



## 특허인용정보 기반의 연구집중도 분석에 관한 연구: 구글의 자율주행자동차 기술 중심으로

### A Study on Analysis of R&D Intensity based on Patent Citation Information: Case Study on Self-driving Car of Google

이준석\* · 김종찬\* · 이준혁\* · 박상성\*\*† · 장동식\*

Junseok Lee, Jongchan Kim, Joonhyuck Lee, Sangsung Park<sup>†</sup>, and Dongsik Jang

\*고려대학교 산업경영공학부, \*\*고려대학교 기술경영전문대학원

\*School of Industrial Management Engineering, Korea University

\*\*Graduate School of Management of Technology, Korea University

#### 요 약

자율주행자동차는 자동차 스스로가 도로 위의 상황을 분석하고 판단하여 움직이는 인공지능과 자동차가 결합된 형태이다. 자율주행자동차에 대한 연구결과가 최근 언론을 통해 공개가 되고 있으며, 선두기업으로 구글이 평가받고 있다. 기술경영에서 기업의 연구개발방향 파악 및 개발전략수립을 위해 다양한 정보를 포함하고 있는 특허정보의 활용은 좋은 대안으로 평가받고 있다. 본 논문에서는 구글의 자율주행자동차에 대한 집중연구방향 파악 및 기술개발전략수립을 위해 구글의 자율주행자동차 관련 특허문서를 대상으로 문헌의 질적 측면을 평가할 수 있는 인용정보를 이용하여 사회네트워크분석 기반의 연구집중도 분석을 수행한다. 분석결과, 구글에서는 하드웨어 분야에 대한 기술이 미흡하여 최근까지 하드웨어 제어부분에 대한 기술개발에 집중할 것을 확인할 수 있으며, 현재 이 기술에 대하여 상당한 성과를 이룬 것으로 파악된다. 후발 기업에서는 향후 표준화를 대비하여 구글과의 공동연구를 진행하는 것이 필요할 것으로 예상된다.

키워드 : 자율주행자동차, 특허문서, 사회네트워크분석, 연구집중도

#### Abstract

An autonomous vehicle is a convergence of artificial intelligence and a vehicle which can drive itself while analyzing the real-time situation on a road without a driver. A lot of research achievements have been revealed through the media and Google is considered to be the best leading company in this field. The use of patent information which contains various information such as bibliographic data and information about technologies is a good way to find out the R&D direction of a company and develop a reasonable strategy. This study is aimed at investigating the direction to which Google focuses its R&D capabilities and establishing strategies for technology development. Google's patents about autonomous vehicles were collected and the degree of research bias was analyzed using Social Network Analysis based on citations indicating the quality of a patent. Based on the results, the strategies for technology development was eventually proposed. As a result, it was revealed that Google focused its R&D capabilities on the part of hardware control to make up for its lack of hardware-oriented technologies. As of now, Google obtained remarkable achievements, so it seems reasonable that last-movers consider cooperative research with Google.

Key Words : Self-Driving Car, Patent, Social Network Analysis, R&D Intensity

Received: Jul. 27, 2016

Revised: Jul. 28, 2016

Accepted: Jul. 29, 2016

<sup>†</sup>Corresponding authors

hanyul@korea.ac.kr

## 1. 서 론

본 연구는 2015년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (한국연구재단-NRF-2015RID1A1A01059742). 본 연구는 BK21 플러스사업(고려대학교 제조-물류 분야에서의 빅데이터 운용 사업팀)으로 지원된 연구임.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1770년 증기 자동차가 개발된 후, 현재까지 자동차는 성능, 안전성, 환경보호 등 다방면에서 끊임없는 발전을 거듭하였다. 최근에는 운전자 없이 운행가능한 자동차가 등장하기에 이르렀다. 운전자 없이 운행가능한 자동차를 무인자동차(Autonomous vehicle, driverless car) 또는 자율주행 자동차(Self-driving car)라고 하며, 세계 각국의 완성차업체에서는 개발된 자율주행자동차 기술을 언론을 통해 종종 공개하며 자율주행자동차 시대가 도래하고 있음을 알리고 있다. 최근에는 IT 기업 또한 자율주행자동차 기술개발에 참여하고 있으며, 대표적으로는 2010년 구글사에서 공개한 Google self driving car가 있다 [1].

경쟁적으로 연구개발을 수행하는 상황에서 전략 없는 연구개발은 향후 막대한 시간 및 경제적 손실을 야기할 수 있기 때문에 R&D현황에 대한 충분한 사전조사가 선행되어야 할 필요가 있다. 이를

위해, 특허데이터의 활용은 좋은 대안이다 [2].

본 논문에서는 최종적으로 자율주행자동차 개발전략을 제시하기 위해 특허정보를 활용하여 다음과 같은 순서로 연구를 수행한다. 자율주행자동차 연구의 선두그룹으로 파악되고 있는 구글의 기술개발 현황을 파악하기 위한 정보로 특허를 수집하고, 수집된 특허정보가 분석 가능 하도록 전처리과정을 수행한다. 이후, 특허데이터의 인용정보를 추출하고, 제안된 방법에 따라 핵심인용특허정보를 선별한다. 선별된 특허를 분석함으로써 최종적으로 구글의 연구 집중분야를 선정 및 기술개발전략을 제시한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 자율주행자동차

자율주행자동차(self-driving car)는 운전자가 없이 스스로 목적지 까지 운행할 수 있는 자동차를 가리키는 것으로서, 무인자동차 (autonomous vehicle)라고도 불린다.

최근 인공지능(Artificial Intelligent)의 수준은 컴퓨팅 능력의 향상, 개발된 다양한 센서 그리고 빅데이터 처리 기술의 발전 등으로 단순히 사용자(user)가 부여하는 작업(work)만 해결하는 단계를 넘어서 주어진 데이터를 이용하여 목적(task)을 해결하기 위해 스스로 학습하고 판단할 수 있는 단계에 이르렀다. 이를 상징하는 것 중 하나가 대표적으로 알파고(AlphaGo)가 있다 [3]. 자율주행자동차가 도로에서 운행되기 위해서는 외·내부의 다양한 요인을 수집하고 판단할 수 있는 능력이 있어야 한다. 예를 들면, 시각센서를 통해 차량 밖의 상황을 인지하여 상황에 따라 적절한 가속, 감속, 정지, 회피 등의 대응을 하는 것이다. 따라서 자율주행자동차가 운행되기 위해서는 다양한 센서를 통해 정보가 수집되고 인공지능을 통해 상황에 따른 적절한 판단과 움직임이 필요한 것이다.

각 국가별 자율주행자동차의 기술개발 현황을 살펴보면, 미국은 처음 무인무기개발을 촉진시키기 위해 2004년부터 DARPA에서는 Grand & Urban Challenge를 개최하였다 [4]. 유럽과 일본 또한 각 국가만의 방식으로 자율주행자동차 기술개발을 시작 및 지원하기 시작하였다. 유럽에서는 완성차 및 자동차부품 생산 업체가 협력하여 수행하는 SARTRE(Safe Road Trains for the Environment) 프로젝트가 있다. 일본에서는 이보다 늦은 2012년 정부주도의 Auto Pilot System 위원회를 설치하여 자율주행자동차 개발을 추진하고 있다 [4]. 국내의 경우에서 미국, 유럽, 일본에 비하여 최근에서야 관련 법률이 제정되어 자율주행자동차에 대한 연구가 상당히 더딘 상태이다 [5].

### 2.2 기술경영에서의 특허의 유용성

특허의 본질은 발명에 대한 창의성, 독창성을 보호함으로써

발명을 장려하고 발명자에 대한 권리를 보장하기 위함이다 [6]. 종래의 특허는 법률적인 관점이 중시되어 발명에 대한 권리보호를 주목적으로 하였다.

지식사회에 진입하기 이전에는 발명에 대한 권리를 보장하기 보다는 모방하여 수익을 창출하는 형태가 다수 존재하였다. 산업이 고도화되고 경쟁이 심화됨에 따라 기업에서는 개발된 기술을 보호받고 경쟁기업의 추격을 저지하기 위한 수단으로 특허를 다시 활용하기 시작하였다 [7]. 심지어, 발명을 장려하고 보호하기 위하여 제정된 특허법은 특허괴물(Patent troll)로 불리는 일부 기업에서는 수익창출의 도구로써 이용되기에 이르렀다 [8].

양면성을 갖고 있는 특허는 최근 기계학습과 데이터마이닝 알고리즘의 발달로 새로운 관점에서 해석되고 있다. 대표적으로는 특허데이터를 활용한 기술예측방법론이 있다 [9]. 또한 특허데이터는 기술의 가치를 평가하기 위한 요소로 사용되고 있다 [2].

### 2.3 사회네트워크분석을 적용한 특허분석방법론

네트워크 이론(network theory)을 기반으로 하고 있는 사회 네트워크분석(Social Network Analysis, SNA)은 사회학(sociology) 분야에서의 분석을 위한 핵심 기법으로 급부상하였다 [10].

SNA는 개별적인 요소를 나타내는 노드(node)와 이것들을 연결하는 연결선(edge, link)을 이용하여 네트워크 형태로서 구성되며, 인간관계, 관심사 및 지식관계 등을 분석하는데 활발히 적용되고 있다 [10, 11]. SNA는 노드 간의 관계를 단순히 시각적으로만 제공해 주는 것뿐만 아니라 통계정보 또한 포함시킬 수 있다는 장점이 존재한다. 대표적으로 중개중심성, 근접중심성, 그래프중심성 등의 지표가 있다. 이러한 장점으로 현재는 사회학뿐만 아니라 공학 및 경영학 등에서도 적용되어 새로운 결과를 도출하는데 이용되고 있다 [12]. 특정 대상간의 관계(relation)를 분석하는데 있어 유용한 SNA는 특허데이터분석에도 도입되어 다양한 결과를 도출하는데 도움을 주는 것을 확인할 수 있다. Jun(2012)은 SNA를 특허데이터 분석에 적용하였으며, 분석결과를 바탕으로 중심기술예측을 실시하였다 [13]. Kim(2015)은 핵심기술을 추출하기 위해 SNA를 적용하였으며, 그 결과로 액체원료 기화장치 효율향상에 대한 핵심기술 후보군을 도출하였다 [14].

이렇듯, SNA는 특허분석에서도 상당히 유용한 정보를 도출하는데 도움을 주는 것을 알 수 있다.

## 3. 연구집중도 분석을 위한 제안된 방법

본 연구에서는 구글에서 출원한 자율주행자동차 특허를 대상으로 현재 집중하고 있는 핵심연구 분야를 파악하고

후발기업에 대한 연구방향을 제안한다. 이를 위해서, 구글에서 출원한 자율주행자동차 관련 기술특허를 수집하고, 특허의 인용정보를 활용하여 현재 집중적으로 연구 되고 있는 기술특허와 파급력이 높을 것으로 예상되는 기술특허를 추출한다. 최종적으로 목표기업의 집중되고 있는 연구기술을 파악할 수 있다. 그림1은 제안된 방법에 대한 절차를 나타낸다.

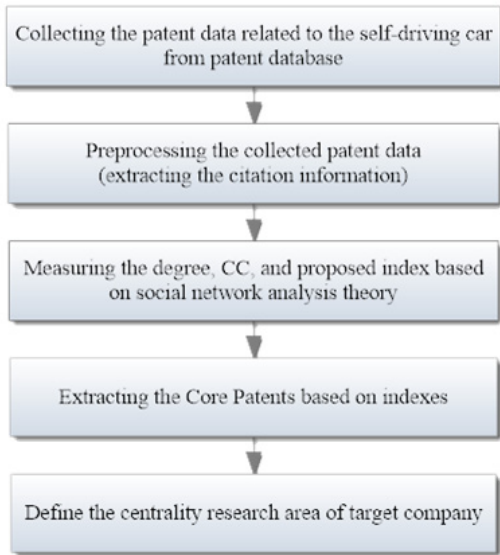


그림 1. 제안된 방법론  
Fig. 1. Methodology

먼저 분석하고자 하는 목표기업의 집중되고 있는 연구 분야를 파악하기 위해 특허데이터를 수집한다. 수집한 특허데이터는 분석하고자 하는 목적에 맞추어 적절한 전처리 과정을 필요로 하며, 본 연구에서는 특허의 인용 및 피인용 정보를 추출하기 위해 전처리과정을 수행한다. 추출된 인용 및 피인용 정보는 인용한 또는 인용된 특허문서번호만을 포함하고 있기 때문에 정량지표로의 변환이 필요하다. 본 논문에서는 사회네트워크분석을 기반으로 한 정량지표 연결선수(degree), 매개중심성(betweenness centrality, BC), 근접중심성(closeness centrality, CC)을 산출한다. 다음 식(1) 과 식(2)는 BC와 CC를 각각 나타낸다.

$$C_{betweenness}(v) = \sum_{i \neq v} \sum_{j \neq v, i} \frac{g_{ijv}}{g_{ij}}, v = 1, \dots, n. \quad (1)$$

$g_{ij}$ 는 노드  $i$ 에서  $j$ ( $\neq i$ )로가는 최단경로의 수를 나타내고,  $g_{ijv}$ 는 노드  $i$ 에서  $j$ ( $\neq i, \neq j$ )로가는 최단경로 중 노드  $v$ ( $\neq i$ )를 거치는 경우의 수를 나타낸다 [10, 11, 15].

$$C_{closeness}(i) = \frac{\sum_{j \neq i} 1/d(i, j)}{n-1}, i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

$d(i, j)$ 는 노드  $i$ 에서  $j$ 에 이르는 최단거리를 나타내고, 이것의 역수를 취함으로써 노드  $i$ 부터  $j$ 까지의 근접도로 표현한다. 최종적으로 총노드의 개수에서 자기 자신을 뺀  $n-1$ 로 나눔으로써 근접중심성을 표현할 수 있다 [13].

계량서지학에서 인용정보는 문헌의 질적 측면을 평가하기 위해 종종 사용되는 방법이다 [16]. 기존의 CC를 인용분석에서 사용할 경우, 인용의 횟수는 인용한 또는 인용된 문서에 대한 위치를 알 수 없다는 한계점으로 인하여 그 중요도를 반영할 수 없다는 문제점이 존재한다. 본 연구에서는 인용특허에 대한 중요도를 평가하기 위해 CC에 가중치를 반영한 다음 식(3)을 제안한다.

$$CC_{adj}(i) = degree(i) \times \frac{\sum_{j \neq i} 1/d(i, j)}{n-1}, i = 1, \dots, n. \quad (3)$$

식(3) 중,  $d(i, j)$ 는 노드  $i$ 에서  $j$ 에 이르는 최단거리를 의미한다. 연결선 수(degree)는 네트워크내 노드에 연결되어 있는 선을 수치적 표현으로 나타내는 것으로써 개별 노드의 부분적인 특성을 나타낸다 [11]. 식(3)은 각 노드의 근접도에 각 노드의 연결선 수를 가중치로 부여함으로써 상대적으로 다른 노드와 비교하였을 때, 얼마나 많은 노드와 근접한가를 나타낼 수 있다. 결국, 본 연구에서 노드는 특허문서를 나타내기 때문에 식(3)을 이용한다면 인용한 특허가 다른 후행특허들과 많이 연결되어 있는지와 그 위치를 반영하므로 식(3)의 결과 값이 높은 노드(특허문서)는 “특정분야의 기술개발을 위해 필요하고 중요한 선행기술이다” 라는 충분조건을 만족시킬 수 있다.

#### 4. 실험 및 결과

제안된 방법을 증명하기 위해 구글에서 출원한 자율주행자동차 관련 특허를 대상으로 실험을 실시한다. 먼저, 특허데이터베이스 LexisNexis에서 다음 표1의 검색식을 이용하여 특허데이터를 수집한다.

표 1. 데이터수집을 위한 검색식  
Table 1. Search query for collecting data

Search Query	Result
(self-driving or autonomous or driverless or manless or unmanned) and (vehicle or car or automobile or motor or wheels) AND Assignee(Google)	282

검색결과, 구글에서 출원한 자율주행자동차 관련 특허는 현재까지 282건을 출원한 것을 확인할 수 있다. 수집된 특허에는 5건의 디자인특허가 포함되어 있었으나, 디자인특허는 본 연구에서 불필요하므로 제외한다. 그림2는 수집된 특허문서를 기반으로 한 연도별 출원 현황이다.

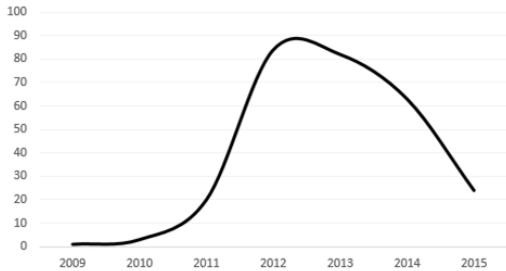


그림 2. 연도별 출원 현황  
Fig. 2. Patent Applications From 2009 to 2015

2009년 특허가 출원된 이후 2012년을 정점으로 출원이 약간 감소한 것을 확인할 수 있으나, 특허는 출원 후 1년 6개월이 지난 시점에서야 그 정보가 공개 되는 것을 감안하면 2015년에 출원된

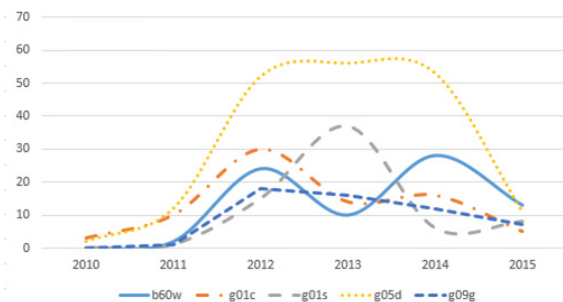


그림 3. 상위 IPC코드의 연도별 추이  
Fig. 3. Trend on Patent IPC code Years

표 2. 상위 랭크된 IPC코드의 정의  
Table 2. Definition of Top Ranked IPC Code

IPC code	Define
G05D	Systems for controlling or regulating non-electric variables
G01C	Measuring distances, levels or bearings; surveying; navigation; gyroscopic instruments; photogrammetry or videogrammetry
B60W	Conjoint control of vehicle sub-units of different type or different function; control systems specially adapted for hybrid vehicles; road vehicle drive control systems for purposes not related to the control of a particular subunit
G01S	Radio direction-finding; radio navigation; determining distance or velocity by use of radio waves; locating or presence-detecting by use of the reflection or reradiation of radio waves; analogous arrangements using other waves
G09G	Arrangements or circuits for control of indicating devices using static means to present variable information

특허는 아직까지 미공개된 특허가 상당수 존재하는 것으로 생각할 수 있다.

그림3은 상위 IPC코드에 대한 연도별 현황을 나타낸다. 출원된 특허에는 G05D가 가장 많이 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었고, 다음으로 G01C, B60W, G01S, G09G 순임을 알 수 있다. 그림3의 결과를 바탕으로 표2에서 정의된 내용을 살펴보면 구글에서 출원한 특허의 상당수는 자동차를 제어하기 위한 기술에 관한 것과 주변 탐지를 위한 기술인 것을 확인할 수 있다.

다음으로는 구글에서 출원한 특허가 인용하고 있는 특허의 정보를 확인하여 많이 집중적으로 연구되고 있는 분야를 파악한다. 이때, 연결선수(degree), 중개중심성(Betweenness Centrality, BC), 보정된 근접중심성(Adjusted closeness centrality, ACC), IPC코드를 고려한다. 그림4는 ACC를 기준으로 상위 10개의 사회네트워크분석 결과를 나타낸 것이고, 표3은 그 중 일부를 나타낸다.

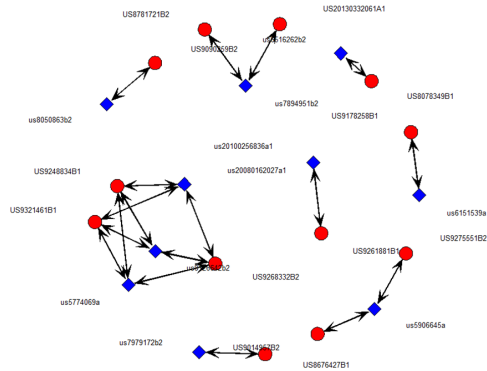


그림 4. ACC 상위 10개 사회네트워크 그래프  
Fig. 4. ACC Top ranked Social Network Graph

표 3. 실험결과  
Table 3. Experimental Result

Patent No.	IPC Code	Degree	BC	ACC
US774069A	G01C	40	210383,7	10,04
US8050863B2	G01C	38	203738,0	9,634
US6516262B2	G05D	37	144692,2	9,307
US8126642B2	G06F	31	277546,5	8,169
US7894951B2	G08G	30	91435,7	7,565

ACC를 이용하여 핵심인용특허 15개를 추출한 결과, G01C를 포함하고 있는 특허문서가 4건으로 가장 많이 인용하고 있는 기술 분야인 것을 확인할 수 있었다. 상위에 포함된 인용특허 4건의 정보는 다음 표4에 나타내었다.

구글에서 인용한 상위에 포함된 기술분야 G01C의 특허를 살펴본 결과, 자동차의 위치 및 방향신호를 발생시키고 그것을 GPS 등으로부터 다시 수신 받아 자율 제어기(self-contained autonomous controller)를 통해 차량의 이동경로를 지속적으로 업데이트하여 차량 스스로가 최종 목적지에 도달할 수 있도록 하는 기술을



포함하고 있었다. G05D분야 또한 상위 인용기술분야에 포함되어 있었다. 이 분야의 경우에서는 자율주행자동차의 제어 및 관리에 관한 기술인 것을 확인할 수 있었다.

표 4. 인용정보기반의 핵심특허 도출  
Table 4. Core Patents Extracted from Backward Information

Patent No.	Patent Title	Applicant
US2008-049495 (2008)	Autonomous Vehicle Travel Control Systems and Methods	Intelligent technologies international, inc
US8126642B2 (2008)	Control and systems for autonomously driven vehicles	Gray&company .inc
US8050863B2 (2006)	Navigation and control system for autonomous vehicles	Gray&company .inc
US6151539A (1998)	Autonomous vehicle arrangement and method for controlling an autonomous vehicle	Volkswagen AG

최종적으로 구글에서 출원한 자율주행자동차 관련 특허를 제안된 방법에 따라 분석하고 확인한 결과 다음과 같은 사실을 시사한다. 구글은 2009년 자율주행자동차분야의 특허를 출원한 이후 현재까지 G05D, G01C, G01S 등 자율주행자동차를 제어하기 위한 기술에 집중적으로 연구했다는 것을 추측할 수 있다. 상위에 포함된 기술분야는 하드웨어분야의 기술로서 구글은 인터넷검색 분야의 집중하고 있는 ICT기업이라는 것을 감안할 때, 이에 대한 원천기술은 부족하였을 것으로 생각할 수 있다. 따라서, 구글은 자율주행자동차 개발을 위해 최근까지 제어 기술에 집중적으로 연구하였다는 것을 파악할 수 있다.

### 5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 특허인용정보 기반의 연구집중도 분석을 수행하기 위해 사례연구로써 구글에서 출원한 자율주행자동차 관련 특허를 이용하였다.

제안된 방법론을 설명하기 위해 특허검색을 통해 수집한 특허데이터를 분석한 결과, G05D, G01C, B60W분야가 상위 기술에 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 집중적으로 연구되고 있는 분야를 상세히 확인하기 위해 사회네트워크분석과 이를 기반으로 한 보정된 근접중심성을 이용하여 핵심인용특허 5건을 선정하였다.

그 결과, 구글은 G01C, 즉 차량이 포함하고 있는 센서가 수집한 정보를 지속적으로 송수신하며 능동적으로 차량을 최종 목적지에 도달할 수 있도록 하는 기술에 대해 2009년부터 2015년 사이 기간 동안 집중적으로 연구를 수행한 것을 발견할 수 있었다.

구글은 이 분야를 상당기간동안 집중적으로 연구함과 동시에 자율주행자동차 운행을 통해 막대한 데이터를 확보하였기 때문에 이것이 향후 표준화에서 유리하게 작용할 수 있을 것으로 생각된다.

차량의 특성상 각국의 법적 규제를 만족시켜야만 판매 및 운행이 가능하기 때문에 자율주행자동차가 향후 수출입이 가능하려면 표준화가 필요할 것으로 예상된다. 따라서 G01C분야에 대한 원천기술을 확보하기 위해서는 현재로써 구글이 인용하였던 특허뿐만 아니라 구글에서 출원한 특허를 집중 분석할 필요가 있을 것으로 생각되며, 공동연구 등을 수행한다면 향후 표준화가 정립되었을 때 지불해야하는 로열티 등을 감소시키고 그 비용으로 새로운 기술개발 연구를 수행하는데 이용될 수 있어 경쟁력 향상에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

### References

- [1] John Markoff, "Google Cars Drive Themselves, in Traffic," Available: <http://www.nytimes.com/2010/10/10/science/10google.html>, 2010, [Accessed: April 30, 2016]
- [2] Holger Emst, "Patent Information for Strategic Technology Management," *World Patent Information*, vol. 25, Iss. 3, pp. 233-242, 2009.
- [3] Anmol Sachdeva, "Google CEO Sundar Pichai Predicts The Rise of AI Assistantism And The End Of Computers Being Just 'devices'", Available: <http://thetechportal.in/2016/05/01/google-ceo-sundar-pichai-predicts-rise-ai-assistants-end-computers-just-devices/>, 2016, [Accessed: May 1, 2016]
- [4] Anderson, J.M., Kalra, N., Stanley, K.D., Sorensen, P., Samaras, C., Oluwatola, O., *Autonomous Vehicle Technology*, Rand Corporation, 2014.
- [5] J.H. Cho, "A domestic development of self-driving car, where is it", Available: [http://www.zdnet.co.kr/news/news\\_view.asp?article\\_id=20150331165230](http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?article_id=20150331165230), 2015, [Accessed: April 30, 2016]
- [6] Korean Intellectual Property Office, Korea Invention Promotion Association, *Patent and Information Analysis for Researcher*, Kyungseong publishing company, 2009.
- [7] C.K. Park, Sequential Innovation, Patent Regimes, and Patent Race, *The Korean Economic Association*, Vol. 58, No. 4, pp. 35 - 73, 2010.
- [8] Tim Pohlmann, Marieke Opitz, "Typology of the patent troll business", *R&D Management*, Vol. 43, No. 2, pp. 103 - 120, 2013.

[9] B.U. Yoon, Y.T. Park, "Development of new technology forecasting algorithm: Hybrid approach for morphology analysis and conjoint analysis of patent information", *IEEE Transactions*, Vol. 54, No. 3, pp. 588 - 599, 2007.

[10] Scott, J., *Social Network Analysis*, Sage, 2012.

[11] M.H. Heo, *Introduction to Social Network Analysis using R*, Free Academy, 2012.

[12] H.J. Lim, "Analyzing the Spatial Structure of Knowledge Network through Social Network Analysis", *Korea Planners Association*, Vol. 48, no. 6, pp. 235 - 248, 2013.

[13] S.H. Jun, "Central Technology Forecasting using Social Network Analysis", *Computer Applications for Software Engineering*, Vol. 340, pp. 1 - 8, 2012.

[14] H.Y. Kim, J.K. Kim, J.H. Lee, S.S. Park, D.S. Jang, "A Novel Methodology for Extracting Core Technology and Patents by IP Mining", *Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 25, No. 4, pp. 392 - 397, 2015.

[15] Carter T. Butts, "Social Network Analysis with sna", *Journal of Statistical Software*, Vol. 24, No. 6, pp. 1 - 51, 2008.

[16] J.Y. Lee, "A Study on Document Citation Indicators Based on Citation Network Analysis", *Korean Society for Library and Information Science*, Vol. 45, No. 2, pp. 119 - 143, 2011.

[17] J.H. Kang, J.C. Kim, J.H. Lee, S.S. Park, D.S. Jang, "A Patent Trend Analysis for Technological Convergence of IoT and Wearables", *Korean Institute of Intelligent Systems*, Vol. 25, No.3, pp. 306 - 311.

**저 자 소 개**



**이준석(Junseok Lee)**

2013년 : Zhejiang University, Mechanical Engineering and Automation, 공학사  
 2014년~현재 : 고려대학교 대학원  
 산업경영공학부  
 석박사통합과정

관심분야 : Patent Analysis, Data Mining  
 Phone : +82-2-3290-3900  
 E-mail : jxli12@korea.ac.kr



**김종찬(Jongchan Kim)**

2013년 : 청주대학교 통계학과 이학사  
 2013년~현재 : 고려대학교 대학원  
 산업경영공학부  
 석박사통합과정

관심분야 : Technology Forecasting, Statistical Analysis  
 Phone : +82-2-3290-3900  
 E-mail : ourjongchan@korea.ac.kr



**이준혁(Joonhyuck Lee)**

2012년 : 한국항공대학교 정보통신공학과  
 공학사  
 2014년 : 고려대학교 대학원 산업경영공학부  
 공학석사  
 2014년~현재 : 고려대학교 대학원  
 산업경영공학부 박사과정

관심분야 : Predicting Business Performance, Management of Technology  
 Phone : +82-2-3290-3900  
 E-mail : iguana751@korea.ac.kr



**박상성(Sangsung Park)**

2006년 : 고려대학교 대학원  
 산업시스템정보학과 공학박사  
 2006년~2014년 : 고려대학교 산업경영공학부  
 연구교수  
 2014년~현재 : 한국지식재산전략원 평가위원

2015년~현재 : 고려대학교 기술경영전문대학원 조교수  
 2016년~현재 : 지식재산창조협의회 운영위원

관심분야 : Patent Analysis, Data Mining, Management of Technology, Technology Evaluation  
 Phone : +82-2-3290-4618  
 E-mail : hanyul@korea.ac.kr



**장동식(Dongsik Jang)**

1979년 : 고려대학교 산업공학과 공학사

1985년 : 텍사스주립대학교 산업공학과  
공학석사

1988년 : 텍사스A&M 산업공학과 공학박사

1989년~현재 : 고려대학교 산업경영공학부  
교수

관심분야 : Project Management, Pattern Recognition, Data Mining

Phone : +82-2-3290-3387

E-mail : [jang@korea.ac.kr](mailto:jang@korea.ac.kr)