 자율협력은 군집주행과 협력주행으로 구분하였다. 분류별 키워드 선정을 위해 관련 선행연구의 분석, 웹 검색 및 타 특허 사이트를 통해 수집된 데이터와 비교 분석하여 오류를 최소화하고자 노력하였다. 또한 검색된 특허를 개별적으로 확인하며 노이즈를 제거하기 위해 vehicle, automotive, car 등과 같은 자동차를 의미하는 단어를 반드시 포함하는 특허로 제한하였으며, railway, helicopter, toy car 등과 같은 단어가 포함된 특허는 제외하였다. 대상특허 수집을 위해 사용한 키워드는 <표 2>와 같다.

이상의 키워드를 특허의 명칭과 요지(abstract)에 적용하여 특허출원문서 총 53,289건을 추출하였고, 이 중 미국특허상표청(United States Patent and Trademark Office: USPTO)에 2015년 이전에 출원된 9,396건(주요 독립변수 결측치 8건 제외)을 추출하였다. 출원인 분류를 통해 비기업특허를 제외하고 기업특허 7,889건을 분석대상으로 삼았다. 그 과정에 대해서는 다음 절에서 자세히 설명한다. 본 연구에서 여러 수리관청에 출원된 특허 중 USPTO에 출원된 특허만을 활용한 이유는 미국은 전 세계에서 가장 큰 자동차 시장으로 자율주행차 관련 주요 발명이 미국 특허청에 출원되는 점과 청구항 수, 인용/피인용을 비롯한 다양한 특허 기반 지표를 잘 관리해 왔기 때문이다. 2015년까지로 분석기간을 제한한 이유는 특허 출원 후 공개까지 통상 1년 6개월의 시차가 존재해 이후의 특허 출원건이 데이터베이스에 수록되지 못한 우절사(right truncation) 효과를 고려하였기 때문이다.

〈표 2〉 자율주행차 특허검색 키워드

대분류	중분류	검색 키워드
주행 환경 인식/판단	인식	"Pedestrian detection" "road sign detection" "road sign detecting" "road sign detector" "road sign recognition" "road condition detecting" "road condition detector" "road condition monitor" "road condition recognition" "road weather" "pavement condition monitor" "traffic light detecting" "traffic light detection" "traffic light detector" "traffic light monitor" "traffic light recognition" "object recognition" "object detection" "blind spot detecting" "vehicle detection"
	차량감시/ 진단	"self-diagnostic" "self-diagnostics" "self-diagnosis" "vehicle monitoring" "On-board diagnostics" "On-board diagnostic" "OBD" "sensor degradation"
차량 제어	제동	"brake by wire" "autonomous Emergency Braking" "autonomous Emergency Brake" "autonomous Brake Assist" "auto braking" "automatic brake" "automatic braking" "auto emergency braking" "automatic emergency braking" "emergency brake assist" "Emergency electronic brake light"
	속도	"intelligent speed advice" "Intelligent speed adaptation" "adaptive cruise" "autonomous cruise" "cruise control" "vehicle cruise" "Curve speed warning" "overtaking assistant"
	조향	"automatic steering" "steer by wire" "lane departure" "lane change" "lane deviation" "lane keeping" "LKAS" "LDW" "LDWS" "LCA" "LCDAS" "lane-centering" "lane adaptation" "lane marker identification" "lane detection" "lane monitoring" "lane keep assist" "lane assist" "lane positioning" "lane shifts"
	충돌방지	"FVCWS" "collision avoidance" "collision warning" "pedestrian collision mitigation" "blind spot collision" "high beam assist" "rear-end collision" "Pedestrian collision" "Pedestrian protection"
	주차	"Assisted parking" "parking assist" "parking distance warning" "parking pilot" "remote smart parking" "smart parking assist" "parking collision" "rear view monitor" "rear view camera"
휴먼 인터 페이스	인터 페이스	"Human vehicle interface" "HVI" "driver-car interactive" "haptic" "Multi Media Interface" "Human-Machine Interface" "Augmented Reality" "heads-up display" "head-up display" "HUD" "windshield display" "holographic" "hologram" "infotainment" "touch screen" "touch system" "android"
	운전자 감시	"motion recognition" "driver monitoring" "eye tracking" "facial recognition" "voice recognition" "gesture detection" "detecting gestures" "gesture recognition" "drowsiness monitor" -(Navigation)
	주행모드	"autonomous and manual driving modes" "autonomous driving mode" "switching to manual driving" "autonomous driving state" "autonomous driving switching"
통신	내부통신	"bluetooth" "Wifi" "short range communication" "in-car networking"
	외부통신	"telematics" "V2X" "V2V" "vehicle to vehicle" "V2I" "vehicle to infrastructure" "V2P" "Vehicle to Pedestrian" "V2D" "Vehicle to device" "V2G" "Vehicle to grid" "Vehicular communication" "Vehicle to everything"
기타	협력주행	"platooning" "cooperative driving" "cooperate driving"

	위치감지 “digital mapping” “adaptive mapping” “HD mapping” “HD maps” “3D mapping” “3D maps” “dynamic mapping” “digital cartography” “lidar” “light detection and ranging” “light detect and range” “long range radar” -(Navigation)
공통키워드	+(vehicle automotive automobile automobiles car) -(“railway” “airborne vehicle” “aerial vehicle” helicopter “toy car” navigation)

* 출처: 오철·정태현(2017), 광병근·장병호(2016), 김주환(2015)에 기반하여 저자 작성.

2. 출원인 분류

본 연구의 주요 설명변수는 출원인의 산업구분이다. 특히 출원인이 자동차 산업에 속해 있는지 아닌지에 따라 특허기술과 전략에 어떠한 차이가 발현되는지를 파악하는 것이 연구의 주요한 질의이다. 출원인을 분류하기 위해 먼저 특허별 출원인 명단을 동일출원인 기준으로 통합(harmonization)하였다. 특허 출원인명은 동일 출원인이라 하더라도 특허별로 오기 또는 명칭의 사소한 변경기재 등의 이유로 특허문서상에 상이하게 나타나는 경우가 많다. 본 연구에서는 PATSTAT에서 제공하는 표준화된 출원인 명칭과 OECD에서 제공한 정제된 명칭(HAN_NAME)을 추가로 확인하여 동일 출원인을 파악하여 통합하였고, 이후 육안으로 확인하며 정확성을 높였다.

이렇게 정제되고 통합된 출원인은 우선 기업과 비기업으로 분류하였다. 비기업의 대다수는 개인으로 출원인 기준 62%를 차지한다(〈표 3〉). 다른 비기업 구분은 대학과 연구소로 PATSTAT에서 제공하는 구분자(psn_sector)를 활용하였고, 출원인 이름의 특징적 용어(univ, college, lab 등)를 추가적으로 확인하였다. 이상과 같은 기준으로 분류되지 않은 출원인은 모두 미분류 항목으로 분류하였다. 표 3은 출원인 분류 기준으로 분류된 결과를 정리하여 나타낸 것이다.

기업에 속하는 출원인은 전체의 32%, 특허 수로는 84%에 달한다. 기업 출원인은 다시 주 생산품목과 업종에 따라 자동차 산업과 비자동차 산업으로 구분하였다. 기업의 주 업종 또는 주 생산품목이 명확치 않은 경우는 구글 기업정보, Bloomberg, CrunchBase 등 기업정보를 제공하는 사이트와 기업의 홈페이지를 조사하여 타당한 업종구분에 관한 정보를 취득하였다. 다만,

기업당 특허수가 5건 미만인 출원인(특허수로는 전체의 19%, 기업수로는 전체의 26%인 1,358개)은 모두 비자동차로 분류하였다. 이들을 무작위 표집해 조사하였을 때 모두 비자동차였으므로 확률적으로 비자동차로 분류한 것이다. 이 과정에서 자동차이지만 비자동차로 오분류(false negative)된 경우가 소수 있을 수 있다. 그러나 이들은 특허 수 기준으로 기술적 영향력이 작은 기업들이고 연구에 활용한 어떤 특정한 특성에 따라 오분류된 것이 아니다. 따라서 이러한 오분류의 존재 자체가 자동차 그룹과 비자동차 그룹 간의 차이를 강화하기보다는 약화하는 역할을 수행한다. 달리 말하면, 본 연구에서 두 그룹 간 차이가 있다는 발견을, 오분류로부터 자유로운 자료를 사용해 그대로 분석했을 경우 그 차이가 더 강하게 드러날 것이다.

〈표 3〉 출원인 분류 기준

대분류	중분류	출원인 수	특허 출원수
기업	자동차 관련	178 (3%)	4,749 (51%)
	비자동차	1,471 (29%)	3,140 (33%)
	소계	1,649 (32%)	7,889 (84%)
비기업	대학	74 (1%)	1,507 (16%)
	개인	3,190 (62%)	
	연구소	48 (1%)	
	미분류	178 (3%)	
합계		5,139	9,396

분석에 사용된 기업출원 특허 7,889건 중 자동차 관련 기업의 특허는 4,749건, 비자동차 기업의 특허는 3,140건이었다. 자동차와 비자동차 기업이 공동 출원한 특허(86건)는 자동차 특허로 분류하였다.

3. 변수

핵심 설명 변수는 특허의 출원인이 비자동차 산업에 속하는지를 판별하는 이산변수(nonAuto)이다. 위에서 서술한 대로 출원인이 자동차 산업에 속할 경우 0, 그렇지 않을 경우 1의 값을 부여하였다.

산업 간 기술의 분포와 범위를 확인하기 위해 먼저 출원인별, IPC별 특허 비중을 분석하였다. 특허 비중은 전체 특허 출원 수 대비 기준에 따른 특허 출원 수의 비를 나타내는 것으로써 본 분석에서는 산업별 주요 출원인의 특허 비중과 IPC 코드별 특허 비중을 비교하여 자동차 산업과 비자동차 산업 간 차이를 확인한다. 각 기준별 특허 비중은 다음의 산식에 따라 산출했다.

- C3: 기준 상위 Top 3 특허 출원 수 / 기준 전체 특허 출원 수
- C5: 기준 상위 Top 5 특허 출원 수 / 기준 전체 특허 출원 수

기술(또는 특허) 단위의 특성차이 분석을 수행하기 위해서는 핵심 독립변수인 자동차-비자동차 구분 외에 종속변수에 영향을 끼칠 만한 다른 영향인자를 통제해야 한다. 이를 위해 회귀분석을 수행하였다.

회귀분석의 종속변수는 연구질의 세부 항목에 따라 우선 기술의 응용범위를 포착할 수 있는 IPC 코드 수, 기술개발의 참여인력에 가까운 발명인 수, 기술의 시장성의 대리 지표인 패밀리 특허 수, 기술의 원천성에 대한 대리 지표로 비특허 인용지수를 각각 사용하였다. 특허지표와 본 연구에서 적용한 해석 간의 관계는 앞의 연구질의 부분에서 검토한 다양한 선행연구의 관행을 따랐다.

IPC 코드는 특허의 기술 분류를 위해 세계지식재산기구(WIPO: World Intellectual Property Organization)에서 제정한 분류 체계로 특허당 한 개 이상의 코드가 할당된다. 따라서 서로 다른 IPC 코드 수는 특허의 범용성 또는 융합 지수를 나타내는 변수로 활용²⁹⁾되며 본 연구에서는 IPC 전체 코드(서브그룹), IPC 앞 4자리 수(서브클래스), IPC 앞 1자리 수(섹션)을 종속변수로 사용하였다.

발명인 수는 해당 특허를 발명한 사람의 수인데 일반적으로 발명인이 많은 특허일수록 해당 분야의 연구에 많은 연구원이 투입된 것으로 볼 수 있

29) 한장협 외 2인, “특허정보를 활용한 ICT 기술융합 분석과 발전방향에 관한 연구: 경북 지역을 중심으로”, 『지식재산연구』, 제10권 제3호(2015), 203-238면.

다. 따라서 발명자 수가 많을수록 기업은 해당 기술에 관심이 높고 해당 연구 분야에 많은 자원을 투입한 것으로 해석 가능하다.³⁰⁾³¹⁾

패밀리 특허 수는 해당 특허와 관련된 모든 특허 및 출원 특허의 수인데 가치가 높은 특허인 경우에는 시장 확보를 위해 여러 국가에 특허를 출원하는 경향을 보인다. 또한 특허를 출원하고 등록, 유지하기 위해서는 많은 비용이 발생하기 때문에 패밀리 특허 수가 많을수록 해당 기술에 대한 투자가 많고 기술의 활용도가 높다고 분석할 수 있다.³²⁾

마지막으로 비특허 인용 수는 특허가 아닌 해당 분야 관련 논문을 인용한 수를 나타낸다. 해당 선행 기술이 아닌 논문을 인용한다는 것은 기초적이고 원천적인 기술일 가능성이 높다는 것을 나타내므로, 비특허 인용 수가 많을수록 기술의 신규성이 높다고 해석할 수도 있다.³³⁾

통제변수는 선행연구에서 특허 질적 가치에 영향을 주는 것으로 알려진 특허 지표들을 사용하였다.³⁴⁾ 비특허 인용 수와 후방 인용 수는 비대칭분포(skewed)를 보이고 큰 값을 갖는 소수의 관측치의 영향을 완화하기 위해 로그변환을 하였다.

PCT 변수는 PCT협약을 통한 국제출원의 경우 1, 그렇지 않을 경우 0으로 코딩하였다. PCT 국제출원이란 해외출원을 하는 방법 중의 하나로서 국적국 또는 거주국의 특허청(수리관청)에 하나의 PCT 출원서를 제출하고, 그로부터 정해진 기간 이내에 특허획득을 원하는 국가로의 국내단계에 진입할 수 있는 제도로 PCT 국제출원의 출원일이 지정국가에서 출원일로 인정받을

30) Reitzig, M., “Improving Patent Valuation Methods for Management—Validating New Indicators by Understanding Patenting Strategies”, LEFIC WP, 2002.

31) Sapsalis, E. et al., “Academic versus industry patenting: An in-depth analysis of what determines patent value”, *Research policy*, vol.35, pp.1631-1645.

32) Harhoff, D. et al., “Citations, family size, opposition and the value of patent rights.”, *Research Policy*, vol.32 Iss.8(2003), pp.1343-1363.

33) Squicciarini, M. et al., “Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2013, pp.1-69.

34) 양상운 · 정태현, “이동통신 분야 기업의 표준기술 특허 포트폴리오 분석”, 『지식재산 연구』, 제13권 제2호(2018), 171-206면.

수 있다.³⁵⁾

출원인 수는 특허의 출원인이 몇 명인지를 나타내는 변수로서, 기술 혁신 활동을 수행하는 주체가 얼마나 많은가를 나타낸다. 특허 출원건수와 함께 해당 기술의 시장현황을 파악할 수 있는 지표로 자주 사용된다.

기술분류 변수로 통신, 차량제어, 인식/판단, 휴먼 인터페이스 관련 분류 변수를 설정하였고 기준에 속하지 않는 특허는 기타 기술로 분류하였다. 그리고 하나의 특허가 여러 기술 분류 변수에 중복 할당이 가능하기 때문에 각 기술 분류 더미변수를 각각 통제변수로 활용하였으며 차량제어 기술 변수를 기준으로 삼았다.

출원년도는 연속변수로 생성하여 통제하였다.

표 4는 회귀분석에 사용한 변수와 요약통계를 정리한 것이다.

〈표 4〉 회귀분석 변수 정리

변수명	설명	평균	표준 편차	최소	최대
nb_IPC	특허당 서로 다른 국제 특허 분류 코드 수 (연속변수)	4.00	3.41	1	79
nb_IPC4	특허당 서로 다른 국제 특허 분류 코드 앞 4자리 수 (연속변수)	2.40	1.53	1	16
nb_IPC1	특허당 서로 다른 국제 특허 분류 코드 앞 1자리 수 (연속변수)	1.54	0.67	1	5
nonAuto	비자동차 산업 더미 변수: 비자동차산업=1, 자동차산업=0	0.40	0.49	0	1
nb_inventors	발명자 수 (연속변수)	2.69	1.83	1	23
docdb_family_size	패밀리 특허 수 (연속변수)	4.08	5.77	1	220
nb_NPL	비특허 인용 수 (연속변수)	2.50	9.99	0	197
l_nb_NPL	비특허 인용 수 (연속변수, Log scale)	0.50	0.89	0	5.29
l_nb_bc	후방인용 수 (연속변수, Log scale)	2.39	1.06	0	6.43
PCT	PCT 출원 여부 (0: 출원 안 함, 1: 출원함)	0.17	0.38	0	1
nb_applicants	출원인 수 (연속변수)	1.93	1.58	1	14

35) 해외특허출원, “PCT 국제출원제도 개요”, 특허청, <http://www.kipo.go.kr/kpo/user.tdf?a=user.pct.info.BoardApp&c=1001&catmenu=m08_01_01>, 검색일: 2018.12.25.

C1_Communication	자율주행 기술 분류 중 통신 특허 관련 분류 변수 (binary)	0.26	0.44	0	1
C1_DrivingAssist	자율주행 기술 분류 중 차량제어 관련 분류 변수 (binary)	0.30	0.46	0	1
C1_Sensing	자율주행 기술 분류 중 인식/판단 관련 분류 변수 (binary)	0.24	0.43	0	1
C1_Interaction	자율주행 기술 분류 중 휴먼인터페이스 관련 분류 변수 (binary)	0.16	0.36	0	1
C1_Etc	상기 4개 기술 분류에 속하지 않는 기술 분류 변수 (binary)	0.10	0.30	0	1
appln_filing_year	특허 출원년도 (연속형 변수)	2007.76	7.51	1969	2015

4. 추정모형

회귀분석 추정모형은 모든 종속변수가 가산(count)형 변수임을 고려해 음이항회귀모형(Negative Binomial Regression Model: NBRM)을 주 모형으로 하되 분석에 따라 포아송 회귀모형(Poisson Regression Model: PRM)과 영과잉 음이항 회귀분석(Zero-Inflated Negative Binomial Regression: ZINB) 모형을 적절히 선택하여 적용했다.

가산형 종속변수의 경우 주로 포아송(Poisson) 회귀모형을 사용하지만, 포아송 회귀모형은 포아송 분포의 특성상 평균과 분산이 동일하여야 한다는 제약이 따른다. 실제 자료에서는 흔히 평균보다 분산이 크게 나타나는 과대산포(overdispersion) 문제가 발생한다. 이때 과대산포를 무시하고 포아송 모형을 적용하면 회귀계수의 표준오차가 과소추정되므로 통계적 유의성이 과장될 우려가 있다. 그러므로 과대산포가 존재하는 자료는 이를 반영하여 조절할 수 있는 음이항 회귀모형을 선택하는 것이 적당하다. 과대산포 검정 방법은 포아송 회귀모형으로 추정한 이후 적합도(goodness-of-fit) 검정을 통해 포아송 분포의 적절성을 검토한다. 적합도 검정결과 귀무가설(종속변수가 포아송 분포를 따름)을 기각하는 경우 음이항 회귀모형을 선택한다.

종속변수 중 비특허인용 수는 0인 관측치가 상당량 존재한다. 만약 상당수의 종속변수가 0인 경우 일반적인 포아송 또는 음이항 회귀모형을 사용하

면 영과잉에 대한 과소추정이 발생하는 문제가 있다. 이런 경우 영과잉 음이향 회귀분석(Zero-Inflated Negative Binomial Regression: ZINB)을 사용해야 한다. 음이향과 영과잉 음이향 회귀모형에 대한 최적모형 선택은 Vuong 검정을 통해 결정하는데 결과값이 1.96보다 큰 경우 영과잉 음이향 회귀모형이 적합하다.

회귀모형을 통한 추정 시 과거와 현재 산업 간 변화를 확인할 수 있도록 데이터를 2010년을 기준으로 나누어 분할회귀분석을 실시하였다. 2010년을 기준으로 삼은 이유는 자율주행 기술 특허의 출원건수가 급격히 증가하는 시점임과 동시에 분석 데이터의 수량도 가장 비슷하게 나누어지는 시점이기 때문이다.

IV. 분석 결과

1. 출원동향

그림 1은 자율주행차 특허 출원 동향을 자동차 산업과 비자동차 산업으로 구분하여 연도별 특허 출원 추이를 그래프로 나타낸 것이다. 자율주행 자동차 관련 특허의 연도별 출원 동향은 지속적으로 증가하는 추세이며 1992년 이후 연평균 성장률(CAGR)은 14%였다. 2010년 이후 특허 출원이 급격하게 증가하였으며 연평균 17% 성장하였다. 자동차 산업만을 보았을 때의 연평균 성장률은 2010년 이전 14%, 2010년 이후 15%로써 평균 성장률과 같거나 조금 낮았다. 반면 비자동차 산업의 특허 출원 성장률은 2010년 이전 10%, 2010년 이후 21%로 2010년을 기준으로 두 배 이상 급격하게 성장하였고 2010년 이후에는 평균 성장률보다 4%포인트 높았다. 그러나 특허 건수를 보면 1992년 이후로 자동차 산업의 특허 출원이 비자동차 산업보다 항상 앞선다.

〈그림 1〉 자동차/비자동차 산업 연도별 특허 출원 수(1992~2015년)

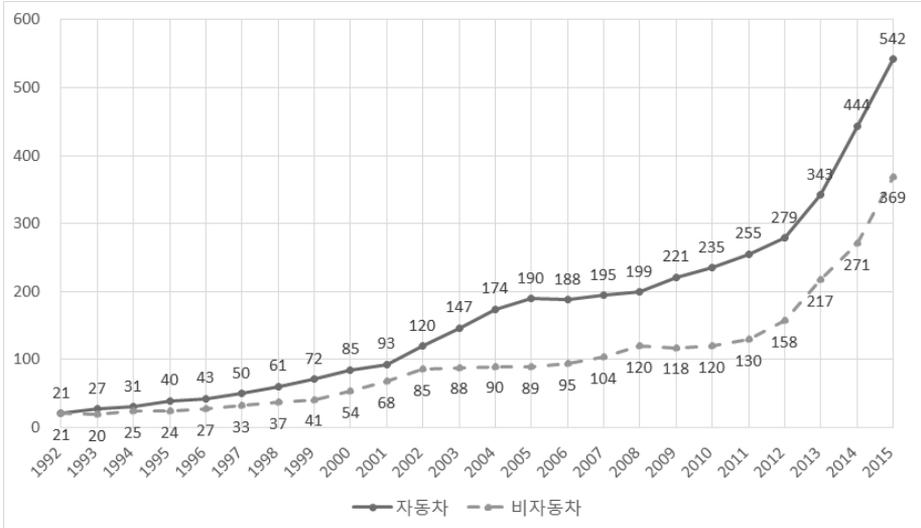
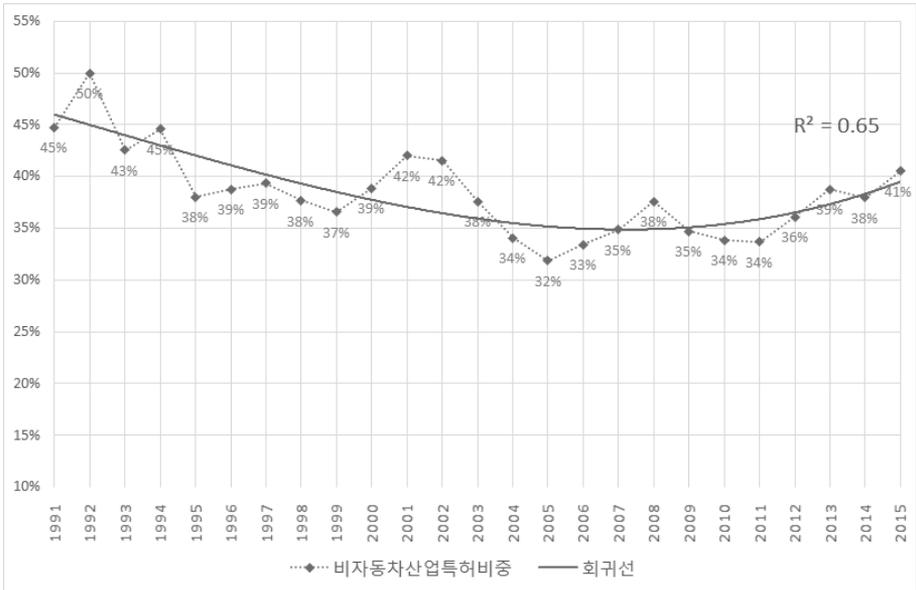


그림 2는 비자동차 산업의 특허 출원 비중을 나타낸 그래프이다. 비자동차 산업의 특허 출원 비중은 연도별 특허 출원 수 대비 비자동차 산업의 특허 출원 수를 백분율로 나타낸 것이다. 비자동차 산업 특허 비중은 1991년 45% 이상에서 꾸준히 감소하여 2005년에 32%까지 감소하다가 2011년 이후 점차 비중이 높아졌다. 연도별 요동을 감안한 회귀선도 2007년까지 감소하다가 이후 증가하는 형태를 보인다. 비자동차 산업의 특허 출원 수는 아직 자동차 산업에 비해 부족하지만 2010년 이후로 특허 출원 비중이 매년 1%포인트씩 꾸준히 상승하고 있는 것으로 보아 이 추세대로 간다면 10년 이내에 자동차 산업을 추월할 가능성이 높다.

〈그림 2〉 비자동차 산업 특허 출원 비중



*연도에 대한 회귀선은 Excel 내장함수로 추정하였는데, 다음과 같은 3차 다항식 형태로 산출되었다 (R2=0.652). 추정식은 다음과 같다. $y = 1 \cdot 10^{-5} x^3 - 0.086x^2 + 170.89x - 113458$

표 5는 기술 분류 별 특허 출원 동향을 정리한 것이다. 기술은 본 연구에서 개발한 자율주행차 기술분류(〈표2〉)에 따라 인식/판단, 차량제어, 통신, 휴먼 인터페이스로 분류하였고 시기별(1993-95, 2003-05, 2013-15)로 특허 출원 수의 3년간 총계를 집계하였다.

분석 결과, 자동차 산업은 과거부터 현재까지 모든 기술 분야에서 비자동차 산업 대비 더 많은 특허를 출원하였고(1990년대 통신 기술 분야 결과는 제외), 특히 차량제어 기술분야의 출원이 가장 많고 휴먼 인터페이스 기술 분야의 특허 출원 비중이 높아졌다(17%→20%). 반면 비자동차 산업은 통신과 인식/판단 기술 분야에서 타 기술 분야 대비 상대적으로 출원 비중이 높아졌다(통신:15%→34%, 인식/판단:21%→31%). 최근 3년간 기술 분류별 특허 출원 동향은 자동차 산업의 경우 역시 차량제어(417건) 분야의 특허 출원이 가장 많았으며 통신(331건), 인식/판단(308건), 휴먼 인터페이스(269건) 순으로 특

허 출원이 많았다. 반면 비자동차 산업의 경우 통신(253건) 분야의 특허 출원이 가장 많았으며 인식/판단(229건), 휴먼 인터페이스(158건), 차량제어(96건) 순으로 특허가 많이 출원되었다. 최근 3년간 기술 분야별 특허출원 수 소계는 500건 전후로 분야별로 비교적 고르게 분포한 가운데, 비자동차 산업의 차량제어기술 분야 특허 비중이 19%로 다른 기술 분야에 비해 특히 낮았다.

〈표 5〉 기술 분류별 특허 출원동향

기술분류	20년전(1993~1995)			10년전(2003~2005)			최근(2013~2015)		
	자동차	비자동차	소계	자동차	비자동차	소계	자동차	비자동차	소계
인식/판단	22 (63%)	13 (37%)	35	120 (61%)	78 (39%)	198	308 (57%)	229 (43%)	537
차량제어	52 (78%)	15 (22%)	67	243 (81%)	56 (19%)	299	417 (81%)	96 (19%)	513
통신	1 (10%)	9 (90%)	10	123 (60%)	83 (40%)	206	331 (57%)	253 (43%)	584
휴먼인터페이스	15 (38%)	24 (62%)	39	41 (50%)	41 (50%)	82	269 (63%)	158 (37%)	427
합계	90	61	151	527	258	785	1325	736	2061

2. 기술의 분포와 범위

표 5와 표 6은 자동차와 비자동차 산업별로 출원 건수가 많은 상위 다섯 개 기업에 대해 집중도(C3, C5)를 기간에 따라 구분하여 나타낸 것이다. 분석 결과 전 시기에 걸쳐 자동차 그룹이 비자동차 그룹에 비해 상위 업체의 집중도가 더 높았다. GM, Ford, 현대기아차, 토요타, 마그나 등 자동차 상위 5개 기업의 최근 3년간의 집중도는 48%인 데 비해 구글, 삼성전자, IBM, LG전자, Zoox 등 비자동차 5개 기업의 집중도는 25%에 불과했다.

비자동차 산업의 주요 출원인은 과거 항공, 전자, 화학 업체였는데 반해 최근에는 ICT 기업들에 보다 집중되어 있다. 최근 3년간 비자동차 산업 특허 출원 Top 5 중 4개 업체(구글, 삼성, IBM, LG)가 ICT 업체이며, 자율주행차 개발 스타트업 회사인 Zoox가 주요 출원인으로 분석되었다. Zoox는 2014년 7월에 설립된 스타트업이며 자율주행택시를 개발하여 Uber와 같이 차량 공

유 서비스를 추진하고 있는 회사로 2016년 3월 캘리포니아주로부터 자율주행차의 도로주행 허가를 받기도 하였다.

〈표 5〉 자동차 산업 특허 주요 출원인

순위	20년전(1993~1995)		10년전(2003~2005)		최근(2013~2015)	
	출원인	특허수	출원인	특허수	출원인	특허수
1	MAZDA MOTOR CORP	12	GM	103	GM	194
2	CATERPILLAR INC	12	NISSAN MOTOR CO LTD	60	FORD GLOBAL TECH LLC	182
3	MERCEDES BENZ AG	12	ROBERT BOSCH GMBH	46	HYUNDAI KIA MOTOR CO	178
4	DENSO CORP	9	DENSO CORP	32	TOYOTA MOTOR CORP	120
5	LUCAS INDUSTRIES	6	DAIMLER AG	30	MAGNA ELECTRONICS INC	104
비중	C3	30%	C3	37%	C3	34%
	C5	43%	C5	48%	C5	48%

〈표 6〉 비자동차 산업 특허 주요 출원인

순위	20년전(1993~1995)		10년전(2003~2005)		최근(2013~2015)	
	출원인	특허수	출원인	특허수	출원인	특허수
1	RAYTHEON COMPANY	12	MOTOROLA INC	14	GOOGLE INC	118
2	MATSUSHITA ELECTRIC	4	TOSHIBA CORP	6	SAMSUNG ELECTRONICS	75
3	EATON CORPORATION	4	THE BOEING COMPANY	5	IBM	38
4	AG-CHEM EQUIPMENT	2	SONY CORPORATION	4	LG ELECTRONICS INC	22
5	MARTIN MARIETTA ENERGY	2	IBM	4	ZOOX INC	20
비중	C3	27%	C3	9%	C3	21%
	C5	33%	C5	12%	C5	25%

표 7과 8은 산업별 주요 IPC 코드와 특허 출원 비중을 분석한 결과를 나타낸 것이다.

자동차와 비자동차 기업 특허 모두 과거 G01S(라디오 파장을 이용한 거리측정)와 B60K(차량의 추진기관 또는 변속기) 등이 상위권을 차지하다가 점차 사라졌으며 10년 전부터 B60R(달리 분류되지 않는 차량, 차량 부속구 또는 차량부품), G06F(전기에 의한 디지털 데이터 처리), G08G(교통제어시스템) 등이 공통적으로 나타났다. 이는 자동차가 전자화되면서 관련 특허의 출원이 높아진 것으로 추정된다. 최근 출원된 특허에서 자동차 기업은 B60W(다른 종류 또는 다른 기능의 차량용 부품의 관련 제어), G06K(데이터 인식)가 새로 등장하였고, 비자동차 기업 특허에서는 G05D(비전기적 변량의 제어 또는 조정계), H04W(무선통신네트워크) 등이 새로운 IPC로 나타났다.

기술의 집중도는 모든 시기에서 비자동차 산업에 비해 자동차 산업 특허의 집중도가 더 높았다. 즉, 비자동차 산업 기업들의 기술적 다양성이 더 높은 것이다. 그러나 자동차 산업의 기술 집중도가 시간에 따라 점차 감소하고 있음(C3: 32% > 28% > 25%, C5: 45% > 40% > 36%)을 볼 때 자동차 산업 기업들도 점차 다양한 자율주행차 기술 개발에 매진하고 있다고 판단된다.

분석 결과를 종합적으로 살펴보면 자동차 산업과 비자동차 산업의 기술 유사성은 낮다. 자동차 산업의 경우 출원인 비중과 IPC 코드 비중에서 모두 비자동차 산업에 비해 집중도가 높았다. 이는 주요 자동차 완성차업체와 부품업체를 중심으로 현재 상용화되고 있는 SAE Level 2에 해당하는 ADAS 기술을 구현하기 위한 차량제어 기술에 집중하면서 다른 기술 분야와 융합을 시도하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 반면 비자동차 산업은 시간이 지남에 따라 주요 출원인의 변화가 크고 특히 최근 들어 다양한 업체가 새롭게 자율주행 관련 기술 개발에 참여하며 상위업체 집중도가 자동차 산업에 비해 낮았다.

IPC 코드 비중을 통해 기술에 대한 집중도를 살펴보면 비자동차 산업은 자동차 산업과 달리 통신과 네트워크 분야를 중심으로 다양한 분야에 기술 개발을 시도하고 있으며 이는 기존 자동차 업체들이 선점하고 있는 차량제어나 주행보조시스템보다 비자동차 산업의 주요 출원인들이 강점을 가지고 있는 통신기술 영역으로 진출을 꾀하는 것으로 보인다.

〈표 7〉 자동차 산업 특허 주요 IPC

순위	20년전(1993~1995)		10년전(2003~2005)		최근(2013~2015)	
	IPC	특허수	IPC	특허수	IPC	특허수
1	B60K	49	B60R	209	B60W	383
2	G01S	36	G08G	157	B60R	300
3	B60T	35	G06F	127	G06F	252
4	B60W	26	B60T	111	G08G	224
5	G08G	22	B60K	103	G06K	208
비중	C3	32%	C3	28%	C3	25%
	C5	45%	C5	40%	C5	36%

〈표 8〉 비자동차 산업 특허 주요 IPC

순위	20년전(1993~1995)		10년전(2003~2005)		최근(2013~2015)	
	IPC	특허수	IPC	특허수	IPC	특허수
1	G02B	21	G06F	56	G05D	196
2	G01S	15	G08G	55	G06F	180
3	B60K	13	B60R	34	H04W	176
4	B60Q	9	G01C	29	B60R	135
5	G08G	8	B60Q	26	G08G	129
비중	C3	27%	C3	22%	C3	23%
	C5	36%	C5	30%	C5	34%

3. 회귀분석 결과

표 9는 회귀분석 결과를 정리한 것이다. 전체 분석모델은 모델 통계량(LR chi2)으로 봤을 때 모두 유의한 수준($p < 0.001$)이었다. 종속변수 특성에 따라 포아송, 음이항, 영과잉 음이항 회귀분석을 각각 적용하였는데, 회귀분석 모델 적합도 검정 결과 (1) IPC 서브그룹 수(IPC_Full), (4) 패밀리 특허 수, (5) 비특허 인용 수는 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각하여 음이항 회귀분석 모형을 사용하였고, (2) IPC 서브클래스 수(IPC4), (3) IPC 섹션 수(IPC1)는 검정 결과 귀무가설을 기각하지 못하여 포아송 회귀모형을 통해 추정하였다. (6) 비특허 인용 수는 비특허를 인용하지 않는 경우가 66%로 영과잉에 대한 과소 추정이 발생할 우려가 있어 영과잉 음이항 회귀분석을 사용하였다. Vuong 검정 결과 8.28로 영과잉 음이항 회귀분석 모델이 적합한 것으로 나타났다.

또한 회귀 분석결과 IPC, 패밀리 특허 수, 비특허 인용 수는 시기 구분에

따라 유의확률과 계수부호에 변화가 없었다. 반면 발명자 수는 2010년을 전후로 회귀분석 결과에 차이가 있어 발명자 수를 제외한 다른 종속변수의 결과는 통합표본에 대한 분석만 제시하였다.

IPC 수에 대한 회귀분석결과 설명변수인 비자동차(nonAuto) 변수는 모든 IPC 수 기준에서 음의 방향으로 유의($p < 0.01$)하였으며 이는 자동차 산업 대비 비자동차 산업 특허의 범용성 또는 융합정도가 낮음을 의미한다. 또한 전체 IPC 수 대비 IPC 앞 4자리 수, IPC 앞 1자리 수로 갈수록 비자동차 변수의 계수 값이 작아지는 것으로 보아 하나의 기술 영역에서 세분화된 기술 간 융합은 자동차 산업이 비자동차 산업보다 높은 반면, 관련성이 낮은 기술 간 융합은 자동차 산업과 비자동차 산업의 차이가 상대적으로 적었다.

통제변수를 보았을 때, 발명자 수, 비특허 인용 수, 후방인용 수, 패밀리특허 수는 통상적 유의수준($p < 0.01$)에서 양의 방향으로 유의하여 기존의 문헌과 상통하는 결과가 나왔다. 즉, 특허의 질적 가치와 응용범위 간 정(+)의 관계가 존재한다는 것을 의미한다. 반면 출원인 수의 계수는 통상적 유의수준($p < 0.01$)에서 음의 방향으로 유의하였다. 기업 간 공동연구가 자율주행차 기술개발에 있어서는 세부기술에 특화하여 목표지향적 방식으로 진행되었음을 추정할 수 있는 근거이다. 기술분류 변수에서는 IPC 서브그룹 간 융합도가 모든 기술분류에서 1% 유의수준에서 음의 방향으로 유의하였다. 이는 차량제어 기술 대비 타 기술분야의 IPC 서브그룹 간 융합이 낮은 것을 의미한다. IPC 섹션 간 융합도에서는 인식/판단 기술은 1% 유의수준에서 양의 방향으로 유의하였으며, 통신 기술은 1% 유의수준에서 음의 방향으로 유의하였다. 이는 인식/판단 기술은 차량제어 기술 대비 타 분야와 기술 융합도가 높은 반면 통신 기술은 차량제어 기술 대비 타 분야의 기술 융합도가 낮음을 의미한다.

〈표 9〉의 모델(4)와 (5)는 발명자 수를 종속변수로 2010년 전과 후로 표본을 분할하여 수행한 회귀분석의 결과이다. 분석결과 비자동차 변수의 회귀계수는 2010년 이전에는 $-0.07(p < 0.01)$ 이고 2010년 이후에는 $+0.07(p < 0.01)$ 이다. 즉, 2010년 이전에는 자동차 산업 특허 당 발명인 수가 컸지만 2010년 이후에는 역전된 것이다.

통제변수 중 기술분류 더미 변수의 회귀계수는 2010년 이전에는 모두 통계적으로 유의하지 않았지만, 2010년 이후에는 통신 기술과 휴먼 인터페이스 기술이 양의 방향으로 유의($p < 0.01$)하였다. 즉, 다른 인자를 고정했을 때, 차량제어 기술 대비 통신 기술과 휴먼 인터페이스 기술의 발명자 수가 평균적으로 많은 것을 의미한다. 이는 최근 들어 자율주행 기술 중 통신 기술과 휴먼 인터페이스 기술에 대한 개발규모와 투자가 차량제어 기술 대비 높아지고 있는 것의 결과라 추론해 볼 수 있다.

회귀분석 모델 (6)에서 제시한 패밀리 특허 수에 대한 회귀분석 결과 비자동차 변수는 양의 방향으로 통계적으로 유의($p < 0.01$)하였다. 이는 자동차 산업 대비 비자동차 산업의 특허가 더 많은 수리관청에 출원되었거나 더 많은 유사특허를 갖고 있다는 말이다. 즉, 비자동차 산업의 자율주행차 기술의 시장 활용도가 평균적으로 더 높다고 볼 수 있다.

통제변수로는 발명자 수, 후방인용 수, 비특허 인용 수, IPC 수 및 PCT 출원여부에 대한 회귀계수가 모두 양의 방향으로 유의하여 기존 연구와 부합하였다. 기술분류 변수에서는 인식/판단 기술($p < 0.01$)과 휴먼 인터페이스 기술($p < 0.10$)이 음의 방향으로 유의하였다. 이는 차량제어 기술 대비 인식/판단 및 휴먼 인터페이스 기술의 시장 활용도가 낮음을 의미한다.

마지막으로 비특허 인용 수를 종속변수로 하여 회귀분석을 실시한 결과를 모델(7)에 제시하였다. 분석결과 비자동차 변수는 양의 방향으로 유의($p < 0.01$)하였다. 즉, 자동차 산업 대비 비자동차 산업의 특허가 비특허 인용이 많음을 의미한다. 비자동차 산업의 비특허 인용 수가 많다는 것은 ICT 등 비자동차 기업이 기술개발 시 공개된 특허기술만이 아니라 학술논문, 상품목록, 비공개 초록 등을 자동차 기업보다 더 많이 활용한다는 것이다. 즉, 비자동차 기업의 자율주행차 특허가 기존의 관행을 벗어난 원천성 또는 신규성이 높을 개연성이 크다는 것의 근거이다.

통제 변수 중 후방인용 특허 수의 회귀계수는 $-1.75(p < 0.01)$ 로 비특허 인용 수와 부(-)의 상관관계를 보인다. 즉, 공개기술의 활용과 비특허지식의 활용이 보완관계라기보다는 대체관계가 성립하는 것이다. 이는 비특허인용의

〈표 9〉 회귀분석 결과

	(1) NB IPC_Full	(2) PRM IPC4	(3) PRM IPC1	(4) NB nb_Inventor (〈2010年)	(5) NB nb_Inventor (=2010年)	(6) NB docdb_fa mily_size	(7) ZINB nb_NPL
nonAuto	-0.19*** (0.02)	-0.16*** (0.02)	-0.10*** (0.01)	-0.07*** (0.02)	0.07*** (0.02)	0.18*** (0.03)	0.54*** (0.08)
nb_inventors	0.04*** (0.00)	0.02*** (0.00)	0.01* (0.00)			0.02** (0.01)	0.05*** (0.02)
l_nb_NPL	0.07*** (0.01)	0.07*** (0.01)	0.03*** (0.01)	0.02 (0.02)	0.04*** (0.01)	0.08*** (0.02)	
l_nb_bc	0.09*** (0.01)	0.07*** (0.01)	0.02*** (0.00)	0.04*** (0.01)	0.00 (0.01)	0.05*** (0.02)	-1.75*** (0.07)
nb_applicants	-0.06*** (0.01)	-0.04*** (0.01)	-0.02*** (0.00)	0.13*** (0.01)	0.17*** (0.01)	0.02 (0.01)	0.09*** (0.02)
docdb_family_size	0.02*** (0.00)	0.01*** (0.00)	0.00*** (0.00)				
nb_IPC				0.03*** (0.00)	-0.00 (0.00)	0.05*** (0.01)	0.11*** (0.01)
PCT						0.46*** (0.02)	-0.27*** (0.09)
C1_Communication	-0.10*** (0.02)	0.03 (0.02)	-0.04*** (0.01)	0.01 (0.03)	0.08*** (0.02)	-0.01 (0.04)	0.68*** (0.11)
C1_Sensing	-0.07*** (0.02)	0.09*** (0.02)	0.09*** (0.01)	-0.03 (0.03)	-0.03 (0.03)	-0.07*** (0.03)	0.78*** (0.10)
C1_Interaction	-0.11*** (0.03)	0.01 (0.02)	0.03* (0.02)	0.04 (0.04)	0.09*** (0.03)	-0.06* (0.04)	0.60*** (0.11)
C1_Etc	-0.10*** (0.03)	0.01 (0.03)	-0.03* (0.02)	0.07 (0.06)	0.08** (0.03)	-0.07 (0.05)	0.87*** (0.16)
appln_filing_year	-0.01*** (0.00)	-0.01*** (0.00)	-0.00* (0.00)	-0.01*** (0.00)	0.11*** (0.01)	0.00 (0.00)	0.06*** (0.01)
Constant	18.85*** (2,33)	11.66*** (1,78)	2.82** (1,28)	23.57*** (3,56)	-218.67*** (13,25)	-2.72 (3,24)	3.75*** (0,18)
Inalpha	-1.54*** (0,05)			-3.39*** (0,40)	-16.50*** (0,10)	-1.22*** (0,08)	1.07*** (0,04)
Wald chi2	763.15	575.60	360.46	1089.62	1768.20	866.00	451.99
LR chi2	1142.13	566.68	99.54	574.53	679.69	1505.89	642.82
Pseudo R2	0.03	0.02	0.01	0.04	0.04	0.04	
Observations	7,889	7,889	7,889	3,731	4,158	7,889	7,889

Robust standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

원천성 또는 신규성 관점 해석의 정당성을 강화하는 지점이다. 기술분류 변수에서는 모든 기술 분야에서 양의 방향으로 유의($p < 0.01$)하였다. 즉, 차량 제어 기술 대비 타 기술 분야의 비특허 인용도가 높음을 나타내며, 자율주행 2단계에서 주로 활용되는 차량제어 기술에 비해 높은 단계의 자율주행 레벨에서 중요도가 높아지는 통신, 판단/인식, 휴먼 인터페이스 기술 등의 특허에서 새로운 과학적 지식이 많이 요구되며 이를 접목하여 새로운 기술을 개발하기 위한 노력이 많아지고 있음을 의미한다.

V. 결 론

본 연구는 자율주행차 관련 기술의 산업적, 기술적, 동태적 특성의 차이와 변화를 미국특허상표청에 출원된 특허를 활용하여 분석하였다. 자율주행차 관련 기술 특허는 2010년 이후 급격하게 증가(연평균 성장률 17%)하였는데, 같은 기간 자동차 산업(연평균 성장률 14%)에 비해 비자동차 산업(연평균 성장률 21%)이 더욱 빠른 속도로 성장하였다. 이 추세가 유지된다면 비자동차 산업의 자율주행차 기술 특허의 수는 10년 이내에 자동차 산업을 추월하게 되어 기술의 주도권도 비자동차 산업으로 넘어갈 가능성이 높아 보인다. 물론 이는 세부기술의 특성이나 품질을 고려하지 않은 단순한 양적 분석이다.

자율주행차의 하위 기술별 출원동향을 보았을 때 자동차 산업과 비자동차 산업의 분업적 구조가 발견되었다. 자동차 산업의 경우 차량제어 분야의 특허 출원이 가장 많았으며 통신, 인식/판단, 휴먼 인터페이스 순으로 특허 출원이 많은 반면 비자동차 산업의 경우 통신 분야를 필두로 인식/판단, 휴먼 인터페이스, 차량제어의 순서였다. 즉, 자동차 산업은 차량제어 기술에, 비자동차 산업은 통신 기술에 비교우위를 갖고 있고 센서기술과 ICT기술을 접목한 인식/판단, 휴먼 인터페이스 기술을 두고 경합하고 있는 양상이다. 이는 특허 기술분류인 IPC별 집중도의 분석결과와도 부합한다.

경쟁구조 측면을 보았을 때 자동차산업은 GM, Ford, 현대기아차, 도요타,

마그나 등 상위 5개 기업의 특허점유율이 절반에 가까운 48%에 달한 반면 비자동차 기업의 상위 5개 기업(구글, 삼성전자, IBM, LG전자, Zoox)의 점유율은 그 절반 수준인 25%에 그쳤다. 즉, 자동차 산업이 집중하는 기술분야에서는 기존 시장의 강자들 간에 승자독식의 양상이 전개되는 반면, 비자동차 산업이 집중하는 기술분야에서는 다양한 기술적 시도를 통한 주도권 다툼이 치열하게 전개되고 있는 것이다. 기술혁신이론의 일반적 예측에 비추어 보자면,³⁶⁾³⁷⁾ 향후 자율주행차 기술에서의 혁신의 기회와 파괴적 혁신³⁸⁾의 발생가능성은 비자동차 산업이 집중하는 통신, 인식/판단 기술에서 더 높다고 추론해 볼 수 있다. 따라서 자율주행차 관련 스타트업이나 중소기업에게도 차량제어보다는 이러한 기술 분야가 더욱 매력적인 진입지점이 될 수 있다. 다행인 것은 양 분야 모두에서 한국의 대표적 기업인 현대기아차, 삼성전자, LG전자가 수위권에 위치해 있다는 것이다.

기술의 응용범위와 융합정도를 나타내는 IPC 수는 모든 기준에서 자동차 산업이 비자동차 산업보다 높았다. 그러나 유사성이 낮은 기술 간 융합(대융합)은 자동차 산업과 비자동차 산업의 차이가 작게 나타났다. 기술 분류에 따른 융합 정도 역시 세부기술 간 융합(소융합)에서는 차량제어 기술이 다른 모든 기술에 비해 높았지만, 대융합에서는 인지/판단 기술이 오히려 더 높았다. 즉, 차량제어 기술은 특화된 세부 분야에서의 응용성과 융합성이 높은 반면, 인지/판단 기술은 다양한 기술 분야에서의 응용성과 융합성이 높은 것이다. 이러한 특성은 박은영 등(2018)의 네트워크 분석 결과³⁹⁾와도 부합한다. 차량제어 기술은 자동차 산업의 비중이 80% 이상이다. 자율주행차 기술의 특성도 자동차 산업이 주도권을 쥐고 있는 차량제어 기술은 현장의 암묵

36) Utterback, James M. & Suarez, Fernando F., "Innovation, competition, and industry structure", *Research Policy*, Vol.22 Iss.1(1993), pp.1-21.

37) Knott, Anne Marie & Posen, Hart E., "Firm R&D Behavior and Evolving Technology in Established Industries", *Organization Science*, Vol.20 No.2(2009), pp.352-367.

38) Christensen, C.M., *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School Press, 1997, pp.3-26.

39) 박은영 외 2인, "소셜네트워크분석을 이용한 자동차 기업 융합특허의 동태적 변화 분석", 『기술혁신연구』, 제26권 제3호(2018), 1-36면.

지를 활용하는 합성적(synthetic) 성격⁴⁰⁾을 가져 자동차 주변기술의 특화적 융합을 위주로 하고 있는 것으로 보인다. 이와 같은 현상은 다시 한 번 앞의 분석결과와도 부합한다. 즉, 자율주행차 기술에서의 급진적, 파괴적 혁신은 대응합이 더욱 활발한 인지/판단 영역에서 발생할 개연성이 클 것이다.

나머지 세 기준 즉, 발명인 수, 패밀리 특허 수, 비특허 인용 수에 따른 분석결과는 다음과 같다. 발명인 수는 2010년 이전에는 자동차 산업이 컸지만 2010년 이후에는 비자동차 산업의 특허가 더 커졌다. 패밀리 특허수는 비자동차 산업이 더 컸다. 즉, 비자동차 산업의 자율주행차 기술의 시장 활용도가 평균적으로 더 높다고 볼 수 있다. 비특허 인용 수도 비자동차 산업의 특허가 자동차 산업보다 더 컸다. 즉, 비자동차 기업이 기술개발 시 공개된 특허기술만이 아니라 학술논문, 상품목록, 비공개 초록 등을 자동차 기업보다 더 많이 활용한다는 것으로 해석되어, 비자동차 기업의 자율주행차 특허가 기존의 관행을 벗어난 원천성 또는 신규성이 높을 개연성이 크다고 추론할 수 있다. 이와 같은 분석결과 공통적으로 지목하는 산업관점, 기술경쟁 관점의 시사점은 비자동차 산업의 자율주행차 기술개발이 원천성, 시장성, 복잡성과 투자노력 모두에 있어 자동차 산업을 앞지르고 있다는 것이다. 향후 비자동차 산업 소속 기업이 자율주행차 기술의 주도권을 확보할 개연성이 높다고 말할 수 있는 근거이다.

본 연구는 자율주행차 기술을 특허자료를 통해 체계적이고 과학적인 방식으로 수집해 분석하였다는 학술적 의의가 있다. 또한, 자율주행차 기술이라는 새로운 융합기술 내에서 기술의 특성을 다각적으로 분석해 산업적 기반의 차이에 따라 기술적 특성이 어떻게 상이하게 발현하는지에 대한 계량적 근거를 제시하였다는 의의도 있다. 이를 통해 기술경쟁과 혁신의 양상에 대한 분석을 시도하였고 산업구조와 연계해 전략적 시사점도 도출하였다. 그러나 본 연구는 본격적으로 산업적 특성의 어떤 메커니즘이 왜, 어떻게 상이한 기술적 특성으로 연계되는지에 대한 이론적 설명을 시도하지는 않았다. 이는 본

40) Asheim, Bjørn T. & Coenen, Lars, "Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters", *Research Policy*, Vol.34 Iss.8(2005), pp.1173-1190.

연구의 탐색적 성격에 기인한 것으로 후속연구를 통해 보완되기를 바란다.

본 연구는 기업경영과 실무적 관점에서의 의의도 있다. 자율주행 기술은 자동차-IT 기술 융합을 통해 점차 진화하고 있다. 인공지능 기술의 발전으로 인지/판단 기술의 성능이 급격하게 증가하고 있고, 통신기술의 발달로 막대한 정보가 공유되어 빅데이터를 구성하고 있으며, 프로세서의 성능 증가로 많은 양의 데이터가 빠른 속도로 처리되고 있다. 통신 기술과 휴먼 인터페이스 기술은 인포테인먼트 시스템의 핵심기술 요소이다. 운전과 관련된 기능을 모두 제어해야 하는 자율주행 기술의 특성상 모든 기능을 중앙 집중적으로 처리할 수 있는 시스템이 요구된다. 이는 첨단 IT 기술과 정보, 소통수단이 집약되어 있는 인포테인먼트 시스템이 자동차의 중앙 처리 시스템으로 발전할 가능성이 매우 높음을 의미한다. 따라서 비자동차 산업은 그들이 가장 잘 할 수 있는 인포테인먼트 시스템을 적극적으로 공략할 필요가 있고, 자동차 산업은 주도권을 잃지 않으려면 자동차 환경에 적합한 인포테인먼트 시스템을 개발할 필요가 있다. 여기에 전기차가 보급되어 내연기관이 사라진다면 자동차에서 IT 기술의 비중은 더욱 높아질 것이다. 따라서 미래의 자율주행차 시장에서 비자동차 산업이 첨단 IT 기술을 바탕으로 신시장형 파괴적 혁신을 가져올 가능성이 있다.

자율주행의 발전에 따른 미래 자동차 산업의 패러다임 변화로 인해 자동차 산업의 기업들은 변화를 요구받고 있다. 특히 미래의 자동차 산업은 제조업 중심에서 탈피하여 공유 경제를 통한 서비스 중심의 산업으로 변모할 것이라는 예측이 지배적인 가운데 기존 자동차 업체들은 새로운 경쟁에서 살아남기 위해 변화에 나설 수밖에 없다. 안정적인 생산 및 하드웨어 배포를 기반으로 한 시장 진입 모델은 디지털 서비스를 중요하게 여기는 고객의 요구를 더 이상 충족하기 어렵기 때문이다. 이러한 변화 속에서 기존 완성차 업체 및 주요 전장부품업체는 새롭게 시장에 나타난 신규진입기업과의 경쟁을 대비해야 한다. 그들은 첨단 IT 기술을 기반으로 새로운 혁신을 준비하고 있다. 따라서 자동차 산업은 IT 기술을 적극적으로 흡수하여 핵심역량을 키워 IT 기업들의 영향력을 견제할 수 있어야 한다.

참고문헌

〈단행본(서양)〉

Christensen, C.M., *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, Harvard Business School Press, 1997.

〈학술지(국내 및 동양)〉

김용훈 · 김현구, “자율주행자동차 개발 동향”, 『한국통신학회지(정보와 통신)』, Vol. 34 No.5(2017).

남대경 · 최경현, “토픽모델 및 특허분석을 통한 차량용 반도체 기술 추세 분석”, 『기술혁신학회지』, 제21권 제3호(2018).

박은영 · 고명주 · 조근태, “소셜네트워크분석을 이용한 자동차 기업 융합특허의 동태적 변화 분석”, 『기술혁신연구』, 제26권 제3호(2018).

양상운 · 정태현, “이동통신 분야 기업의 표준기술 특허 포트폴리오 분석”, 『지식재산연구』, 제13권 제2호(2018).

이재관, “자율주행차 산업기술 방향과 과제”, 『한국통신학회지(정보와 통신)』, Vol.35 No.5(2018).

최정섭, “통계적 분석방법을 이용한 주제어 기반 특허동향분석”, 『지식재산연구』, 제8권 제1호(2013).

한장협 외 2인, “특허정보를 활용한 ICT 기술융합 분석과 발전방향에 관한 연구: 경북 지역을 중심으로”, 『지식재산연구』, 제10권 제3호(2015).

〈학술지(서양)〉

Asheim, Bjørn T. & Coenen, Lars, “Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters”, *Research Policy*, Vol.34 Iss.8(2005).

Clements, L. M. & Kockelman, K. M., “Economic effects of automated vehicles”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol.2606(2017).

Cohen, Wesley M. & Klepper, Steven, “Firm Size and the Nature of Innovation within Industries: The Case of Process and Product R&D”, *Review of Economics & Statistics*, Vol.78 No.2(1996).

Harhoff, D. et al., “Citations, family size, opposition and the value of patent rights”, *Research Policy*, Vol.32 Iss.8(2003).

- Knott, Anne Marie & Hart E. Posen, “Firm R&D Behavior and Evolving Technology in Established Industries”, *Organization Science*, Vol.20 No.2(2009).
- Mogoutov, Andrei & Kahane, Bernard, “Data search strategy for science and technology emergence: A scalable and evolutionary query for nanotechnology tracking”, *Research Policy*, Vol.36 Iss.6(2007).
- Ross, C. & Guhathakurta, S., “Autonomous Vehicles and Energy Impacts: A Scenario Analysis”, *Energy Procedia*, Vol.143(2017).
- Sapsalis, E. et al., “Academic versus industry patenting: An in-depth analysis of what determines patent value”, *Research policy*, vol.35.
- Utterback, James M. & Suarez, Fernando F., “Innovation, competition, and industry structure”, *Research Policy*, Vol.22 Iss.1(1993).

〈인터넷 자료〉

- DMV, “Key Autonomous Vehicle Definitions”, State of California, <<https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/definitions>>, 검색일: 2018.12.25.
- NRS, “NRS: CHAPTER 482A—AUTONOMOUS VEHICLES”, State of Nevada, <<https://www.leg.state.nv.us/NRS/NRS-482A.html#NRS482ASec030>>, 검색일: 2018.12.25.
- On-Road Automated Driving(ORAD) committee, “Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles”, SAE International, <https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/>, 검색일: 2018.12.25.

〈연구보고서〉

- 곽병근 · 장병호, “스마트 자동차 기술현황 및 대외 기술경쟁력 분석”, 산은조사월보, 2016.
- 김주환, “스마트카와 지식재산(IP) 이슈”, 한국지식재산연구원, 2015.
- 박준환, “자율주행자동차 관련 국내의 입법 정책 동향과 과제”, 국회입법조사처, 2017.
- 오철 · 정태현, “스마트 자동차 산업의 기술역량과 발전방향 분석—특허분석을 중심으로”, 한국경제연구원, 2017.
- Dokic, J. et al., “European Roadmap Smart Systems for Automated Driving”, European Technology Platform on Smart Systems Integration, 2015.
- McKinsey&Company, “Automotive revolution—perspective towards 2030”, Advanced

Industries, 2016.

Stanley, Morgan, “Autonomous Cars: Self-Driving the New Auto Industry Paradigm”, MORGAN STANLEY RESEARCH, 2013.

〈기타 자료〉

과학기술정보통신부, “혁신성장 지원을 위한 정부 R&D투자 혁신방안—‘R&D PIE’ 시스템 도입”, 경제관계장관회의, 2018.

Li, T. & Kockelman, K. M., “Valuing the safety benefits of connected and automated vehicle technologies”, Transportation Research Board 95th Annual Meeting, 2015.

Reitzig, M., “Improving Patent Valuation Methods for Management—Validating New Indicators by Understanding Patenting Strategies”, LEFIC WP, 2002.

Squicciarini, M. et al., “Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value”, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2013.

A Study on the Different Characteristics of Autonomous Vehicle Technology Between Automobile and Non-Automobile Industry

Jeong Jeonghan*, Jung Taehyun**

This study analyzes 7,889 patents filed in the United States for differences and changes in industrial, technological, and dynamic characteristics of autonomous vehicle technology. In particular, we analyze application trends, industry concentration, convergence and applicability of technology, the number of inventors, marketability, and source of technology. We found that autonomous vehicle patents had increased rapidly since 2010, with the non-automobile industry growing faster than the automobile industry. While the automobile industry focused on vehicle control technology, non-automobile industry focused on communication technology. Patents are distributed more widely among different firms in the non-automobile than in the automobile industry. Whereas technological breadth is relatively narrow for the non-automobile industry, both the number of family patents and the number of non-patent citations were higher for the non-automobile industry than for the automobile industry. The number of inventors in the

* Ph.D. Candidate, Graduate School of Technology and Innovation Management, Hanyang University.

** Associate Professor, Graduate School of Technology and Innovation Management, Hanyang University (Corresponding author).

automobile industry was higher before 2010 but became lower after 2010. In sum, the non-automobile industry is ahead of the automobile industry in terms of originality, marketability, complexity, and size of technology, so that companies belonging to the non-automobile industry are likely to play a significant role in the autonomous vehicle technology the future.

Keyword

autonomous vehicle; smart car; automobile industry; technology convergence; patent analysis