

토픽모델 및 특허분석을 통한 차량용 반도체 기술 추세 분석

Technology Trend Analysis in the Automotive Semiconductor Industry
using Topic Model and Patent Analysis

남대경(Daekyeong Nam)*, 최경현(Gyunghyun Choi)**

목 차

- | | |
|-----------|------------|
| I. 서 론 | IV. 실증 분석 |
| II. 문헌연구 | V. 토의 및 결론 |
| III. 연구방법 | |

국 문 요 약

미래의 자동차는 친환경 자율주행이 가능한 이동형 생활공간으로 진화하고 있다. 차량내 각종 정보를 전기적으로 처리, 제어하고 명령하는 역할이 필수적으로 작용하며 자율주행, 친환경 자동차와 같은 미래 자동차는 차량용 반도체가 핵심 역할을 할 것으로 기대된다. 차량용 반도체 산업 육성을 위해서는 기술 트렌드를 파악하고 요구사항을 반영한 기술과 품질을 사전에 확보해야, 산업 경쟁력을 갖추고 기술혁신을 이룰 수 있다. 하지만, 현재까지 기술 트렌드의 체계적인 분석이 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 특허분석과 토픽모델을 활용하여 차량용 반도체 기술 추세를 분석하였고, 전기차, 운전보조, 디지털 제조와 같은 주요기술을 확인하였다. 기술 트렌드는 정부규제, 시장니즈, 기술융합 등에 따라 요소기술, 기술특성 등이 변화한다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 차량용 반도체 산업의 R&D 정책수립과 산업계의 기술전략 수립을 위한 의사결정에 도움을 줄 것으로 기대된다. 또한 기술의 세부 요소기술 분류와 트렌드 분석결과를 제공하여 향후 세부적인 연구개발 방향과 특허전략 수립에 효과적으로 활용될 것으로 기대된다.

핵심어 : 차량용 반도체, 기술추세, 특허분석, 토픽모델

※ 논문접수일: 2018.6.13, 1차수정일: 2018.7.25, 게재확정일: 2018.8.13

* 한양대학교 기술경영전문대학원 박사과정, dknam@keti.re.kr, 031-789-7615

** 한양대학교 기술경영전문대학원 교수, ghchoi@hanyang.ac.kr, 02-2220-2250, 교신저자

ABSTRACT

Future automobiles are evolving into movable living spaces capable of eco-friendly autonomous driving. The role of electrically processing, controlling, and commanding various information in the vehicle is essential. It is expected that the automotive semiconductor will play a key role in the future automobile such as self-driving and eco-friendly automobile.

In order to foster the automotive semiconductor industry, it is necessary to grasp technology trends and to acquire technology and quality that reflects the requirements in advance, thereby achieving technological innovation with industrial competitiveness. However, there is a lack of systematic analysis of technology trends to date.

In this study, we analyzed the technology trends of automotive semiconductors using patent analysis and topic model, and confirmed technologies such as electric cars, driving assistance, and digital manufacturing. The technology trends showed that element technology and technical characteristics change according to technology convergence, market needs, and government regulations.

Through this research, it is expected that it will help to make R&D policy for automotive semiconductor industry and to make decision for industrial technology strategy establishment. In addition, it is expected that it will be used effectively in detail research direction and patent strategy establishment by providing detailed classification of technology and trend analysis result of technology.

Key Words : Automotive Semiconductor, Technology Trend, Patent Analysis, Topic Model

I. 서 론

미래의 자동차는 친환경 자율주행이 가능한 이동형 생활공간으로 진화하고 있다. 자동차 개념의 변화는 정보통신기술의 발전과 융합을 통해 자동차 스스로 운행할 수 있음을 의미하는 '자율주행 자동차'와 같은 새로운 기술혁신을 통해 가능하다. 자율주행을 비롯하여 내연기관을 모터와 배터리로 바꾸는 친환경 자동차, 탑승자와 보행자의 안전을 지원하는 운전보조 기술처럼 정보통신·전기전자 기술이슈가 자동차 산업에 확산되고 있다.

차량용 반도체는 차량의 주행 및 탑승자 안전상황을 감지하고 분석하여 차량 내 전자장치의 각종 기능을 판단하고 이를 전자 제어장치를 통하여 구동하는 반도체라 할 수 있다(손광준 외, 2016). 결국, 차량내 각종 정보를 전기적으로 처리, 제어하고 명령하는 역할이 필수적으로 작용하며 자율주행, 친환경 자동차와 같은 미래 자동차에는 차량용 반도체가 핵심 역할을 할 것으로 기대된다. 이처럼 차량용 반도체 시장은 2015년 300억달러에서 연평균 7.6%의 성장률을 보이며 2020년 433억달러로 성장할 것으로 전망되고, 향후 자율주행 자동차에는 현재 스마트폰에 적용되는 반도체 개수의 1000배 이상이 필요할 것으로 예측된다(산업통상자원부, 2017; 한국전자자동차협회, 2017).

차량용 반도체는 소수의 글로벌 기업이 선점하고 있는데, 이는 가전용 또는 산업용 반도체와 달리 안전을 위해 높은 신뢰성이 요구되며 ISO26262 등 각종 국제표준, 완성차 업체의 품질규격, 각 지역의 담당기관 규제 등을 만족해야 하는 어려움이 있기 때문이다. 기술적인 완성도 뿐만 아니라 안전 및 신뢰성 확보에 많은 노력과 시간이 필요하여 진입장벽이 높지만, 가격경쟁력을 갖춰 제품화에 성공하면 장기간 수요가 보장되는 특성이 있다(이명희 외, 2015).

차량용 반도체의 미래 성장성과 특징으로 인해 미래 자동차 산업지형은 기존 완성차 제조업체간 경쟁에서 정보통신·전기전자 업체들이 포함된 경쟁구도로 변화하고 있으며, 차량용 반도체 기업을 포함한 정보통신과 자동차 업계간 합종연횡이 활발히 이루어지고 있다. 산업계의 기술개발 및 비즈니스 전략이 다양하게 표출되고 있으며, 각국 정부도 미래 자동차 신산업 육성을 통한 경제발전, 일자리 창출 등 산업정책에 많은 관심을 기울이고 있다. 하지만, 국내에는 글로벌 수요기업인 완성차업체 등이 차량용 반도체를 대부분 수입에 의존하고 있는 실정으로 향후 미래 자동차 경쟁력 확보를 위해서는 차량용 반도체 산업계의 성장과 연계가 반드시 필요하다(산업통상자원부, 2017).

이처럼 차량용 반도체 기술은 타 산업에 비해 개발기간이 길고 완성차 업체의 요구사항과 품질 규제 등을 만족시켜야 하기 때문에 기술 추세를 파악하는 것이 무엇보다 중요하다. 하지만, 차량용 반도체 분야 기술 추세에 대한 체계적인 분석과 전략도출에 대한 연구는 매우 부족

한 상황이며, 현재까지는 시장진출을 희망하는 기업들의 자체적인 유망기술 분석역량에 주로 의존했던 것이 사실이다.

불확실한 미래 자동차 기술과 산업지형 변화에 능동적으로 대처하고, 새로운 시장 진출을 준비하며, 향후 자동차 산업에 영향을 미칠 사회·문화적 현상까지 함께 조망하기 위해서는 차량용 반도체의 트렌드 파악과 유망기술에 영향을 주는 요인에 대한 시사점 분석이 매우 중요하다. 따라서 기술에 대한 체계적이고 상세한 내용을 담고 있는 특허를 활용한 정량적 연구를 통해 객관성을 확보하는 것이 필요하며, 본 연구에서는 글로벌 기술을 선도하는 미국의 차량용 반도체 관련 특허데이터를 기반으로 연구를 진행하고자 한다. 또한 차량용 반도체와 같은 혁신 기술은 융합을 기반으로 다양한 분야로 확산될 수 있으며, 과거부터 현재까지 기술을 정량적으로 분석하고, 해당 기술 트렌드 변화에 영향을 주었던 주요 요인을 파악함으로써 유망 기술을 예측하고, 이를 근거로 다양한 전략수립으로 발전이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 차량용 반도체 기술 추세를 분석하여 시대배경과 환경에 따른 적용 및 영향요인을 확인하고 핵심기술에 대한 시사점을 살펴보고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유망기술에 대한 정성적, 정량적 분석방법과 특허의 토픽모델을 활용한 분석방법에 대한 선행연구를 살펴보았다. 3장에서는 차량용 반도체 기술 추세 분석을 위한 연구모형과 토픽모델을 설명하였고, 4장에서는 LDA 분석을 사용하여 차량용 반도체 기술 추세와 요소기술의 변화를 분석하였다. 마지막 장에서는 시대별 기술 트렌드 분석 결과에 대해 토의하고 시사점 및 향후 연구방향을 정리하였다.

II. 문헌연구

1. 유망기술 분석

유망기술의 정의는 개념에 따라 Promising technology, Emerging technology, Key technology 처럼 여러 가지 개념으로 사용되고 있으며, 각각이 혼용되어 사용되기도 한다. 이런 개념의 다양성에 따라 유망기술의 분석과 탐색은 크게 정량적, 정성적, 통합적 분석으로 분류가 가능하다. 통계학, 추세분석, 기계학습 등을 이용한 정량적 분석방법, 델파이, 설문조사, 시나리오 분석 등에 의한 정성적 분석방법, 그리고 정량적 방법과 정성적 방법을 상호보완한 통합적 방법이 사용되고 있다(Keller and Heiko, 2014; Jun et al., 2015). 유망기술 분석은 최근에도 <표 1>과 같이 여러 기술분야에 대해 다양한 연구방법이 활용되고 있다. 다만, 델파이, 인터뷰와

같은 정성적 분석은 데이터, 시계열자료 등이 없거나 데이터 수집비용이 큰 경우 매우 효과적인 방법이나, 고비용, 장시간이 소요될 수 있는 단점이 있어 최근에는 정량적 방법을 활용하거나, 정량적, 정성적 분석을 상호 보완한 유망기술 연구가 활발해지고 있다(임채국 외, 2015; 김갑조 외, 2017; Momeni and Rost, 2016; Song et al., 2018).

정량적 분석중 특허정보를 활용한 유망기술 연구가 활발하게 이루어지고 있는데 특허는 전 산업과 기술분야를 대상으로 IPC(International Patent Classification; 국제특허분류)와 같은 체계적인 분류체계를 기반으로 기술의 상세한 설명을 포함하고 있다. 특허분석은 단순한 기술 정보뿐만 아니라 기술경쟁력과 기술개발방향 연구에 유용하며 기술발전과 변화의 트렌드를 파악하여 기업 및 국가차원의 R&D 방향설계, 투자, 사업전략 등 혁신전략을 수립하는데 객관적인 지표로 활용되고 있다(Kim and Bae, 2017; Song et al., 2018).

〈표 1〉 유망기술 분석방법 및 대상분야

연구방법	기술	문헌
Future-oriented technology analyses	Nano	Robinson et al. (2013)
Growth curve analysis	Defense Technology	Kim et al. (2015)
Fisher-Pry diffusion model	OLED TV	Cho and Daim (2016)
Bayesian clustering	Humanoid robot	Choi and Jun (2014)
Scenario Analysis	Autonomous Vehicles and Energy	Cuhathakurta and Ross (2017)
	Energy	Wangjiraniran et al. (2017)
Delphi	Energy	Proskuryakova (2017)
	Energy	Obrecht and Denac (2016)
Bibliometric Analysis	IoT (Internet of Things)	Mishra et al. (2016)
Technical Keyword	Emerging technology	Joung and Kim (2017)
Patent analysis and Delphi	Emerging technology	Kyebambe et al. (2017)
Data envelopment analysis	Main Battle Tank	Cho and Anderson (2017)
Trend and patent analysis	High-rise building construction	Cho et al. (2018)
Patent analysis	wellness care	Kim and Bae (2017)

2. 특허의 토픽모델 분석

토픽모델(topic model)은 데이터 마이닝 기법의 하나로 기계학습 및 자연어 처리를 위한 비 구조화된 자료에서 발생하는 추상적 토픽을 발견하기 위한 통계모형이다(Griffiths and Steyvers,

2004). 토픽모델은 초기에는 PLSA(Probabilistic Latent Semantic Analysis) 방법이 사용되었으나, Blei et al.(2003)의 연구에서 LDA(Latent Dirichlet Allocation)가 제안된 이후로는 주로 LDA 모형 혹은 LDA 변형 모델들이 사용되고 있다.

최근에는 특허데이터와 LDA 모형을 활용하여 유망기술을 분석하고, 이를 기반으로 기술동향분석, 기술기회탐색, R&D 전략 등을 도출하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. Chen et al.(2017)은 LDA 모형을 기반으로 한 토픽기반 기술예측방법론을 제안하고, 이를 입증하기 위해 미국 특허청(USPTO)에서 오스트레일리아가 소유한 2000년부터 2014년 사이의 13,910개 특허를 수집하여 분석하였다. 분석결과 기술의 패턴을 추정하고 주장을 뒷받침할 수 있는 잠재적인 토픽의 미래추세 예측방법이 효과적이라는 것을 확인하였다. 또한 이러한 토픽기반 기술 예측 접근방법으로 기술동향 분석을 통해 R&D 의사결정이나 기술기회 발견을 촉진할 수 있다는 시사점을 제시하였다. Momeni and Rost(2016)의 연구에서는 k-core 분석과 LDA 모형을 활용하여 기술의 과거 및 현재의 동향을 모니터링하여 유망기술(과외적 기술)을 도출하는 연구를 수행하였다. 1978년부터 2012년까지 미국특허청, 유럽특허청(EPO) 등의 특허를 대상으로 키워드를 태양광발전과 태양전지, IPC를 H01L31/00로 한정하여 총 9,328건을 수집하였고, 태양광 산업에서 현재의 기술동향을 파악하고 유망기술(박막 기술)을 도출하였다. Suominen et al.(2017)은 미국 특허청에서 2001년부터 2014년까지 구글, 삼성, 마이크로소프트 등과 같은 선도적인 기업의 157,718개 특허를 추출하여, LDA모형을 활용한 업계의 특허에 대한 전반적인 관점을 만들고 향후 추세를 예측하였다. 기업별 지식에 대한 추세의 차이를 확인하고, 하드웨어에서 소프트웨어 중심의 기술전략 및 선도기업의 기술진화를 분석하였다. 특히, IPC를 통한 특허의 분류와 별개로 LDA 모형을 통해 분류된 토픽들은 기업의 지식에 대한 다른 관점을 제시할 수 있다고 강조하였다. 장혜진 외(2017)의 연구는 기술의 유망성이 높다고 판단되는 자동차 산업을 대상으로 최근 10년간 미국특허청에 등록된 자동차 도어 관련 특허서지정보 등을 활용하여, 사용자 니즈와 관련된 특허를 동종이종영역으로 구분하고, LDA 분석을 통해 각 기술 분야를 구분하였다. 사용자 수요의 유형별로 내향형과 외향형 기술기회를 탐색하고 기술력 및 특허지표를 이용하여 만족도 변화량이 가장 큰 기술을 유망기술에 대한 기술기회로 제시하였다. 박주섭 외(2017)는 AI(Artificial Intelligence) 기술을 대상으로 2000년~2016년 동안 미국 특허 DB에서 14,187개의 특허문서를 연단위로 추출하고, LDA 모형을 활용하여 인공지능 기술토픽을 추출한 후 이를 AI 세부기술로 정의하였다. AI 세부기술의 비중 분석 및 Hot/Cold 토픽 분석으로 기술 흐름을 확인하였고, 텍스트탐색, 컴퓨터 관리 등 세부기술을 Hot 기술로 도출하였다. 오승현 외(2017)의 연구는 미국 특허청 등록 특허를 대상으로 증강현실분야의 1976년부터 2016년 6월까지 총 1,722건의 특허를 수집하여 LDA 모형을 통해 증강현

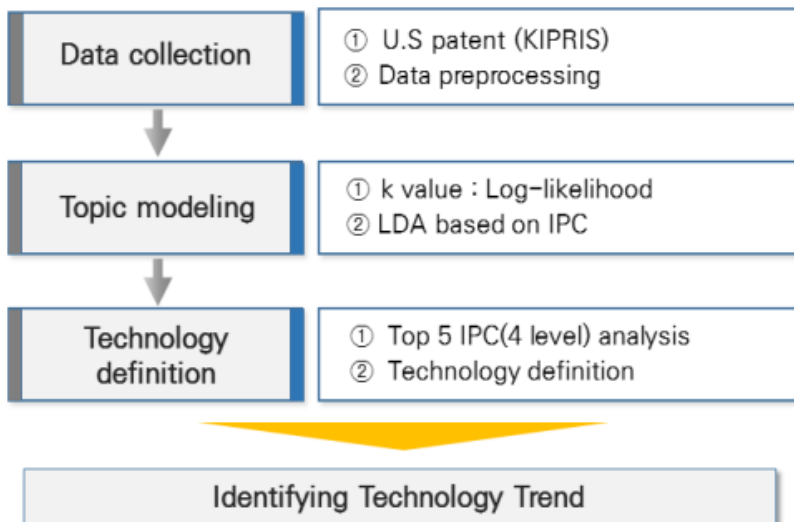
실 기술을 구성하고 있는 세부 기술요소를 도출하였다. 세부 기술요소에 대한 특허등록건수 등 통계적 수치를 활용하여 최근 5년간 기술동향을 분석하고 시사점을 제시하였다. 정병기 외(2016)는 나노기술과 관련된 신규성과 진보성이 인정된 미국 특허청 등록 특허를 대상으로 기존의 정적인 특허분류체계를 이용한 융합기술을 분석 연구와 달리 LDA를 통해 기술 분류를 적용하고 교차영향분석을 활용하여 융합기술의 동향을 분석하였다. 특허데이터는 특허청 키프리스를 통해 총 87,446건을 수집, 활용하였다.

선행 연구를 분석한 결과 상세한 기술내용과 실제 산업에 적용되는 정보를 가진 특허 데이터를 활용하여 토픽모델을 통해 분석하는 것은 차량용 반도체 산업과 기술에 대한 기술 트렌드의 분류와 확인이 가능하고, 기술전략 수립에 대한 입체적 분석이 가능함을 시사한다.

III. 연구방법

1. 연구모형

본 연구의 목적인 차량용 반도체 분야 기술 추세를 분석을 위해 (그림 1)과 같이 연구모형을 도식화 하였다.

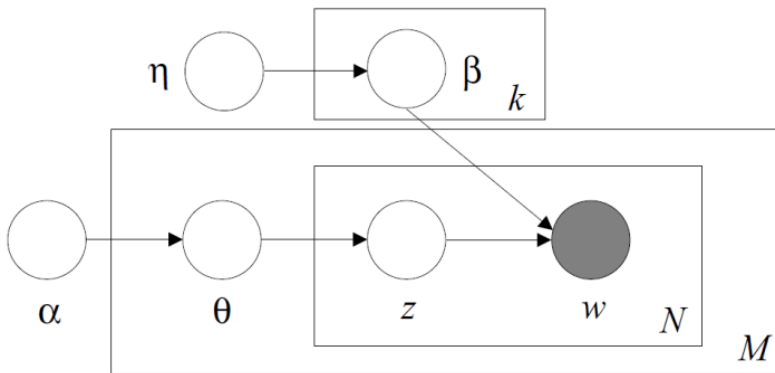


(그림 1) 연구 모형

미국은 기술에 대한 수요가 가장 큰 시장으로 세계 우수기업들은 신기술 권리 보호를 위해 미국에 지속적 특허출원을 하고 있으며, 차량용 반도체 분야는 미국이 글로벌 기업을 중심으로 세계 시장을 선도하고 있는 상황이다(손광준 외, 2016). 따라서, 차량용 반도체 분야 미국 특허청의 출원 및 등록특허를 대상으로 데이터를 수집한다. 수집된 특허는 IPC를 중심으로 분석하고, 특허 및 IPC의 유효성, 정보 누락 등으로 나타나는 분석 오류를 방지하기 위해 데이터 전처리를 수행한다. LDA 분석을 위해 먼저 토픽수(k 값)를 결정하고, LDA 분석을 수행한다. 도출된 토픽들을 대상으로 각 토픽을 구성하는 IPC 분석 및 기술의 정의를 내리고, 차량용 반도체 기술 추세를 분석한다.

2. 토픽모델

본 연구에서는 토픽모델을 대표하는 LDA 모형을 활용한다. LDA는 주어진 문서집단에 대하여 각 문서에 잠재되어 있는 토픽의 존재를 디리클레(Dirichlet) 확률분포를 기반으로 판단하는 생성확률모형(generative probabilistic mode)으로 LDA 프로세스는 (그림 2)와 같다(Blei et al., 2003).



(그림 2) LDA(Latent dirichlet allocation) 모형

(그림 2)에서 α , η 는 하이퍼 파라미터(hyperparameter)이며, β 는 η 에 의해 결정되어지는 디리클레 확률분포의 파라미터로 토픽별 단어생성확률이다. 문서 w 에서 관찰되는 단어는 토픽으로부터 생성되며, 해당문서가 생성되는 토픽비율 θ 는 디리클레 분포를 따르는 값으로 α 값에 의해 결정된다. z 는 문서별 토픽비율로 θ 로부터 결정된다.

k 는 토픽의 개수, M 은 전체 문서의 개수, N 은 단어의 개수를 나타낸다. 즉, N 개의 단어로

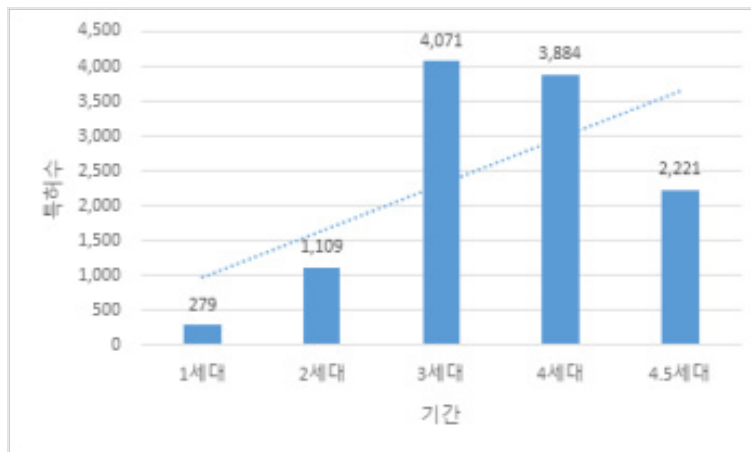
이루어진 M 개의 문서를 대상으로 k 개의 토픽을 결정하였을 때, α 값에 의해 토픽비율 θ 가 결정되고, θ 에 의해 각 단어의 토픽을 나타내는 값인 z 가 결정된다. 또한, η 값에 따라 토픽별 단어 생성확률인 β 값이 결정되고, 최종적으로 z 와 β 에 의해 단어 N 개의 집합인 문서 w 가 결정된다. 문서집합은 토픽들로 구성되고 토픽은 단어들로 구성되므로, 문서에 대한 단어와 토픽의 분포를 추정하고 이 과정을 반복하여 문서집합을 구성하는 토픽들을 파악할 수 있다.

IV. 실증 분석

1. 데이터 수집 및 전처리

특허 데이터는 미국 특허청의 특허(출원, 등록 기준)를 대상으로 차량용 반도체 특허 수집을 위해 검색식은 “Semiconductor*Vehicle*Automotive”으로 하였고, 기간은 1980년 1월부터 2017년 7월까지로 특허청 키프리스(<http://www.kipris.or.kr>)를 통해 수집하였다. 총 11,612개 수집 특허중 데이터 중복, 누락, 유효성 등으로 인한 분석 오류를 방지하기 위해 해당 데이터를 제거하여 11,564개 특허를 분석에 활용하였다. 수집된 특허는 1세대(1980년~1989년), 2세대(1990년~1999년), 3세대(2000년~2009년), 4세대(2010년~2014년), 4.5세대(2015년~2017.7월)로 명명하였다.

특허수는 (그림 3)과 같이 1세대 279개, 2세대 1,109개, 3세대 4,071개, 4세대 3,884개, 4.5



(그림 3) 세대별 특허수 및 추세

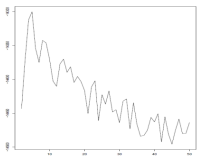
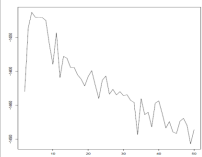
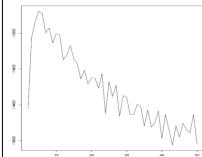
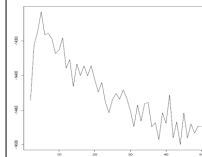
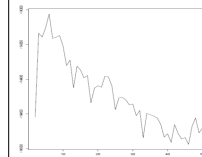
세대 2,221개로 추세를 통해 특허수가 지속적으로 증가하고 있음을 확인하였고, 이는 1980년대부터 현재까지 차량용 반도체 산업 및 기술에 대한 관심이 계속 높아지고 있음을 나타낸다.

특허데이터 전처리 및 LDA 분석을 위해 공개 소프트웨어인 R 프로그램(버전 3.4.2)을 사용하였고, R 프로그램 패키지는 “tm”, “topicmodels”, “LDAvis” 등을 활용하였다. 데이터 분석 오류를 줄이기 위해 IPC 정보의 대문자 통일, 공백제거 등의 작업을 수행하였고, IPC 정보는 level 4까지 코드정보를 정제하였으며 R과 엑셀을 통해 수행하였다.

2. LDA 분석

LDA 분석을 위해서는 토픽수(k값)가 결정되어야 하며 이는 연구자가 결과를 효과적으로 해석 가능한 수준에서 결정할 수도 있으나, 본 연구에서는 LDA 함수에 대해 토픽수를 2에서부터 50까지 변화시켜 log-likelihood(우도) 값의 harmonic mean(조화평균)이 최대가 되는 값을 토픽수로 결정하였다(Ponweiser, 2012). 세대별 최적 토픽수는 <표 2>와 같다.

<표 2> LDA 분석을 위한 k값 결과

1세대	2세대	3세대	4세대	4.5세대
k = 5	k = 4	k = 6	k = 5	k = 6
				

3. 토픽별 기술정의

1) 차량용 반도체의 주요 IPC 코드

LDA 분석 결과 차량용 반도체 기술의 세대별 토픽과 각 토픽에서 높은 확률 값을 갖는 상위 IPC에 대해 <표 3>과 같은 결과를 도출하였다.

1세대 특허에서는 B60Q1(광학신호/조명장치 배치), G06F15(데이터처리), H02J7(축전지 회로장치) 분야가 다수 나타나며, 2세대는 B60Q1, H01L23(반도체장치), B60R21(차량부품)이 주를 이루고 있다. 3세대는 1, 2세대와 유사하게 B60Q1, G06F17(데이터프로세싱), B60R21가 주요 IPC로 확인된다. 4세대는 G06F3(데이터입출력기구), H01L23, H04L12(데이터스위칭 네

〈표 3〉 차량용 반도체 특허의 주요 IPC 분석 결과

	1세대 (305개 IPC)		2세대 (909개 IPC)		3세대 (2,841개 IPC)		4세대 (4,243개 IPC)		4.5세대 (3,215개 IPC)	
	IPC	빈도	IPC	빈도	IPC	빈도	IPC	빈도	IPC	빈도
1	B60Q1	17	B60Q1	40	B60Q1	135	G06F3	275	H01L23	233
2	G06F15	17	H01L23	38	G06F17	133	H01L23	247	G06F3	232
3	H02J7	14	B60R21	37	B60R21	112	H04L12	221	H04N5	227
4	B62D5	11	G01P15	25	H01L29	109	G06Q30	204	B60Q1	192
5	H03K17	11	H01L29	22	H04N5	108	G06F17	199	H04L29	178
6	G01N27	10	G02F1	22	G06F19	97	H01M10	193	B60R1	175
7	H03K3	8	G06F15	21	H01L21	95	H01L29	186	G06K9	163
8	F02P5	7	G01N27	21	G06K9	91	G06K9	181	A61B5	146
9	H02P9	7	G01P3	19	G06F7	88	H02J7	180	G02F1	137
10	G01P3	7	G06F9	18	G02F1	84	H04N5	162	H04W4	128

트위크), 5세대는 H01L23, G06F3, H04N5(텔레비전시스템) 등이 특허 기술분야에서 가장 많이 포함되어 있음을 확인할 수 있다.

2) 특허와 토픽 비중

세대별로 각 토픽에 포함되는 특허문서의 수는 〈표 4〉와 같이 대체로 유사한 분포를 보이고 있다. 따라서 각 토픽에 대한 기술정의는 세대별 핵심기술이라 볼 수 있다.

〈표 4〉 토픽별 특허수 및 비중

토픽*		토픽1	토픽2	토픽3	토픽4	토픽5	토픽6	합계
		1세대 특허	특허수	77	59	56	38	49
	비중	27.6%	21.1%	20.1%	13.6%	17.6%	-	100%
2세대 특허	특허수	317	266	284	242	-	-	1,109
	비중	28.6%	24.0%	25.6%	21.8%	-	-	100%
3세대 특허	특허수	852	750	704	656	588	521	4,071
	비중	20.9%	18.4%	17.3%	16.1%	14.4%	12.8%	100%
4세대 특허	특허수	818	860	907	658	641	-	3,884
	비중	21.1%	22.1%	23.4%	16.9%	16.5%	-	100%
4.5세대 특허	특허수	386	426	379	399	292	339	2,221
	비중	17.4%	19.2%	17.1%	18.0%	13.1%	15.3%	100%

* 각 세대별 토픽은 각각 다르며 토픽의 상세한 내용은 표5에서 확인 가능

3) 기술정의

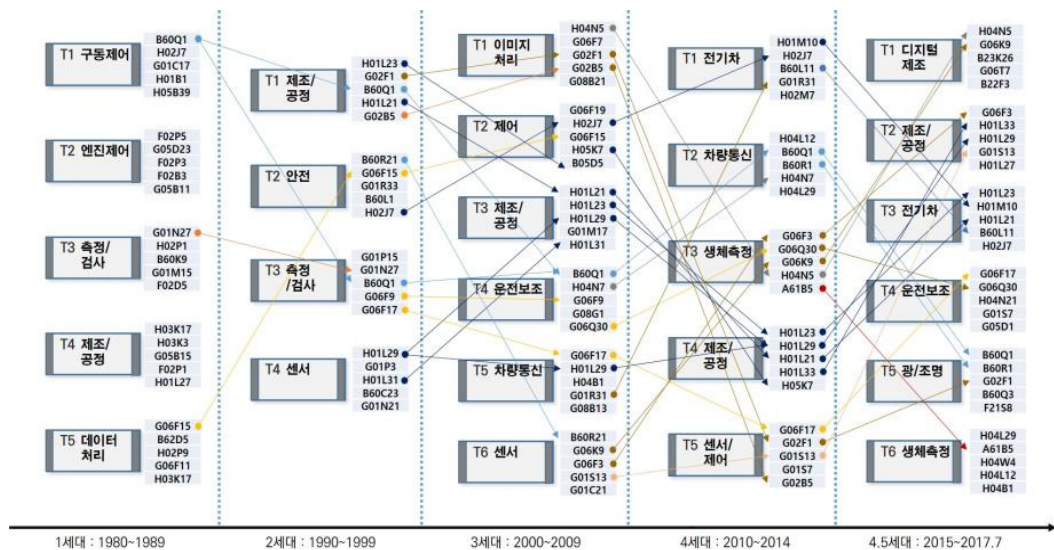
1세대부터 4.5세대까지 도출된 토픽들을 대상으로 각 토픽을 구성하는 IPC 상위 5개를 분석하고, 토픽을 구성하는 특허문서를 확인하여 기술별 정의를 내렸다. 세대별 토픽을 구성하는 IPC와 비중, 그리고 토픽별 기술정의를 <표 5>와 같다.

<표 5> 차량용반도체 토픽별 주요 IPC 및 기술정의

	Topic1 정의 (IPC/비중)		Topic2 정의 (IPC/비중)		Topic3 정의 (IPC/비중)		Topic4 정의 (IPC/비중)		Topic5 정의 (IPC/비중)		Topic6 정의 (IPC/비중)	
1 세 대	구동제어		엔진제어		측정/검사		제조/공정		데이터처리		-	
	B60Q1	13.3%	F02P5	6.5%	G01N27	7.1%	H03K17	6.5%	G06F15	13.9%	-	
	H02J7	12.4%	G05D23	4.7%	H02P1	5.1%	H03K3	6.5%	B62D5	9.6%	-	
	G01C17	3.6%	F02P3	4.7%	B60K9	4.1%	G05B15	5.6%	H02P9	6.1%	-	
	H01B1	2.7%	F02B3	3.7%	G01M15	3.1%	F02P1	3.8%	G06F11	3.5%	-	
	H05B39	2.7%	G05B11	3.7%	F02D5	3.1%	H01L27	2.9%	H03K17	2.7%	-	
2 세 대	제조/공정		안전		측정/검사		센서		-		-	
	H01L23	7.8%	B60R21	8.8%	G01P15	5.5%	H01L29	5.0%	-		-	
	G02F1	4.9%	G06F15	3.6%	G01N27	4.6%	G01P3	4.3%	-		-	
	B60Q1	4.5%	G01R33	2.9%	B60Q1	4.4%	H01L31	3.9%	-		-	
	H01L21	3.8%	B60L1	2.6%	G06F9	3.9%	B60C23	3.9%	-		-	
	G02B5	3.6%	H02J7	2.6%	G06F17	3.5%	G01N21	3.4%	-		-	
3 세 대	이미지 처리		제어		제조/공정		운전보조		차량통신		센서	
	H04N5	7.9%	G06F19	7.0%	H01L21	7.0%	B60Q1	10.5%	G06F17	10.5%	B60R21	8.6%
	G06F7	6.4%	H02J7	5.3%	H01L23	6.0%	H04N7	5.3%	H01L29	3.5%	G06K9	7.0%
	G02F1	6.0%	G06F15	4.5%	H01L29	4.8%	G06F9	3.3%	H04B1	3.5%	G06F3	3.1%
	G02B5	3.8%	H05K7	3.7%	G01M17	4.3%	G08G1	3.0%	G01R31	3.5%	G01S13	2.8%
	G08B21	2.6%	B05D5	2.9%	H01L31	4.0%	G06Q30	2.5%	G08B13	2.8%	G01C21	2.4%
4 세 대	전기차		차량통신		생체측정		제조/공정		센서/제어		-	
	H01M10	7.1%	H04L12	7.9%	G06F3	9.8%	H01L23	8.9%	G06F17	7.1%	-	
	H02J7	6.5%	B60Q1	5.5%	G06Q30	7.4%	H01L29	6.7%	G02F1	5.0%	-	
	B60L11	5.0%	B60R1	4.4%	G06K9	6.5%	H01L21	4.3%	G01S13	2.6%	-	
	G01R31	4.8%	H04N7	4.2%	H04N5	5.9%	H01L33	4.0%	G01S7	2.5%	-	
	H02M7	3.0%	H04L29	3.9%	A61B5	4.3%	H05K7	3.8%	G02B5	2.4%	-	
4.5 세 대	디지털제조		제조/공정		전기차		운전보조		광/조명		생체측정	
	H04N5	13.8%	G06F3	13.4%	H01L23	13.3%	G06F17	6.2%	B60Q1	11.2%	H04L29	10.4%
	G06K9	9.8%	H01L33	7.2%	H01M10	6.3%	G06Q30	5.6%	B60R1	10.3%	A61B5	8.5%
	B23K26	6.0%	H01L29	4.5%	H01L21	5.8%	H04N21	4.2%	G02F1	8.0%	H04W4	7.5%
	G06T7	3.0%	G01S13	4.5%	B60L11	5.1%	G01S7	3.9%	B60Q3	5.5%	H04L12	5.9%
	B22F3	2.4%	H01L27	4.1%	H02J7	4.9%	G05D1	3.5%	F21S8	4.3%	H04B1	4.7%

4. 차량용반도체 기술 추세

1980년부터 2017년 7월까지 특허데이터를 기반으로 특허분석과 LDA 모형을 통해 분석한 차량용 반도체 기술 추세를 (그림 4)와 같이 도식화하였다. 본 연구를 통해 나타난 차량용 반도체 기술은 세대별 4~6개로 분류되고 있으며, 다양한 요소기술을 확인할 수 있다. 1세대 차량용 반도체는 구동제어, 엔진제어, 측정/검사, 제조/공정, 데이터 처리가 주요 기술로 나타났다. 2세대 기술은 제조/공정, 안전, 측정/검사, 센서의 4개 분야가 도출되었다. 3세대는 이미지 처리, 제어, 제조/공정, 운전보조, 차량통신, 센서 기술 등 6개 기술 영역이 나타났고, 4세대는 전기차, 차량통신, 생체 측정, 제조/공정, 센서/제어 기술과 같이 5개 분야가 도출되었다. 마지막으로 4.5세대는 디지털제조, 제조/공정, 전기차, 운전보조, 광/조명, 생체측정 등 6개 주요기술 분야를 확인할 수 있었다.



(그림 4) 차량용 반도체 기술 추세

차량용 반도체 기술의 요소기술(IPC) 변화도 나타났다. 제조/공정, 센싱관련 기술은 오랜 기간에 걸쳐 주요기술로 나타나고 있으며, 최근에는 전기차, 생체측정과 같은 기술 트렌드가 확인되는데 기술의 분류는 동일하지만 각 기술을 구성하는 요소기술(IPC)은 기술별로 차이가 있거나 유사하게 발전하고 있는 등 다양성이 나타나고 있다.

2세대 이후 센서는 핵심기술 중 하나로 확인되고 있다. 2세대 센서기술은 H01L29, G01P3, B60C23, G01N21 등으로 구성되고 각각 CMOS 집적마이크로센서, 가속도센서, 압력센서, 연료

측정센서 등으로 나타나고 있다. 반면 3세대 센서기술은 B60R21, G01S13, G01C21 등으로 구성되며 탑승자 보호용 에어백 등을 비롯하여 레이더, GPS 등 측위 관련 기술이 주요기술로 나타났다. 4세대 역시 레이더를 포함하는 G01S13 관련 기술이 다수를 이루고 있다. 4.5세대 운정보조기술에 포함된 센서 관련 기술 지문센싱, 라이다 등의 G06F17과 레이더, 다파장 라이다 등의 G01S7로 구성되어 2세대부터 4.5세대까지 센서관련 요소기술이 변화함을 확인할 수 있었다.

요소기술이 다양하게 변경된 센서와는 다르게 4세대부터 4.5세대까지 주요기술로 나타난 전기차는 요소기술이 거의 동일하게 진행되었다. 2차전지, 반도체 장치세부, 충전회로, 차량 전기적 추진 장치 등을 포함하는 H01M10, H01L23, H02J7, B60L11 로 구성되어 기술 트렌드가 유사하게 진행됨을 확인할 수 있다. 한편 4.5세대에는 H01L23 관련 전자모듈제조, 패키징, 반도체 소자제작 등 전력반도체 분야의 기술개발이 활발히 진행되고 있는 것으로 파악되며, SiC 전력반도체와 더불어 GaN 전력반도체에 대한 개발 트렌드도 확인할 수 있었다.

V. 토의 및 결론

1. 차량용 반도체 기술 추세와 적용

자동차 전장화가 시작되고 차량용 반도체가 적용되기 시작한 1980년대(1세대)는 내연기관 점화, 토크, 조향 등 차량을 직접 구동, 제어하여 효율을 높이기 위한 엔진, 변속기 등에 사용되는 기술 중심으로 발전하였다.

1990년대(2세대)는 탑승자 안전과 주행중 사고방지에 대한 관심이 규제로 나타나기 시작하였다. 이에 따라 어린이를 중심으로 탑승자 보호를 위한 에어백 관련 안전기술과 사고방지를 위한 센서 및 측정/제어 관련 타이어 압력 측정, 모니터링, 가속도 센서 등이 핵심기술로 나타났다.

1990년대까지 수동으로 미러를 조작하던 수준의 자동차 전장화 기술은 2000년대(3세대)부터 정보통신기술과 융합되고 멤스(MEMS), 시스템 온 칩(SoC) 등 반도체 제조/공정의 발전과 함께 큰 변화를 맞이하게 되었다. 자동차와 정보통신기술의 융합을 바탕으로 차량 내외부 기기 간 연결을 위한 통신기술이 자동차에 본격적으로 적용되기 시작하였으며, 차량내 디스플레이가 장착되고 영상기술이 도입되면서 이미지 처리에 필요한 차량용 반도체가 각광받기 시작하였다. 교통정보시스템, 내비게이션과 같은 기술이 고급차부터 소형차까지 광범위하게 적용되며 운전 보조를 위한 반도체 기술의 중요도가 높아졌으며, 자동차 내외부 인지를 위한 센서 기술은 1990년대와 마찬가지로 차량용 반도체의 핵심분야로 나타났다.

2000년대 중반부터 사회적으로 친환경 자동차의 중요성이 강조되며 2010년대(4세대, 4.5세대)는 전기차가 주요기술로 부상하였으며, 전기차는 일반 내연기관 자동차보다 더 많은 전자기기에 의존하는 만큼 차량용 반도체의 중요도는 더욱 높아져갔음을 알 수 있다. 또한, 2010년 구글이 자율주행차 관련 내용을 발표하면서, 관련된 차량용 반도체 기술도 각광받게 되었다(Google, 2010). 전면감지시스템, 레이더, 오브젝트 위치탐색, 라이다 등 차량 내외부를 정밀하게 센싱할 수 있는 기술과 심박수 측정, 망막 검출 등 운전자의 생체신호 측정을 위한 차량용 반도체 기술이 주요기술로 나타나게 되었다.

2015년대(4.5세대)부터는 전통적인 반도체 제조/공정 기술 뿐만 아니라 3D 프린팅 등을 활용한 디지털 제조가 핵심기술로 주목받기 시작하였는데, 차량용 반도체 제조/공정과 4차 산업혁명 관련 3D 프린팅 등의 기술 융합에 기인한 것으로 분석된다. 또한 라이다, 레이더, 카메라 등 다양한 센싱 기술을 활용하여 차량 운행시 발생할 수 있는 사고를 방지하거나 운전자의 편의성을 향상시키는 운전보조 기술이 지속적으로 발전하고 보편화되고 있으며 향후 자율주행을 위한 시스템 기술로 진화할 것으로 보인다.

본 논문은 정형화된 분류체계를 탈피하여 차량용 반도체 기술 트렌드를 분석하였다. 자동차의 기초가 되는 파워트레인, 샤시, 차체 등은 2000년 이후 큰 변화가 없었고, 기존의 차량용 반도체 트렌드 분석을 위한 연구 역시 파워트레인, 샤시, 바디, 안전 등의 적용분야를 중심으로 분석하였다(전황수·허필선, 2008; 김경호, 2011; 이승규 외, 2012). 이와 같은 분류체계 하에서는 동일한 적용분야의 기술트렌드를 분석할 수는 있으나, 기술이 시장에 실제로 적용되기 전까지는 선진 기업들이 전략적으로 연구하는 기술분야를 파악하는데 한계가 있다. 또한 핵심기술을 나타내는 연구 집중도, 제품화 가능성 등을 확인하는데 어려움이 있다. 따라서, 본 연구는 특허를 기반으로 토픽 모델을 통해 분석하여 차량용 반도체의 기술 트렌드에 대한 정량적인 결과 도출이 가능하였고, 정형화된 분류체계 중심의 트렌드 분석에서 포함하지 못한 디지털제조, 생체분석 등 차량용 반도체 기술 추세를 확인하였으며, 세부 연구분야에 대한 다양한 관점을 제시하였다.

2. 기술 추세 변화의 영향요인

1990년대(2세대) 안전기술은 특허분석을 통해 에어백을 중심으로 이루어져 있는 주요기술임을 확인할 수 있었고, B60R21(우발 사고 또는 교통 위기의 경우 승원 또는 보행자에 상처를 입히지 않도록 하기 위한 차량의 장치 또는 부품)을 중심으로 구성되고 있다. 기술 발전사로 보면 에어백 기술은 1970~80년대 차량에 장착되기 시작하였으나 비싼 비용으로 인해 시장진입에 어려움을 겪었다. 1990년대 에어백이 탑승자 안전장치로서 효과를 갖기 위해 미국 National Highway

Safety Administration(NHTSA)에서 에어백 의무장착 입법화를 추진하여 에어백 관련기술이 급속하게 확산되고 적용되었다(Mashaw and Harfst, 2017). 2000년대(3세대)들어 미국 Environmental Protection Agency(EPA)는 배출가스 자기진단장치 기준, 자동차 배기가스 규정, 실도로 배출가스 평가방법, 비도로용 엔진 배기가스 규제 등 배기가스에 대한 규제를 엄격하게 강화하였다(산업통상자원부·한국산업기술진흥원, 2015). 1990년대 보급이 시작되었으나 수익성이 낮아 시장에서 도태된 전기차는 정부규제에 큰 영향을 받으며 핵심기술로 나타난 것으로 볼 수 있다. 최근, 미국에서 2018년 5월 1일 이후 생산되는 모든 차량에 대해 후방카메라 탑재를 의무화하는 법안이 최종 발효됨에 따라 운전보조 관련 시장은 더욱 확대될 것으로 전망된다(GPO, 2008). 또한, 전기차 주행소음 의무와 V2V 통신장비 장착 의무 등으로 향후 차량용 반도체 기술에 많은 영향을 끼칠 것으로 예측된다(산업통상자원부·한국산업기술진흥원, 2015). 정부규제는 에너지와 같은 산업에서 기술에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(김현제·정용태, 2009; 박장호·이봉규, 2011). 반면, 차량용 반도체는 안전 등 규제에 맞추기 위해 기술적 한계를 극복하고 산업현장에 적용하기 위해 핵심기술로 나타나는 차이점을 보이는 것으로 해석할 수 있다.

2010년대(4세대)부터 차량용 반도체 기술 트렌드 중 하나로 생체측정 기술이 확인되었다. 자율주행과 같은 새로운 자동차 산업으로 발전할수록 자동차는 운송수단에서 생활 공간으로 인식되고 있으며, 이에 따라 생체측정기술은 안전과 편의에 대한 시장(소비자)의 관심과 요구 사항이 반영된 결과라 할 수 있다. 기술적으로 심장박동수, 산소포화도 등 운전자의 건강상태를 측정하는 A61B5와 운전자의 심리적, 행태적 모니터링을 위한 망막검출, 3차원 제스처 인식 등의 G06K9 관련 기술이 주요 기술로 나타났다. 또한 측정된 생체신호 데이터를 전송, 처리하고 차량의 직접 제어를 위한 H04L29, H04W4, H04L12 기술이 함께 포함되었으며, 운전자의 스트레스 해소를 위한 맞춤형 음악과 같은 서비스를 포함하는 G06Q30도 관련 기술에 포함되고 있다. 이는 시장니즈에 의해 나타난 핵심기술이라 볼 수 있다.

2000년대(3세대) 주요기술인 차량통신기술은 통신시스템, 무선제어, 안테나 어레이, 네트워크 인터페이스, 데이터검색, 내비게이션 등으로 구성되어 있다. 2000년대 정보통신기술의 융합이 활발해지면서 다양한 통신시스템이 자동차에 접목되어 텔레매틱스(Telematics)와 같은 차량 무선인터넷 서비스를 위한 핵심기술로 나타나게 되었고, 다양한 디스플레이 처리는 이미지 처리기술의 융합으로 가능하게 되었다. 2015년 이후(4.5세대) 주요기술인 디지털제조(3D 프린팅)의 IPC와 특허적용분야를 분석하면, 반도체 디바이스 등에 대해 패턴인식, 이미지 분석 등을 통해 3D 프린팅(레이저 빔에 의한 가공, 금속분말에서의 공작물 또는 물품의 제조)으로 제조하는 기술로 분석된다. 3D 프린팅 기술은 2000년대 초반 건축이나 설계 등의 분야에서 주로 이용되었으나, 현재에는 자동차 부품제조를 포함하여 자동차 시제품 제작까지 활용되고

있다(박세환, 2014). 차량용 반도체를 포함한 자동차 제조를 위한 설계, 적층 제조를 위한 설계, 또는 3D 프린팅 등의 기술은 현재 활발히 개발, 발전 중이며, 로컬모터스와 같은 기업은 2014년 9월 시카고에서 열린 국제제조기술 전시회에서 자동차 부품 제조 등을 실제 데모로 구현하였다(김동욱, 2015). 디지털 제조는 3D 프린팅 등 새로운 제조기술의 융합으로 현재 차량용 반도체를 포함하는 부품단위까지 기술이 급속히 확장되고 있음을 시사한다. 이처럼 시장니즈와 기술융합은 타산업과 유사하게 기술 트렌드에 긍정적 영향을 끼치는 것으로 해석할 수 있다(김혜민 외, 2013; 이경표 외, 2013).

〈표 6〉과 같이 차량용 반도체 기술의 트렌드와 영향요인에 대한 분석은 향후 4차 산업혁명 시대에서 자율주행, 사물인터넷, 인공지능 등과 기술융합 뿐만 아니라 다양한 시장의 요구사항 및 그에 따른 안전/보안관련 정부규제가 미래기술에 큰 영향을 줄 수 있다는 점에서 시사점을 준다.

〈표 6〉 영향요인에 따른 차량용 반도체 기술 추세의 주요 사례

	1세대	2세대	3세대	4세대	4.5세대
정부규제	-	안전	-	전기차	전기차, 운전보조
시장니즈	-	-	-	생체측정	생체측정
기술융합	-	-	이미지 처리, 차량통신	차량통신	디지털제조

3. 결론

본 논문에서는 1980년 1월부터 2017년 7월까지 차량용 반도체 분야 미국 특허를 대상으로 기술 추세를 분석하였다. 특허 IPC 코드를 추출하여 토픽모델을 적용하였으며, IPC정보와 특허 정보 분석을 통해 주요기술을 정의하고 시대별 기술 추세를 확인하였다.

본 연구는 선행연구와 달리 특허의 IPC 코드를 활용하여 특허분석과 토픽모델을 통해 핵심 기술 분류와 기술 트렌드 도출에 정량적인 결과를 제시했다는 점에서 큰 의의가 있다. 기존의 분류체계 중심의 기술 트렌드 분석과는 달리 새로운 융합형 차량용 반도체 핵심기술을 발견할 수 있었고, 요소기술 변화의 다양성도 확인할 수 있었다. 또한, 기술 트렌드는 시대배경과 환경을 비롯하여 정부규제, 시장니즈, 기술융합 등에 따라 요소기술, 기술특성 등이 변화한다는 것을 확인할 수 있었다.

차량용 반도체의 경쟁력을 강화하기 위해서는 핵심기술개발 및 상용화뿐만 아니라 인프라 확충 등이 필요하며, 본 연구를 통해 도출된 기술 추세는 차량용 반도체 산업분야의 R&D 정책 수립과 산업계의 기술전력 수업을 위한 의사결정에 도움을 줄 것으로 기대된다. 또한 기술의

세부 요소기술 분류와 트렌드 분석결과를 제공하여 세부 연구개발 방향과 특허전략 수립에 효과적으로 활용될 것으로 기대된다.

본 연구의 성과를 통하여 본 향후 연구 방향은 다음과 같다. 본 연구에서는 차량용 반도체 분석 대상을 미국 특허로 한정하여 분석을 진행하였으나, 이는 글로벌 차량용 반도체 기술의 트렌드를 분석하는데는 한계가 있다. 따라서 추후 다양한 국가를 포함하는 비교분석을 함께 하고, 특허의 초록이나 논문 등을 함께 고려한다면 좀 더 직관적이고 가독성 있는 기술 추세 연구가 가능하다고 판단된다. 마지막으로 본 연구의 세대 분류 기준은 최초 10년 단위(1~3세대)에서 2010년대는 각각 5년(4세대), 2년 7개월(4.5세대)로 분류하였다. 자동차 산업의 패러다임 변화 시점 등 새로운 기간 분류방법을 포함한다면 좀더 입체적 연구가 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- 김갑조·윤다혜·황중환·선동주 (2017), “특허 토픽 모델링과 성장주기곡선을 통한 유망기술 발굴”, 「한국지능시스템학회 논문지」, 27(4): 357-363.
- 김경호 (2011), “자동차용 반도체에 대한 완성차업체의 대응”, 「오토저널」, 33(8): 93-97.
- 김동욱 (2015), “3D 프린팅을 통한 자동차 인쇄”, 「한국CAD/CAM학회 학회지」, 21(1): 2-6.
- 김현제·정웅태 (2009), “에너지 산업의 환경변화에 따른 기업결합과 규제”, 「에너지경제연구」, 8(1): 127-149.
- 김혜민·한정희·김연배 (2013), “기술사업화 정책 변화 방향 예측에 관한 연구”, 「산업경제연구」, 26(2): 803-824.
- 박세환 (2014), “3D 프린팅 산업동향 분석을 통한 연구개발정책 연구”, 「과학기술정책」, 24(3/4): 93-104.
- 박장호·이봉규 (2011), “에너지-IT융합 유망산업 및 육성분야 우선순위 도출시 핵심선정요인 분석”, 「인터넷정보학회논문지」, 12(3): 139-149.
- 박주섭·홍순구·김종원 (2017), “토픽모델링을 활용한 과학기술동향 및 예측에 관한 연구”, 「한국산업정보학회논문지」, 22(4): 19-28.
- 산업통상자원부·한국산업기술진흥원 (2015), 「주요 산업별 글로벌 기술규제」, 세종 : 산업통상자원부.
- 산업통상자원부 (2017), 「시스템반도체 산업 경쟁력 강화방안」, 세종 : 산업통상자원부.
- 손광준·전준표·이명희·권영수·임기택 (2016), 「차세대 신산업 창출을 위한 차량용 반도체 산

- 업 육성 전략」, 대구 : 한국산업기술평가관리원 KEIT PD Issue Report, 16(2): 25-55.
- 오승현·최하영·윤장혁 (2017), “특허의 토픽 모델링을 활용한 증강현실 기술 모니터링”, 「대한 산업공학회지」, 43(3): 213-228.
- 이경표·송영근·한우리·이성주 (2013), “2020년 미래 무선통신 유망기술 발굴”, 「한국통신학회 논문지」, 38(1): 108-126.
- 이명희·손광준·전준표 (2015), 「차량용 반도체 산업 육성을 위한 국내 기반 구축 방안」, 대구 : 한국산업기술평가관리원 KEIT PD Issue Report, 15(8): 31-42.
- 이승규·허상현·변영재 (2012), “자동차용 반도체 시장 동향 및 기술현황”, 「전자공학회지」, 39(9): 64-69.
- 임채국·윤두섭·박인채·박광만·고순주·윤병운 (2015), “특허분석을 통한 UI/UX(User Interface/ User Experience) 분야의 유망 연구영역 탐색”, 「경영과학」, 32(4): 1-18.
- 장혜진·노태연·윤병운 (2017), “오피니언 마이닝 및 특허분석을 통한 사용자 니즈기반 이중영역 기술기회 탐색”, 「대한산업공학회지」, 43(1): 39-48.
- 전황수·허필선 (2008), “차량용 반도체 시장동향 및 국내외 개발 현황”, 「주간기술동향」, 1370: 13-25.
- 정병기·김정욱·윤장혁 (2016), “융합기술의 동향분석을 위한 의미론적 특허분석 접근 방법 : 토픽모델링과 교차영향분석의 활용”, 「지식재산연구」, 11(4): 211-240.
- 한국전자동차협회 (2017), “5G 열쇠 쥌 자율주행차”, (2017.05.29.).
- Blei, D. M., Ng, A. Y. and Jordan, M. I. (2003), “Latent Dirichlet Allocation”, *Journal of machine Learning research*, 3: 993-1022.
- Chen, H., Zhang, G., Zhu, D. and Lu, J. (2017), “Topic-based Technological Forecasting based on Patent Data: A Case Study of Australian Patents from 2000 to 2014”, *Technological Forecasting & Social Change*, 119: 39-52.
- Cho, H. P., Lim, H., Lee, D., Cho, H. and Kang, K. (2018), “Patent Analysis for Forecasting Promising Technology in High-rise Building Construction”, *Technological Forecasting & Social Change*, 128: 144-153.
- Cho, Y. and Anderson, T. R. (2017), “Forecasting MBT Technologies using DEA and LR”, *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(4): 353-369.
- Cho, Y. and Daim, T. (2016), “OLED TV Technology Forecasting using Technology Mining and the Fisher-Pry Diffusion Model”, *Foresight*, 18(2): 117-137.
- Choi, S. and Jun, S. (2014), “Vacant Technology Forecasting using New Bayesian Patent

- Clustering”, *Technology Analysis & Strategic Management*, 26(3): 241-251.
- Cuhathakurta, S. and Ross, C. (2017), “Autonomous Vehicles and Energy Impacts: Scenario Analysis”, *Energy Procedia*, 143: 47-52.
- Google (2010), “What We’re Driving at”, (2010.10.9.).
- GPO (2008), “PUBLIC LAW 110 - 189 - CAMERON GULBRANSEN KIDS TRANSPORTATION SAFETY ACT OF 2007”.
- Griffiths, T. L. and Steyvers, M. (2004), “Finding Scientific Topics”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 5228-5235.
- Joung, J. and Kim, K. (2017), “Monitoring Emerging Technologies for Technology Planning using Technical Keyword based Analysis from Patent Data”, *Technological Forecasting & Social Change*, 114: 281-292.
- Jun, S., Lee, S., Ryu, J. and Park, S. (2015), “A Novel Method of IP R&D using Patent Analysis and Expert Survey”, *Queen Mary Journal of Intellectual Property*, 5(4): 474-494.
- Keller, J. and Heiko, A. (2014), “The Influence of Information and Communication Technology(ICT) on Future Foresight Processes: Results from a Delphi Survey”, *Technological Forecasting & Social Change*, 85: 81-92.
- Kim, G. and Bae, J. (2017), “A Novel Approach to Forecast Promising Technology through Patent Analysis”, *Technological Forecasting & Social Change*, 117: 228-237.
- Kim, S., Jang, D., Jun, S. and Park, S. (2015), “A Novel Forecasting Methodology for Sustainable Management of Defense Technology”, *Sustainability*, 7(12): 16720-16736.
- Kyebambe, M. N., Cheng, G., Huang, Y., He, C. and Zhang, Z. (2017), “Forecasting Emerging Technologies: A Supervised Learning Approach through Patent Analysis”, *Technological Forecasting & Social Change*, 125: 236-244.
- Mashaw, J. L. and Harfst, D. L. (2017), “From Command and Control to Collaboration and Deference: The Transformation of Auto Safety Regulation”, *Yale Journal on Regulation*, 34(1): 167-278.
- Mishra, D., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Papadopoulos, T., Dubey, R. and Wamba, S. (2016), “Vision, Applications and Future Challenges of Internet of Things: A Bibliometric Study of the Recent Literature”, *Industrial Management & Data Systems*, 116(7): 1331-1355.

- Momeni, A. and Rost, K. (2016), "Identification and Monitoring of Possible Disruptive Technologies by Patent-development Paths and Topic Modeling", *Technological Forecasting & Social Change*, 104: 16-29.
- Obrecht, M. and Denac, M. (2016), "Technology Forecast of Sustainable Energy Development Prospects", *Futures*, 84: 12-22.
- Ponweiser, M. (2012), "Latent Dirichlet Allocation in R", Diploma thesis, Institute for Statistics and Mathematics, WU(Wirtschaftsuniversitat Wien), Austria.
- Proskuryakova, L. (2017), "Energy Technology Foresight in Emerging Economies", *Technological Forecasting & Social Change*, 119: 205-210.
- Robinson, D. K. R., Huang, L., Guo, Y. and Porter, A. L. (2013), "Forecasting Innovation Pathways (FIP) for New and Emerging Science and Technologies", *Technological Forecasting & Social Change*, 80: 267-285.
- Song, K., Kim, K. and Lee, S. (2018), "Identifying Promising Technologies using Patents : A Retrospective Feature Analysis and a Prospective Needs Analysis on Outlier Patents", *Technological Forecasting & Social Change*, 128: 118-132.
- Suominen, A., Toivanen, H. and Seppänen, M. (2017), "Firms' Knowledge Profiles: Mapping Patent Data with Unsupervised Learning", *Technological Forecasting & Social Change*, 115: 131-142.
- Wangjiraniran, W., Pongthanasawan, J., Junlakarn, S. and Phadungsri, D. (2017), "Scenario Analysis of Disruptive Technology Penetration on the Energy Systemt in Thailand", *Energy Procedia*, 142: 2661-2668.

남대경

한양대학교 기술경영전문대학원에서 박사과정에 재학 중이다. 전자부품연구원에서 재직중이며 관심분야는 기술전략, 기술혁신시스템, 기술사업화 등이다.

최경현

Virginia Polytechnic Institute and State Univ.에서 "Industrial and Systems Engineering"으로 석사학위를 취득하였으며, 동대학원에서 박사학위를 받았다. 현재 한양대학교 기술경영전문대학원에서 교수로 근무 중이다. 주요 연구 분야는 Innovation Management, R&D Strategy & Management, Optimization, Operations Research 등이다.

[부 록]

IPC	Level4 설명
A61B5	진단을 위한 측정; 개인식별
B05D5	특별한 표면효과, 표면의 마감 또는 표면구조를 얻기 위하여 액체나 타유동성 물질을 표면에 작용시키기 위한 공정
B22F3	성형 또는 소결 방법에 특징이 있는 금속분말에서의 공작물 또는 물품의 제조; 특히 그것에 적합한 장치
B23K26	레이저 빔에 의한 가공
B60C23	특히 차량에 부착하는데 적합한 타이어압력 또는 온도의 측정, 경보장치 있는 타이어압력 또는 온도를 제어 또는 분배하는 장치
B60K9	K9 삭제됨
B60L1	전기 추진차량의 보조장치에 전력공급
B60L11	차량 내부에 동력공급원을 가지는 전기적 추진장치
B60Q1	광학적 신호 또는 조명장치의 배치, 그의 취부 또는 지지 또는 그를 위한 회로
B60Q3	차량 내부를 위한 조명 장치의 배치; 차량 내부에 특별히 적합한 조명장치
B60R1	광학적 시계장치
B60R21	우발 사고 또는 교통 위기의 경우 승원 또는 보행자에 상해를 입히지 않도록 하기 위한 차량의 장치 또는 부품
B62D5	동력 보조 또는 동력 구동되는 조향
F02B3	공기압축후 연료를 부가하는 것에 특징이 있는 기관
F02D5	D5 삭제됨
F02P1	마그네트 또는 다이아모발생기에 발생하는 전기점화 에너지를 사용하는 장치로서 축전장치를 가지지 않는 것
F02P3	점화 전원 발생 저장 타입에 특징이 있는 그 외의 전기스파크 점화장치
F02P5	조기진행 또는 지연된 전기 점화 스파크; 그 제어
F21S8	고정 설치 되도록 의도한 조명 장치
G01C17	컴퍼스(compasses); 항법 또는 측량을 위해 진북 또는 자북을 탐지하는 장치
G01C21	항법
G01M15	엔진의 시험
G01M17	차량의 시험
G01N21	광학적 수단, 즉 적외선, 가시광선, 또는 자외선을 이용하여 재료의 조사 또는 분석
G01N27	이 서브클래스의 다른 어느 그룹에도 포함되지 않는 세부
G01P15	가속도의 측정; 감속도의 측정; 충격, 즉 가속도의 급격한 변화의 측정
G01P3	직선 또는 각속도의 측정; 직선 또는 각속도의 차이 측정
G01R31	전기적 특성을 시험하기 위한 장치; 전기적 고장의 위치를 나타내기 위한 장치; 달리 분류가 되지 않고 시험하는 것에 특징이 있는 전기적 시험을 위한 장치
G01R33	자기량을 측정하는 계기 또는 장치
G01S13	전파의 반사 또는 재방사를 사용하는 방식; 파의 특성 또는 파장에 무관하거나 규정되지 않은 파류의 반사 또는 재방사를 사용하는 유사방식

G01S7	방식의 세부
G02B5	렌즈 이외 광학요소
G02F1	독립된 광원으로부터 도달한 광의 강도, 색, 위상, 편광 또는 방향의 제어를 위한 장치 또는 배치
G05B11	자동제어장치
G05B15	계산기로 제어되는 계
G05D1	육용, 수용, 공중용, 우주용 운행체의 위치, 진로, 고도 또는 자세의 제어
G05D23	온도의 제어
G06F11	에러 검출; 에러 정정; 모니터링
G06F15	디지털 컴퓨터 일반; 데이터 처리 장비 일반
G06F17	디지털 컴퓨팅 또는 데이터 프로세싱 장비, 방법으로서 특정 기능을 위해 특히 적합한 형태의 것
G06F19	특수한 어플리케이션에 특히 적합한 디지털 컴퓨팅 또는 데이터 처리 장치 또는 방법
G06F3	컴퓨터로 처리할 수 있는 형식으로 전송된 데이터를 변환하는 입력기구; 처리장치로부터 출력장치로 데이터를 전송하기 위한 출력기구
G06F7	취급하는 데이터의 순서 또는 내용을 조작하여 데이터를 처리하기 위한 방법 또는 장치
G06F9	프로그램제어를 위한 장치
G06K9	인쇄문자, 손으로 쓴 문자를 독취하거나 인식 또는 패턴을 인식하기 위한 방법 또는 장치
G06Q30	거래
G06T7	이미지 분석
G08B13	강도, 도둑 또는 침입자에 대한 경보
G08B21	단일의 특정한 바람직하지 못한 또는 이상상태에 응답하는 경보 내지 다른 곳에 속하지 않는 것
G08G1	도로 차량을 위한 교통 제어 시스템
H01B1	도전재료를 특징으로 하는 도체 또는 도전물체; 도체로서의 재료의 선택
H01L21	반도체장치 또는 고체 장치 또는 그러한 부품의 제조 또는 처리에 특별히 적용되는 방법 또는 장비
H01L23	반도체 또는 다른 고체장치의 세부
H01L27	하나의 공통기관내 또는 기관상에 형성된 복수의 반도체구성부품 또는 기타 고체구성부품으로 구성된 장치
H01L29	정류, 증폭, 발진 또는 스위칭에 특별히 적용되는 반도체 장치이며, 적어도 1개의 전위 장벽 또는 표면 장벽을 가지는 것; 적어도 1개의 전위 장벽 또는 표면 장벽을 가지는 캐패시터 또는 저항
H01L31	적외선 복사, 가시광, 단파장의 전자기파, 또는 입자 복사에 감응하는 반도체 장치로, 이들 복사에 의한 에너지를 전기적 에너지로 변환하거나 이들 복사에 의해 전기적 에너지를 제어하는 것에 특별히 적용되는 것
H01L33	광의 방출에 특별히 적용되는 적어도 한개의 전위 장벽 또는 표면 장벽을 가지는 반도체장치
H01M10	2차전지; 그의 제조
H02J7	축전지의 충전 또는 감극 또는 축전지로부터 부하에의 전력급전을 위한 회로장치
H02M7	교류입력-직류출력변환; 직류입력-교류출력변환
H02P1	전동기 또는 회전 변환기의 기동 장치
H02P9	목표 출력을 얻기 위한 발전기 제어장치
H03K17	전자적 스위칭 또는 게이팅, 즉 메이크 및 브레이크접점에 의하지 않는 것

H03K3	전기적 펄스의 발생; 단안정, 쌍안정 또는 다안정 회로
H04B1	전송시스템의 세부; 전송매체에 의하여 특징지어지지 않는 시스템의 세부
H04L12	데이터 스위칭 네트워크
H04L29	그룹 1/00에서 H04L 27/00의 하나에도 포함되지 않는 배치, 장치회로 또는 시스템
H04N21	선택적 콘텐츠 분배
H04N5	텔레비전 시스템의 세부
H04N7	텔레비전시스템
H04W4	무선통신네트워크에 대해 특히 적용된 서비스나 설비
H05B39	백열광원을 동작시키는 회로장치 또는 장치로서 특수한 것에는 응용되지 않는 것
H05K7	상이한 형의 전기장치에 공통된 구조적 세부