

삼성전자/현대자동차 공동발명자를 이용한 네트워크와 지식 파급효과 풀이 발명자 혁신성과에 미치는 영향 분석

추기능*

<목 차>

- I. 서론
- II. 문헌연구 및 연구가설
- III. 자료 및 기술 통계
- IV. 분석결과
- V. 결론 및 향후 연구과제

국문초록 :

본 연구는 팀발명의 정도에 있어서 상당한 차이를 보이면서 전자산업, 자동차산업에서 가장 많은 특허를 출원해온 삼성전자와 현대자동차 발명자들을 대상으로 네트워크 특성들이 발명자들 간 혁신성과 차이를 가져오는지를 분석하였다. 네트워크 내에서 더 많은 발명자들과 연결되어 있을수록 더 높은 혁신성을 보였다. 기존 문헌들이 산업내 및 산업간, 그룹내 및 그룹외 파급효과를 조직 수준에서 다루었는데, 본 연구는 이러한 논의를 발명자 수준으로 확장하였다. 본 연구는 네트워크로부터의 파급효과를 새롭게 추가하여 네트워크 내외, 그룹 내외, 산업 내외의 3가지 차원에서 파급효과를 구성한 후 각 파급효과들이 미치는 효과를 분석하였으며 서로 간에 비교하였다. 발명자 수준에서 다양한 파급효과들이 혁신에 미치는 효과가 확인되었다. 본 연구의 결과는 발명자의 네트워크 특성들과 파급효과들이 발명자의 혁신성과에 대한 예측에 활용될 수 있음을 시사한다.

주제어 : 발명자 네트워크, 부분 네트워크, 공동발명, 혁신성과, 파급효과

* 해군사관학교 국제관계학과 교수 (kineungchoo@gmail.com)

The Influence of Network and Knowledge Spillovers on Inventor Performance: Evidence from Co-Inventions at Hyundai Motors and Samsung Electronics

Kineung Choo

Abstract : This study analyzes whether the network characteristics lead to differences in innovation performance between inventors, using the case of Samsung Electronics and Hyundai Motor Company which have applied for the most patents in the electronics and automobile industries while showing significant differences in the degree of collaborative invention. The more inventors an inventor is connected with in the network, the higher innovation performance is achieved. While existing literature addressed intra- / inter-industry, and intra- / inter- group spillovers at the organizational level, this study extends this discussion to the inventor level. This study newly introduces spillover pools from network components and then constructs spillover pools in three dimensions of the group, the industry, and the network component. The study analyzes the effects of each spillover pool on invention performance of an individual inventor and compares the effects between spillover pools. At the inventor level, the innovative effects of spillover pools were confirmed. The results of this study suggest that the inventor's network characteristics and spillover pools can be used to predict the inventor's innovation performance.

Key Words : inventor network, network component, co-invention, innovation performance, spillover pools

I. 서론

새로운 발명이 점점 더 발명자들의 협업을 통해 이루어지고 있다. 과학논문의 저자 수가 증가하는 현상과 유사하게 하나의 발명에 관계된 발명자들의 수도 증가하고 있다. 발명자들은 다른 발명자들과 공동발명 관계를 통해 발명 네트워크를 형성한다. 어떤 사회적 상호작용을 사회 네트워크 측면에서 살펴보면 전체 네트워크는 하나로 모두 연결된 것이 아니라 여러 부분 네트워크들로 구성되어 있다.¹⁾ 본 연구는 발명 네트워크가 기업 내 발명자들 간 및 산업 간에 상당한 차이를 보인다는 사실에 주목한다. 같은 기업에 소속된 발명자들이라 할지라도 속해 있는 네트워크의 특성들이 서로 다르다. 따라서 공동발명 관계로 형성된 네트워크의 특성들이 개인의 발명활동에 영향을 미칠 것으로 예상할 수 있다. 네트워크로 연결된 정도는 산업별로도 다르다. 예컨대, 특허 다출원 발명자를 대상으로 한 추기능(2016)의 연구에서 전자산업은 공동발명자가 많은 반면 자동차산업의 경우 단독발명자가 월등히 많았다. 시간적으로는 발명활동이 점점 더 팀생산의 성격을 띠고 있다.

지속적인 기술혁신을 통해 세계적 기업으로 성장한 삼성전자와 현대자동차는 기술혁신과 GDP 기여도 측면에서 한국 경제에서 큰 비중을 차지한다.²⁾ 산업들 중에서 전자산업에서 가장 많은 특허가 출원되고 있으며 그 중에서도 삼성전자의 특허점유율이 높다. 전자산업이 아닌 산업에서는 현대자동차의 출원량이 많다. 한때 두 기업의 출원을 합하면 내국인 출원의 30%를 넘어선 해도 있었다.

본 연구는 우리나라 두 혁신 산업의 대표적 기업인 삼성전자와 현대자동차에 주목하여 산업의 기술체제적 특성을 살펴보고 발명자를 둘러싼 네트워크의 특성들 및 지식풀이 발명자의 혁신성과에 어떠한 영향을 미치는지를 분석한다.

기술혁신, 교육 등의 영역에서 다른 행위자의 행동으로 인해 편익을 얻는 외부효과(externalities) 또는 파급효과(spillovers)가 발생한다는 것은 잘 알려져있는 사실이다. 본

1) 논의의 대상이 되는 하나의 사회 네트워크는 모든 노드들이 하나로 연결되어 있는 것이 아니라 많은 부분 네트워크들로 이루어져 있으며 이 부분 네트워크들을 컴포넌트라고 부른다. 컴포넌트는 상호 도달 가능한 노드들의 집합을 말하며, 상호배반적이고 모두 합하면 전체가 된다 (허명희, 2015). 본 연구에서의 네트워크는 각 노드를 기준으로 네트워크 지표들을 계산하는 자아중심적(egocentric) 네트워크이다

2) 금융감독원 전자공시시스템(<https://dart.fss.or.kr/>)에서 확인된 2021년 현대자동차와 삼성전자의 매출액은 각각 117조6,106억원, 279조6,048억원으로 대한민국 명목GDP 2,071조6,580억원 (한국은행 경제통계시스템 <https://ecos.bok.or.kr>) 대비 각각 5.7%와 13.5%에 이른다.

연구는 기술혁신에 대하여 네트워크와 파급효과를 측면에서 접근하고자 한다. 발명자 네트워크는 조직의 경계를 넘어선다. 발명자들 간 네트워크가 형성되면 발명자는 그가 속한 네트워크로부터 지식의 파급효과를 누리게 된다. 발명자들은 공동발명 관계로 형성된 네트워크뿐 아니라 소속 그룹, 소속 산업 또는 소속 산업 이외의 산업 등 다양한 지식포털로부터도 파급효과를 얻을 것으로 예상할 수 있다.

본 연구는 기술체제적으로 상이한 특성을 나타내는 산업에 속하면서 가장 활발히 혁신 활동을 해 온 삼성전자와 현대자동차를 대상으로 다양한 파급효과들의 효과를 살펴봄으로써 기업 수준에서 이루어지던 산업내 대 산업간 파급효과에 관한 기존 논의를 발명자(개인) 수준으로 확장하고, Lee et al. (2016)에서 밝힌 ‘그룹내 대 그룹외’ 파급효과를 발명자 수준에서 확인하고자 한다. 더 나아가 네트워크라는 지식포털의 또 하나의 차원이 있음을 밝힘으로써 기술혁신의 파급효과를 이해함에 있어서 기존 문헌에서 간과하였던 연구 공백을 메우고자 한다.

본 연구는 발명자 개인 수준에서 네트워크 특성들뿐 아니라 기업, 그룹, 산업 경계 안팎에서 발명자 개인을 중심으로 구성되는 지식포털의 효과를 밝혔다는 데 의의가 있다. 기업 수준에서 네트워크와 파급효과를 구성하게 되면 노드는 기업이 되므로 발명자 수준의 네트워크에 비해 성긴 네트워크와 지식포털이 된다. 본 연구는 발명자 수준에서 네트워크 및 지식포털을 구성함으로써 혁신이 발생하는 장을 보다 세밀히 분할하였다. 마치 작은 픽셀(발명자)로 구현된 이미지가 큰 픽셀(기업)로 구현된 이미지에 비해 훨씬 선명하듯 혁신의 미시 주체인 발명자를 기준으로 네트워크나 지식포털을 구성함으로써 혁신과정을 미시적으로 분석할 수 있을 것이다. 본 연구에 지식 네트워크 등 기존 연구의 아이디어들이 함께 적용되면 혁신창출의 메카니즘이 더 잘 이해될 수 있을 것이다.

이후 본 연구의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서 발명자 수준에서의 네트워크와 파급효과와 관련된 기존 문헌을 살펴보고 가설을 제시한다. 제 III장에서 사용된 자료, 변수의 측정을 설명하고 분석 모형을 설정한다. 제 IV장에서는 삼성전자와 현대자동차가 소속된 산업의 기술체제적 특성과 두 기업 발명자들이 관련된 발명자 네트워크들을 비교한 후 회귀분석 결과를 제시한다. 제 V장에서는 연구의 요약과 의의, 향후 과제를 제시한다.

II. 문헌연구 및 연구가설

1. 발명자 수준에서의 네트워크

발명자들은 공동발명 활동을 통해 직간접적으로 서로 연결되어 하나의 네트워크를 형성하거나, 네트워크로 연결된 없이 독립적으로 발명활동을 한다. 그런데 최근 발명자들은 점점 더 네트워크에 연결되고 있다. 지식의 파급효과(knowledge spillovers)가 대부분 노동이동(labor mobility)을 통해 나타난다고 보는 연구자도 있지만 노동의 이동이 없는 경우에도 네트워크를 통해 지식의 파급효과가 나타날 수 있다(Wilhelmsson, 2009). 발명을 기존 지식의 재조합 탐색 과정으로 이해하고 있는 Fleming (2007)에 따르면 모든 발명은 기술 구성요소들의 조합 - 예를 들어 증기선은 범선과 증기 엔진의 결합 - 으로 이해할 수 있다. 네트워크 내 사람들 간의 상호작용을 강조하는 혁신 연구들은 지식확산 메커니즘의 하나로 공동발명이나 공동연구를 통해 구축되는 연구자 네트워크에 주목한다(Diemer & Regan, 2022; Andrikopoulos & Trichas 2018). 그런데 공동발명이나 공동연구의 존재와 상관없이 특허 인용이나 논문 인용으로도 네트워크를 구성할 수 있다.

많은 발명자들은 사회적 관계들로부터 지식과 정보를 습득한다. 어떤 사회적 관계를 네트워크로 부르지만 세부적으로 들여다보면 분리가능한 또는 분리된 수 많은 부분 네트워크들로 구성되어 있다. 방향성을 고려하는 강한 네트워크의 개념을 적용하면 겉보기에 하나로 연결된 네트워크이지만 별개의 네트워크들로 나누어진다. 공동발명 네트워크는 인용 네트워크와 달리 방향성을 특정할 수 없는 무방향 네트워크이다. 따라서 본 연구에서 사용하는 공동발명 관계에 기초한 네트워크는 약한 네트워크의 개념에 기반한다.

최대 네트워크의 크기가 시간이 지남에 따라 점점 커지고 네트워크들의 수도 증가하는 현상이 나타나고 있다. Andrikopoulos & Trichas (2018)의 연구에서는 470개 공동연구(부분) 네트워크들 중에서 최대 네트워크가 노드들의 24.63%를 포함하고 있었고, 두 번째 네트워크는 4.91%의 노드를 포함해 훨씬 작았다. 네트워크가 더 집적되고 네트워크내 노드들이 더 연결되는 현상은 금융부문의 공동연구에 네트워크 분석을 적용한 Andrikopoulos et al. (2017)에서도 발견되었다. 이러한 현상은 4장에서 살펴볼 삼성전자와 현대자동차의 발명자 네트워크에서도 관측되었다. 이처럼 공동연구 네트워크들은 점점 통합되어 작은 세상(small world)의 특징을 나타내고 있다³⁾.

3) 작은 세상(small world)이란 네트워크의 크기가 기하급수적으로 증가하더라도 두 사람 간 거리는 아주 천천히 증가하는 현상을 말한다 (허명희, 2015).

혁신 활동에 대한 상세한 정보를 포함하는 특허문헌이 축적되고 데이터베이스화됨에 따라 방대한 특허자료를 이용한 네트워크 연구들이 수행되어왔다. 추기능 (2013)은 서울대학교 지도교수와 석박사 졸업자 자료를 특허자료와 연결하여 대학교수의 네트워크가 석박사 지도학생의 졸업 후 혁신성파에 영향을 미치는 것을 밝혔다. 95년-2001년 동안 한국 특허청에 50건 이상의 특허를 출원한 다출원 발명자들을 대상으로 한 연구에서 네트워크 특성들이 발명자들의 후속 기간(02년-2005년) 발명성파에 영향을 미치는 것으로 나타났는데(추기능, 2016), 네트워크 규모가 크고 네트워크 연결의 강도가 클수록 발명성파가 높았다. 최근 공동 학술연구에도 네트워크 분석이 적용되고 있다. Andrikopoulos et al. (2016)은 40년 간 Journal of Econometrics에 출간된 논문들을 대상으로 네트워크 분석을 적용하여 가장 중심적인 연구자, 조직, 국가를 식별하였다. Andrikopoulos & Trichas (2018)는 Journal of Corporate Finance에 94년-2017년 사이에 게재된 논문들의 공동연구 관계를 분석하였으며, 가장 학술지 게재가 많은 저자들은 중심성이 높은 저자들임을 밝혔다.

지식의 확산은 조직의 경계를 넘어선다. 지식 네트워크(knowledge network)의 형성이 초기에는 조직적 경계에 크게 의존하겠지만 조직의 경계를 넘어 네트워크 경계가 점차 확장된다 (Singh, 2005). 발명자 네트워크는 지리적, 조직적, 인지적 거리를 축소함으로써 네트워크에 속한 구성원들의 성과에 영향을 미친다. 이때 한 노드가 네트워크 내에서 어떤 위치를 차지하느냐에 따라 그 노드의 혁신성파가 다를 수 있다. 예를 들어 서로 다른 집단, 커뮤니티를 연결해주는 문지기(gatekeeper) 역할을 하는 노드는 중개(mediation)와 확산(diffusion)을 통해 지식기반을 확장시키는 역할을 하지만 자신도 특별한 편익을 누린다 (Le Gallo & Plunket, 2020). 특정 발명자가 네트워크 내의 중심에 위치하는 정도를 측정하는 방법으로는 연결정도 중심성(degree centrality), 근접 중심성(closeness centrality), 매개 중심성(betweenness centrality) 등 여러 가지가 있다 (손동원, 2002). 네트워크 형성 초기에 중심 위치를 점하는 노드는 미래에도 그 위치를 유지하는 경향이 있지만 새로 중심이 되는 노드가 출현하기도 한다 (Marsan & Primi, 2012). 이에 본 연구는 네트워크 특성으로서의 중심성 지표가 개별 발명자의 혁신성파에 긍정적 영향을 미치는지 분석한다.

H1: 네트워크에서 중심적 위치에 있는 노드일수록 혁신성파가 높다.

- H1-1: 연결된 다른 노드의 수가 많을수록 혁신성파가 높다.
- H1-2: 다른 노드들과 가깝게 있을수록 혁신성파가 높다.

네트워크 관계의 정도에서 약한 연결은 행위자 간 접촉 빈도가 적은 관계이고 강한 연결은 접촉 빈도가 많은 관계이다(손동원, 2002). 약한 연결(weak tie)이 더 효율적이거나, 강한 연결(strong tie)이 더 효율적이거나의 논의는 여전히 진행중이다. Granovetter (1973)는 강한 연결의 네트워크가 새로운 구성원이나 사고를 수용하는데 인식할 경우 약한 연결의 네트워크보다 덜 효과적일 수 있다고 보았다. 어쩌다 만나는 약한 연결은 신선한 정보를 제공하지만 강한 연결은 정보의 질적 가치가 높다 (손동원, 2002). Malerba (2006)는 산업 수명주기 초기에는 지식을 탐색(explore)하는 협업(collaborations)이, 산업의 성숙기에는 지식을 활용(exploit)하는 협업이 중요해지며 활용(exploitation)에는 강한 연결이, 탐색(exploration)에는 약한 연결이 유리하다고 보았다. 본 연구는 네트워크 관계의 정도 측면의 효과에 관한 이러한 상반된 주장을 검증한다.

■ H2: 네트워크 연결의 정도가 강할수록 혁신성고가 높다.

네트워크 접촉의 빈도뿐 아니라 네트워크 참여자들 간 서로서로 관계를 맺는 정도에 의해서도 혁신성고가 영향을 받을 수 있다. 발명자들 간 협업은 허브 역할을 하는 발명자가 있는 네트워크(예: 별 모양 네트워크)를 구성할 수도 있고 서로가 다른 사람과 개별적 관계를 맺으면서 중심 역할을 하는 개인이 없는 응집된 네트워크를 구성할 수도 있다. 정보의 접근, 통제권을 가진 허브 역할을 하는 발명자는 새로운 조합 창출에 유리하겠지만 허브가 존재하는 구조에서 다른 발명자들이 허브 역할을 하는 발명자의 전달내용들을 이해하지 못하는 경우 아이디어에 대한 비판, 이진, 발전이 저해될 수 있다. 한편, 강한 응집력을 갖는 네트워크는 불필요한 중복이 많아 비효율적일 수 있다 (손동원, 2002). Fleming (2007)은 중개형 네트워크는 새로운 지식의 조합에 유리하고 응집형 네트워크는 신뢰가 부족한 협업에 효과적이라고 보았다. 응집성은 발명팀 형성 비용을 줄이고 조정과 통제 문제를 줄이지만 과도한 응집성은 개방성과 신축성이 결핍되는 인지적인 고착현상(lock-in)을 야기할 수 있다 (Crescenzi et al. 2007). 이에 본 연구는 특정 발명자 입장에서 응집성을 파악하고 이러한 특성이 해당 발명자의 혁신성고에 긍정적 (또는 부정적) 영향을 미치는지 분석한다.

■ H3: : 발명자의 네트워크가 응집되어 있을수록 혁신성고가 높다.

삼성전자와 현대자동차는 기술혁신을 통해 세계적 경쟁력을 갖춘 기술기업으로 성장

하였으며 그동안 많은 특허를 출원해왔고 각각 전자산업과 자동차산업의 대표 기업이 되었다. 산업을 주도하는 기업이자 국가 전체 GDP나 특허기술에 적지 않은 비중을 차지하는 기업이기에 다른 기업들에게 기술 파급효과를 미치는지를 발명자 네트워크 틀 안에서 살펴보고자 한다. 본 논문은 이 기술 선도 기업 소속 발명자들이 네트워크 내 발명자들의 혁신성과에 정(+)의 파급효과를 미치는지 분석한다.

- H4: 네트워크 내에 삼성전자 (현대자동차) 소속 발명자들이 많을수록 다른 소속 발명자들의 혁신성과가 높다.

2. 발명자 수준의 지식 파급효과

지식은 재사용가능하고 비배제적이기 때문에 한 기업이 축적한 지식은 의도하지 않게 다른 기업의 지식 기반을 확장시킨다 (Jaffe, 1986; Medda and Piga, 2014; Breschi and Lissoni, 2001; Lee et al., 2016). 기업의 생산은 자신의 투입뿐 아니라 경제내 이용가능한 잠재적 지식풀에도 의존한다 (Jaffe, 1986; Branstetter, 2000, Lee et al., 2016). 다른 기업의 투자 효과가 파급되는 것이다. 지식은 소진되지 않고 재사용될 수 있으므로 다른 기업, 개인의 지식을 낮은 비용으로 또는 공짜로 사용할 수 있기 때문에 지식의 파급효과가 발생한다 (Lee et al., 2016). 지식확산은 R&D 인력의 이동 또는 상이한 조직 R&D 인력들 간 네트워크 등 여러 가지 경로를 통해 발생하며, 공간적으로든(spatially) 인지적으로든(cognitively) 근접한 경우에 더 잘 발생한다. R&D 인력들의 이동성이 계열사 사이에서 더 높다면 이는 시장보다 그룹 내에서 지식이 더 잘 확산됨을 의미한다. 그런데 그룹 수준뿐 아니라 네트워크, 산업 등 다차원으로 파급효과가 존재한다. Lee, et al. (2016), Tubiana et al. (2022) 등은 지식풀이 여러 차원(domains) 또는 층(layers)으로 존재할 수 있음에 주목한다.

지식 네트워크는 발명자들의 사회 네트워크(social network)에 반영되므로 두 네트워크를 동형(isomorphic)이라고 볼 수도 있으나 (Yayavaram and Ahuja, 2008), Wang et al. (2014), Brennecke & Rank (2017) 등 최근 문헌은 발명자 수준에서 지식 네트워크와 사회 네트워크를 구분하고 두 네트워크 간 차이나 연계를 강조한다. 지식 네트워크는 기업의 경계를 넘어서 그룹, 산업으로 그 범위가 확장될 수 있고, 사회 네트워크 내에서의 지식 네트워크 관계가 사회 네트워크 외에서의 지식 네트워크 관계와 다를 수 있다.

사회 네트워크 바깥의 행위자나 조직과도 지식의 흐름이 있을 수 있는데 이는 지식 네트워크를 통해 연결될 수 있기 때문이다.

본 연구는 사회 네트워크 이외를 하나의 지식 네트워크로 통합하여 접근하는 것이 아니라 기존의 산업, 그룹 등의 구분에 근거하여 다차원의 지식풀로 접근한다. 즉 산업이나 그룹이라는 경제활동 조직에 대하여 혁신의 주체인 발명자 수를 집계함으로써 지식의 잠재적 풀을 구성하였다. 산업이나 그룹의 지식풀을 특허수나 R&D 지출로 파악하는 연구들 (Jaffe, 1986; Branstetter, 2000; Lee et al., 2016)과도 다른 접근으로 더 미시적으로 접근하고 있다.

지금까지 문헌에서 산업내, 산업간 파급효과의 상대적 크기나 통계적 유의성에 있어서 일관된 결론에 이르지 못하고 있다 (Lee et al., 2016). 산업간 파급효과는 공급자-구매자 간 전후방 연계를 통해 발생하고 산업내 파급효과는 모방, 경쟁, 노동이동 등으로 발생한다 (Harris & Robinson, 2004). 매우 경쟁적 상황에 있는 기업들에게는 산업간 파급효과가 더 클 수 있다. 최근 연구들이 산업내 파급효과의 존재 여부에 대해 결론을 내리지 못하고 있는 것도 이 때문이다. 산업내에서는 파급효과뿐 아니라 이를 상쇄하는 부정적인 경쟁효과가 발생할 가능성이 높다 (Bwalya, 2006). 기술의 특성에 따라서도 산업간, 산업내 파급효과가 다르게 나타날 수 있다. 여러 산업에 걸쳐서 채택될 수 있는 일반기술 (generic technology)은 산업특정의 기술에 비해 더 잘 확산된다. 전문화와 다각화도 산업내, 산업간 파급효과에 다르게 영향을 미친다. 전문화(specialization)는 공통의 지식 기반을 갖는 산업내 기업들 간 파급효과를 촉진하는 반면 다각화는 발명자들 간 상이한 지식의 융합과 보완성(complementarities)을 통해 다른 산업부문에 속한 기업들 사이에서의 파급효과를 촉진하는 경향이 있다 (Autant-Bernard and LeSage, 2011). 그동안 산업내 및 산업간 파급효과를 다룬 연구들은 기업 수준까지는 분석하였지만 발명자 개인과 같은 더 미시적 수준에서는 접근하지 않았다. 이에 본 연구는 기존의 산업내 및 산업간 파급효과 논의를 발명자 수준으로 확장한다.

한편, 여러 국가들에서 기업집단 (이하 그룹)이 존재하고 중요한 역할을 한다.⁴⁾ 장기 간에 걸쳐 한국 기업의 변화하는 성과를 분석한 Choo et al.(2009)은 IMF 위기 이후 한국 재벌의 성과에서 중요한 요인으로 기술능력과 투자비효율성 감소를 들고 있다. 기술역량은 계열사 사이에 공유되고 프로젝트 실행능력(project execution capability) 또는 진입 실행능력(entry execution capability)과 결합될 수 있다. 기술 지식은 그 암묵성(tacitness)으로

4) 그룹도 기업들 간에 형성된 일종의 네트워크이다.

인해 시장을 통해 완벽하게 이전되기 어렵기 때문에 내부시장에서 획득되는 경우가 많다. 그룹 또는 복합기업이 내부시장의 한 예이다. 그룹은 복합기업과 달리 법적으로 독립된 기업들로 구성되어 있으며, 시장실패 또는 제도적 공백의 대안이 될 수도 있고 소속 기업들 간 긍정적 파급효과의 상당 부분을 내부화할 수도 있다 (Lee et al., 2016). 기업 성장에 대한 Penrose(1959)의 자원기반 견해(resource based view)에 입각하여 Cheong et al. (2010)은 어떤 핵심적인 자원들이 불가분이어서(lumpy or indivisible) 큰 규모로만 구매되거나 설비될 수 있다는 점에 주목한다. 즉 자원공유의 관점에서 보면 독립기업에 비해 그룹 소속 기업의 장점이 발휘되는데 이는 시장실패의 존재와 상관없다. 그런데 지식의 파급효과를 누릴 수 있는 추가적 풀이 존재한다는 점에서도 기술혁신의 측면에서 그룹 소속 기업이 누리는 편익이 있다 (Branstetter, 2000; Lee et al., 2016). 그룹내에서 산업간 및 산업내 파급효과를 분석하는 연구는 드문데, Lee et al. (2016)에서는 그룹 계열사들이 같은 산업내 계열사들로부터 얻는 파급효과나 다른 산업의 계열사들로부터 얻는 파급효과의 크기에 차이가 없다는 것을 보였다. 본 연구는 그룹 내에서 소속 계열사들이 누리는 산업내 및 산업간 파급효과를 보다 미시적인 발명자 수준에서 비교하고자 한다.

Lee et al. (2016)은 기업 수준에서 산업내, 산업간, 그룹내, 그룹외 지식의 파급효과들을 정의하고 이들 사이에서 비교를 한 바 있다. 본 연구는 이를 확장하여 개인 발명자를 중심으로 잠재적 파급효과들을 정의하고 그룹 내외 및 산업 내외 간 다양한 비교를 하였다. 발명자 수준에서 지식품을 정의할 때 기업, 그룹, 산업의 지식품이라도 그것이 발명자가 속해 있는 네트워크 내인가 밖인가에 따라 개별 발명자들에게 미치는 효과의 정도가 상이할 수 있다. 개별 발명자와 긴밀한 관계에 있는, 그가 속한 네트워크로부터의 편익이 더 클 것으로 예상할 수 있다.

그동안 문헌에서는 산업내 파급효과와 산업간 파급효과에 주목해왔으며 드물게 그룹내 파급효과와 그룹외 파급효과를 다루었다 (Branstetter, 2000; Lee et al., 2016). 본 연구는 공동발명 관계가 형성하는 발명자 네트워크에 주목하여 직간접적으로 연결되어 있는 네트워크 내외와 네트워크 외라는 또 하나의 차원을 지식의 파급효과들로 명시적으로 고려하였다. 본 연구는 네트워크내외, 그룹내외, 산업내외의 세가지 차원에서 파급효과들을 측정하고 서로 다른 차원의 파급효과들이 발명자의 혁신성장에 미치는 효과를 분석하며 각 차원 내에서 또는 각 차원 간에 서로 비교한다. 지식의 파급효과에 관한 초기 문헌은 지식의 파급효과가 공간적으로 제한된다는 입장이었다 (Breschi and Lissoni, 2001). 그러나 지식파급이 발생하는 근방(neighborhood)을 단지 공간적 근방뿐 아니라 같은 그룹, 산업 등 인지적 근방으로 확장할 수 있다 (Lee et al., 2016). 지역화된

파급효과(localized spillovers)의 관점을 확장하여 인지적으로 가까울수록 파급효과가 크게 나타날 것으로 보고 다음과 같은 가설들을 설정하였다.

H5: 네트워크내 파급효과가 네트워크외 파급효과보다 크다

- H5-1: 네트워크내 산업간 파급효과가 네트워크외 산업간 파급효과보다 크다.
- H5-2: 네트워크내 산업내 파급효과가 네트워크외 산업내 파급효과보다 크다.
- H5-3: 네트워크내 그룹외 파급효과가 네트워크외 그룹외 파급효과보다 크다.
- H5-4: 네트워크내 그룹내 파급효과가 네트워크외 그룹내 파급효과보다 크다.

H6: 산업내 파급효과가 산업간 파급효과보다 크다.

- H6-1: 네트워크내에서 산업내 파급효과가 산업간 파급효과보다 크다.
- H6-2: 네트워크외에서 산업내 파급효과가 산업간 파급효과보다 크다.

H7: 그룹내 파급효과가 그룹외 파급효과보다 크다.

- H7-1: 네트워크내에서 그룹내 파급효과가 그룹외 파급효과보다 크다.
- H7-2: 네트워크외에서 그룹내 파급효과가 그룹외 파급효과보다 크다.

혁신은 상이한 지식, 역량, 전문화 정도를 지닌 이질적 행위자들의 (경쟁적 또는 협조적) 상호작용에 의해 크게 영향받는다 (Malerba, 2006). 협업에 의한 발명은 확산 경로가 많기 때문에 다른 사람들에 의한 응용이 더 빈번하다. 또 협력적 관계 파악을 통해 미래에 사용될 유망한 새로운 기술 조합의 식별, 즉 기술예측도 더 쉽게 할 수 있다 (Fleming, 2007). Lemley (2012)에 따르면 발명은 개인적이 아닌 사회적 현상이며, 중요한 새로운 기술들의 대부분은 서로 독립적으로 활동하던 둘 또는 그 이상의 팀들에 의해 동시에 또는 거의 동시에 발명되어왔다. 협력적 발명자들(collaborative inventors)은 더 많은 재조합 기회를 가지며 더 많은 조합을 창출한다 (Fleming, 2007; Ogawa & Pongtanalert, 2013). 한편, 단독발명자는 관행(convention)이나 집단사고의 제약을 덜 받기 때문에 급진적 대발명의 가능성이 더 높다 (Fleming, 2007). 공동발명 네트워크에는 단독발명과 공동발명을 동시에 경험한 발명자들과 공동발명의 경험만 있는 발명자들이 포함되어 있다. 본 연구는 공동발명 경험만 있는 발명자의 발명성고가 낮다는 선행 연구(추기능 2016; 추기능 2017)에 따라 공동발명만 수행한 발명자를 더미변수로 통제한다.

지식 네트워크의 속성이 미치는 영향을 통제하기 위해 발명자 수준과 소속 기업 수준에서 기술다각화 지수를 포함하였다.⁵⁾ 삼성전자 (현대자동차) 발명자 네트워크 내에서 다른 기업 소속 발명자들과 삼성전자 (현대자동차) 발명자들의 혁신성과의 차이를 통제

하기 위해 다른 기업 소속인지 여부를 나타내는 더미변수를 추가하였다. 한편, 발명자는 소속 기업의 지식풀에 영향을 받는다. 소속 기업의 지식스톡을 네트워크 내와 네트워크 외로 나누어 통제하였다. 연도별 차이를 통제하기 위해 연도 더미를 추가하였다.

Ⅲ. 자료 및 기술통계

1. 자료

본 연구는 94년-97년, 02년-05년의 기간 동안 우리나라 특허청에 출원된 특허의 공동 발명 관계를 이용하였다. 발명자 수준의 연구에서는 동명이인 발명자들의 개인 식별이 어려운 문제이다. 본 연구는 추기능 (2016)에서 사용하였던 발명자 식별(inventor identification) 자료를 활용하였다. 이 자료에는 개별 발명자마다 임의의 코드가 부여되어 있다. 그룹 및 산업의 파급효과를 계산에 필요한 그룹별 소속 기업 목록, 산업코드 등은 한국신용평가정보의 기업개요 자료를 이용하였으며 그룹 파급효과를 계산할 수 있도록 그룹 소속 기업들로 대상을 한정하였다. 개별 특허의 출원인과 기업개요 자료의 기업명을 연결하였다. 본 연구는 공동발명 관계들이 형성하는 네트워크 컴포넌트에 주목하였으며 다양한 파급효과들을 구성하기 위해 이러한 부분 네트워크들을 식별하였다.

2. 변수 및 모형

본 연구에서 사용된 종속변수는 가중(weighted) 또는 부분 특허수(fractional patent counts) 개념에 따라 계산된 발명자별 특허수이다. 공동발명인 경우 각 발명자에게 1건의 특허를 인정하는 것이 아니라 $1/N$ (N =발명자수)의 기여만 인정하여 합산한다. 논문의 공동저자에게 $1/N$ 의 가중치를 부여하는 것과 같은 방식이다.

네트워크 특성 변수들에 로컬 중심성을 측정하는 연결선 수(degree)와 글로벌 중심성을

5) 다각화 지수로 허핀달 지수나 엔트로피 지수가 많이 사용된다. 본 연구는 Shannon 지수로 불리는 엔트로피 지수를 이용하였다. 엔트로피 지수는 $E = -\sum P_i \ln(1/P_i)$ 로 계산된다. 여기서 P_i 는 기술 i 가 차지하는 비중이다. 기술다각화는 얼마나 많은 기술 영역에 걸쳐 있느냐와 그 기술 영역들에 얼마나 고르게 걸쳐 있느냐에 좌우된다 (추기능, 2017).

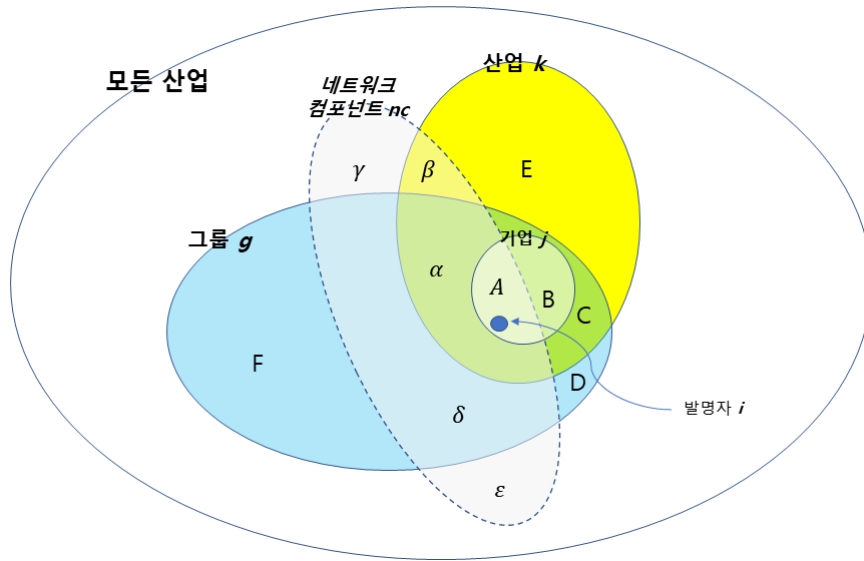
측정하는 근접 중심성(closeness centrality)이 포함된다. 중심성 지표는 한 행위자가 네트워크 중심에 위치하는 정도를 측정한다. 연결선 수는 각 노드를 기준으로 직접 연결된 노드 수를 센다. 중심에 위치할수록 연결선 수가 많다. 근접 중심성은 간접 연결을 포함하며 모든 다른 노드들에 대한 최단거리들의 합의 역수로 계산된다. 이는 네트워크 내 다른 모든 노드들로부터 얼마나 짧은 거리에 놓여 있는가를 측정한다. 군집계수(clustering coefficient)는 네트워크 내 닫혀 있는 모든 두 경로(two-paths)의 비율이며(De Nooy et al., 2011) 네트워크의 응집도를 나타낸다. 예를 들어 a와 b가 연결되어 있고 b와 c가 연결되어 있으면서 a와 c도 연결되어 있다면 닫혀 있다고 한다.⁶⁾ 본 연구에서는 사회 네트워크 분석 프로그램인 Pajek에서 계산된 연결선 수, 근접성, 군집계수를 이용한다.

한국의 많은 기업들은 그룹에 소속되어 같은 산업 내 기업들보다 서로 더 긴밀한 네트워크를 이룬다. 기업들은 비슷한 산업으로 묶여 각종 통계 및 정책의 대상이 된다. 산업도 그룹에 비해서는 느슨하지만 다른 산업에 속하는 기업들에 비해 상호작용이 더 빈번한 네트워크를 이룬다. 소속 그룹 내의 지식저량(knowledge pool)과 그룹 바깥의 지식저량, 소속 산업의 지식저량과 소속 산업 이외의 산업들에서의 지식저량이 미치는 영향이 다를 수 있다. 자신이 속한 기업의 지식저량 이외의 지식저량은 잠재적인 파급효과풀(spillover pool)이 된다. 본 연구는 파급효과풀을 그룹내와 그룹외, 산업내와 산업간, 네트워크내와 네트워크외 등 3가지 차원에서 정의한다.

<그림 1>은 발명자 i를 기준으로 그가 속한 네트워크와 잠재적 파급효과풀들을 보여 준다. 그림에서 발명자 i는 기업 j에 속하며, 기업 j는 그룹 g에 소속된 계열사이고 산업 k에 속해 있다. 또한, 발명자 i와 여러 기업, 산업에 속한 발명자들이 공동발명 관계를 통해 네트워크 nc를 형성하고 있다. i가 속한 네트워크에는 i가 속한 기업, 그룹, 산업의 발명자들 중 일부가 포함되고 다른 일부는 포함되지 않는다. 발명자 i가 속해 있는 그룹과 산업에는 저변의 지식 네트워크가 반영되어 있다. 발명자는 자기가 속한 네트워크, 그룹, 산업으로부터 긍정적, 또는 부정적 파급효과를 누릴 수 있다. 이에 발명자 i 관점에서 다양한 파급효과풀들을 구성한다.

6) 이는 추이성의 개념이기도 하다. Schank and Wagner (2005)는 군집계수와 추이성이 다를 수 있음을 보였는데, Pajek 프로그램은 양자를 같다고 본다 (추기능·하일도, 2021).

<그림 1> 발명자 i가 속한 네트워크와 지식풀



공동발명 관계에 있는 발명자들은 동일한 네트워크 내에 있는 발명자 i의 혁신성과에 어떤 영향을 미치게 된다. 본 연구는 발명자들 간의 네트워크에 주목하여 발명자 수로 파급효과를 측정한다. 특히 수가 많으면 그에 따라 공동발명 관계도 많을 수 있으므로 설명변수들과 종속변수 간 역의 인과관계가 존재할 수 있다. 이러한 가능성을 피하기 위해 네트워크 내 파급효과를 직전 네트워크를 기준으로 정의하였다. 기업 내의 지식풀도 네트워크 내와 네트워크 외로 구분한다.⁷⁾ 발명자 i의 네트워크내-기업내 지식풀은 전기 네트워크 내 소속 기업 발명자 수로 측정한다 (그림 1에서 영역 A, 변수명 within-firm). 네트워크외-기업내 지식풀은 금기의 소속 기업 발명자 수에서 금기의 네트워크 내 소속 기업 발명자 수를 뺀 것으로 측정한다 (그림 1에서 영역 B, 변수명 within firm). 네트워크 내 파급효과풀은 그룹내-산업내(영역 α , 변수 group-intra), 그룹내-산업간(영역 δ , 변수 group-inter), 그룹외-산업내(영역 β , 변수 intra-ind) 그룹외-산업간(영역 $\gamma + \epsilon$, 변수 inter-ind) 파급효과풀로 구분할 수 있다.⁸⁾ 네트워크 외 파급효과풀도 그룹내 산업내(영역 C,

7) 발명자 개인 차원에서는 기업의 지식풀도 외부효과풀이 되지만, 기업 차원에서는 내부화되어 더 이상 외부효과풀이 아니다.

8) 변수 명칭에서 붙임표(-)를 이용해 네트워크 내와 네트워크 외를 구분했다. 영문 변수 표기에서 group이 있으면 소속 그룹내를 의미하고, inter는 소속 산업외, intra는 소속 산업내를 의미한다. 예를 들어 group-intra는 네트워크내-그룹내-산업내를 의미하며, intra ind는 네트워크외-그룹외-산업내를 의미한다.

변수 group intra), 그룹내 산업간(영역 D+F, 변수 group inter), 그룹의 산업내(영역 E, 변수 intra ind), 그룹의 산업간(바깥의 흰색 영역, 변수 inter ind) 파급효과폴로 구분한다. 각 파급효과폴은 중첩되지 않도록 추정한다.

위와 같이 측정된 변수들을 이용하여 네트워크 특성들 및 파급효과폴들이 발명자의 혁신성과에 미치는 영향을 분석하기 위해 다음과 같은 회귀모형을 추정한다.

$$\begin{aligned} \text{yearly_patents}(\text{weighted}) = & \\ & \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{degree} + \beta_2 \cdot \text{closeness} + \beta_3 \cdot \text{tie_strength} + \beta_4 \cdot \text{group-inter} + \beta_5 \cdot \text{group-intra} \\ & + \beta_6 \cdot \text{inter-ind} + \beta_7 \cdot \text{intra-ind} + \beta_8 \cdot \text{group inter} + \beta_9 \cdot \text{group intra} + \beta_{10} \cdot \text{inter ind} \\ & + \beta_{11} \cdot \text{intra ind} + \beta_{12} \cdot \text{others} + \beta_{13} \cdot \text{in_ratio} + \beta_{14} \cdot \text{others} \times \text{in_ratio} + \Gamma(\text{통제변수들}) + \varepsilon \end{aligned}$$

3. 기술통계

<표 1-1>과 <표 1-2>에 현대자동차, 삼성전자 발명자 네트워크에 대한 회귀분석에 사용될 변수들의 상관계수를 제시하였으며 <표 1-3>에는 변수들의 기술통계량을 제시하였다. 94년-97년 기간에 한 명의 발명자에게 직접 연결된 다른 발명자들의 수(degree)는 현대자동차 네트워크 2.1명, 삼성전자 네트워크 2.7명이다. 02년-05년 기간에 발명자 1인이 현대자동차 네트워크에서는 11.3명, 삼성전자 네트워크에서는 9.5명과 직접 연결되어 있다. 근접중심성과 군집계수도 94년-97년 기간에는 삼성전자 발명자 네트워크에서 더 높았으나 02년-05년 기간에는 오히려 현대자동차 발명자 네트워크에서 더 높았다. 현대자동차, 삼성전자 네트워크 내에서 공동발명만 한 발명자 비율 (더미변수 co_inventor의 평균)은 94년-97년 기간에 각각 63.8%, 66.7%이던 것이 02년-05년 기간에는 각각 82.7%, 81.9%로 더 높아졌다.

<표 1-1> 변수들의 상관관계 (삼성전자 발명자 네트워크 02-05년)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2. degree	0.19																		
3. closeness	0.16	0.27																	
4. tie_strength	0.16	0.48	0.44																
5. clustering_coef	0.03	0.21	0.48	0.46															
6. group-inter	0.21	0.16	0.64	0.28	0.28														

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
7. group-intra	0.01	0.04	0.30	0.12	0.14	0.12													
8. inter-ind	0.12	0.21	0.82	0.39	0.43	0.46	0.16												
9. intra-ind	0.13	0.23	0.81	0.36	0.40	0.39	0.21	0.46											
10. group inter	0.10	-0.04	-0.01	-0.05	-0.05	0.40	-0.06	-0.08	-0.11										
11. group intra	-0.06	-0.05	-0.08	-0.06	-0.04	-0.07	0.36	-0.11	-0.09	0.03									
12. inter ind	-0.09	-0.10	-0.18	-0.12	-0.07	-0.18	-0.12	0.04	-0.29	0.03	0.05								
13. intra ind	0.11	0.10	-0.09	0.11	-0.03	-0.06	-0.08	-0.14	0.08	-0.01	0.02	0.01							
14. others	0.12	0.09	0.03	0.14	0.10	0.18	0.02	0.23	-0.21	0.09	0.05	0.15	0.09						
15. in_ratio	-0.09	-0.12	-0.23	-0.18	-0.17	-0.17	-0.06	-0.24	-0.13	0.24	0.17	0.49	0.30	-0.49					
16. inventor_entropy	0.15	0.22	0.32	0.24	0.22	0.23	0.11	0.28	0.23	0.01	-0.02	-0.04	0.00	0.09	-0.11				
17. firm_entropy	-0.08	0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.12	0.06	-0.21	0.22	-0.12	0.12	-0.31	0.33	-0.65	0.32	-0.02			
18. co_inventor	-0.42	0.02	0.01	-0.01	0.07	-0.04	0.03	0.01	0.00	-0.07	0.02	-0.01	-0.13	-0.01	-0.08	-0.01	0.03		
19. within-firm	0.06	0.17	0.75	0.32	0.36	0.31	0.20	0.40	0.93	-0.11	-0.08	-0.25	-0.11	-0.34	-0.08	0.19	0.24	0.03	
20. within firm	-0.12	-0.11	-0.13	-0.17	-0.15	-0.18	-0.03	-0.25	0.06	0.13	0.11	0.25	0.15	-0.83	0.84	-0.11	0.55	-0.04	0.15

주) 상단 1행의 각 숫자는 제1 열 같은 숫자가 나타내는 변수를 의미함. 상단의 1은 발명자별 가중특허수 (yearly_patents_weighted)를 나타낸다. 변수의 설명은 <표 1-3>의 주를 참조.

<표 1-2> 변수들의 상관관계 (현대자동차 발명자 네트워크 02-05년)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2. degree	0.19																		
3. closeness	0.14	0.25																	
4. tie_strength	0.15	0.48	0.40																
5. clustering_coef	0.02	0.20	0.49	0.44															
6. group-inter	0.20	0.15	0.62	0.24	0.28														
7. group-intra	0.00	0.04	0.28	0.10	0.13	0.10													
8. inter-ind	0.13	0.22	0.90	0.38	0.48	0.52	0.19												
9. intra-ind	0.19	0.22	0.56	0.24	0.29	0.35	0.13	0.47											
10. group inter	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.05	0.00	-0.01	-0.01										
11. group intra	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	-0.03	0.16	-0.04	-0.03	0.24									
12. inter ind	-0.02	-0.05	-0.14	-0.10	-0.10	-0.09	-0.04	-0.13	-0.08	0.21	0.21								
13. intra ind	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.01	0.10	0.29	0.25	0.21							
14. others	0.02	0.05	0.12	0.09	0.11	0.09	0.04	0.11	0.09	0.02	0.01	-0.74	0.03						
15. in_ratio	-0.01	-0.05	-0.13	-0.09	-0.12	-0.08	-0.03	-0.12	-0.08	0.00	0.01	0.84	0.00	-0.87					
16. inventor_entropy	0.14	0.21	0.32	0.23	0.21	0.22	0.11	0.30	0.20	0.00	0.00	-0.03	0.04	0.04	-0.04				
17. firm_entropy	-0.05	0.05	0.07	0.06	0.04	-0.07	0.09	-0.07	0.16	-0.05	0.06	-0.03	0.10	-0.02	0.01	0.02			
18. co_inventor	-0.43	0.02	0.01	-0.02	0.07	-0.06	0.03	0.00	-0.08	0.00	0.01	-0.10	-0.02	0.08	-0.10	-0.01	0.07		
19. within-firm	0.05	0.16	0.73	0.27	0.35	0.27	0.18	0.50	0.38	-0.01	-0.03	-0.11	0.02	0.10	-0.09	0.18	0.31	0.04	
20. within firm	-0.02	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	-0.02	0.00	-0.03	0.01	0.29	0.87	0.36	0.42	-0.15	0.15	0.00	0.11	-0.02	0.05

주) <표 1-1>의 주 참조.

〈표 1-3〉 변수들의 기술통계량

Variable	삼성전자 네트워크				현대자동차 네트워크			
	94-97년		02-05년		94-97년		02-05년	
	Mean	Min/Max	Mean	Min/Max	Mean	Min/Max	Mean	Min/Max
yearly_patents_weighted	1.8	0.1/127	1.7	0.1/172	2.5	0.1/57	1.9	0.1/172
degree	2.7	0/227	9.5	0/1,301	2.1	0/46	11.3	0/1,301
closeness	0.001	0/0.01	0.005	0/0.025	0.0002	0/0.001	0.005	0/0.025
tie_strength	1.2	0/34.7	3.7	0/90.6	0.9	0/5.7	4.2	0/90.6
clustering_coef	0.2	0/1	0.3	0/1	0.2	0/1	0.4	0/1
group-inter	0.1	0/68	298	0/5,325	0.01	0/3	359	0/5,325
group-intra	0.03	0/13	55	0/4,096	-	-	64	0/4,096
inter-ind	2.2	0/573	1,229	0/9,694	0.9	0/38	2,776	0/13,800
intra-ind	0.02	0/26	911	0/5,326	0.02	0/2	342	0/5,326
group inter	54.3	0/4,178	481	0/10,915	0.2	0/38	43	0/7,332
group intra	16.2	0/4,130	253	0/7,293	-	-	9	0/788
inter ind	759	76/5,013	1,939	48/16,589	57	19/103	1,187	139/18,721
intra ind	9.8	0/4,061	534	0/9,744	0.6	0/49	48	0/6,212
others	0.1	0/1	0.4	0/1	0.4	0/1	0.96	0/1
in_ratio	87.5	0.6/100	46.3	2.5/100	62.1	6.7/100	3.5	0.3/100
inventor_entropy	0.1	0/1.6	0.1	0/1.9	0.1	0/1.1	0.1	0/1.9
firm_entropy	2.1	0/2.6	2.04	0/2.6	1.8	0/2.5	1.9	0/2.6
co_inventor	0.7	0/1	0.8	0/1	0.6	0/1	0.8	0/1
within-firm	50.4	0/707	627	0/4,096	0.9	0/18	665	0/4,096
within firm	3,073	0/4,135	2,950	0/8,951	39.9	0/71	75	0/5,378

주) yearly_patents_weighted: 발명자별 가중특허수 (1건의 특허에 대한 발명자 1인의 기여도를 1/N로 계산, N은 발명자 수), degree:연결선수, closeness:근접중심성, clustering_coef:군집계수, co_inventor:공동발명만 한 발명자 더미, within-firm: 네트워크내-기업내, within firm: 네트워크외 기업내, group-inter:(네트워크내) 그룹내-산업간, group-intra:(네트워크내) 그룹내-산업내, inter-ind:(네트워크내) 그룹외-산업간, intra-ind:(네트워크내) 그룹외-산업내, group inter:(네트워크외) 그룹내 산업간, group intra:(네트워크외) 그룹내 산업내, inter ind:(네트워크외) 그룹외 산업간, intra ind:(네트워크외) 그룹외 산업내, others:삼성전자 (현대자동차) 소속이 아닌 발명자 더미, in_ratio:네트워크 내 삼성전자(현대자동차) 소속 발명자의 비율. 산업간은 산업외의 의미이며, 산업외가 더 명료하지만 관행적으로 사용되는 산업간으로 표시하였다.

현대자동차 네트워크의 경우 94년-97년 기간에는 파급효과풀이 상대적으로 작았고 네트워크내든 네트워크외든 그룹내 산업내 파급효과풀은 존재하지 않았다. 이 기간에는 네트워크외 파급효과풀에 비해 네트워크내 파급효과풀의 크기가 매우 작았다. 02년-05년 기간에 네트워크내 파급효과풀의 크기가 두드러지게 커졌다. 02년-05년 기간에 현대자동차 네트워크에서 그룹내-산업간, 그룹내-산업내, 그룹외-산업간, 그룹외-산업내 파급효과풀 모두 평균적으로 네트워크내가 네트워크외보다 컸다. 반면 삼성전자 네트워크에서는 그룹외-산업내 파급효과풀을 제외하고는 모두 네트워크외 파급효과풀이 더 컸다.

94년-97년 기간 현대자동차 네트워크에서 네트워크외 기업내 지식풀이 네트워크외 그룹외 산업간 파급효과풀 다음으로 컸고 삼성전자 네트워크에서는 네트워크외 그룹외 산업간 파급효과풀의 4배나 될 정도로 네트워크외 기업내 지식풀이 컸다. 02년-05년 기간에는 다른 파급효과풀들이 상대적으로 커졌다. 현대자동차 네트워크에서 기업내 지식풀의 경우 네트워크내가 네트워크외보다 더 커졌으며 이점에서 삼성전자 네트워크와 구별된다. 변수 *others*는 삼성전자 (현대자동차) 소속이 아닌 더미이므로 그 평균값은 컴포넌트 상관 없이 전체 네트워크에서 현대자동차 소속, 삼성전자 소속이 아닌 발명자의 비율을 나타낸다. 이 비율이 현대자동차 네트워크에서는 94년-97년 기간 35.9%에서 02년-05년 기간 96.2%로 크게 증가하였다. 삼성전자 네트워크에서 이 비율은 상대적으로 낮지만 94년-97년 9.7%에서 02년-05년 43.0%로 높아졌다. 변수 *in_ratio*는 삼성전자 (현대자동차) 발명자가 속한 '부분 네트워크(=컴포넌트)' 내에서 삼성전자 (현대자동차) 소속인 발명자의 비율을 나타낸다.

IV. 분석결과

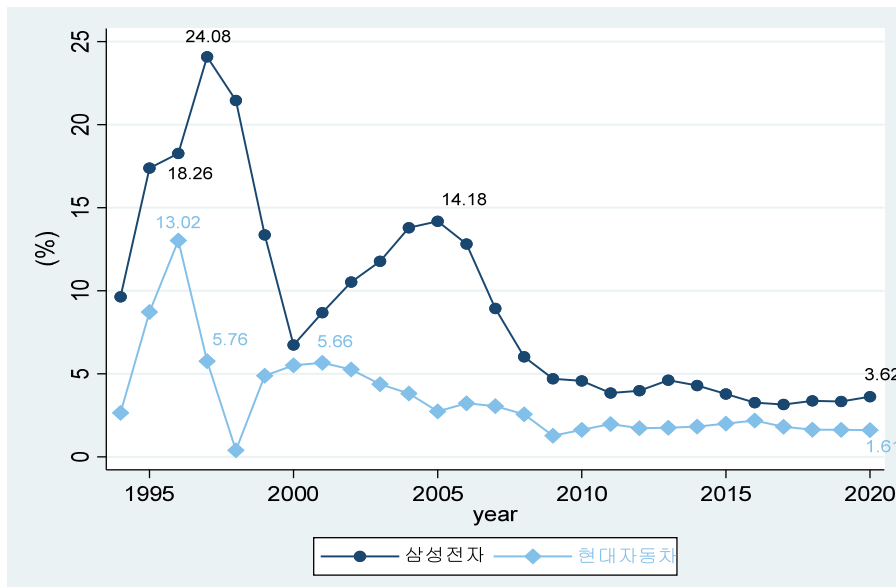
1. 기술체제적 특성과 네트워크

1.1. 소속 산업의 기술체제적 특성

기술체제의 개념을 최초로 소개한 Nelson and Winter (1982)에 따르면 기술체제란 문제 해결 활동이 일어나는 특정 지식환경이며 과학에 기반한 체제와 누적적 체제로 구분된다. Breschi et al. (2000)은 기술체제를 기술기회, 전유성, 누적성, 지식기반의 특성(독창성)

이라는 4가지 기본 요소의 조합으로 설명하였다(이근, 2007). 본절에서는 삼성전자와 현대자동차가 소속된 산업인 전자산업과 자동차산업의 기술체제적 특성을 Breschi et al. (2000)의 4가지 특성 측면에서 비교하였다. 먼저 두 기업의 특허출원 건수 및 발명자 수 점유율로 두 기업의 기술혁신 성과와 투입이 차지하는 비중을 확인해볼 수 있다.

<그림 2> 내국인 출원 특허 대비 삼성전자 및 현대자동차의 비중



자료) 내국인 출원 특허수: 2001-2020년의 경우 지식재산통계서비스 <http://ipstat.kipi.or.kr/sta/selectStatisticContentsList.do?statID=20002&type=1&sumYN=N>
 2000년 이전 자료의 경우 지식재산통계연보 2001.
 삼성전자 및 현대자동차 출원 특허수: kipris.or.kr에서 연도 및 출원인 기준으로 검색

<그림 2>는 94년-2020년 동안 내국인이 출원한 특허 중 출원인이 삼성전자, 현대자동차인 특허의 비중을 각각 나타낸 것이다. 97년 삼성전자의 특허출원이 한해 내국인 출원특허의 24.08%를 차지했다. 삼성전자의 특허출원 비중은 2000년 6.73%로 낮아졌다가 2005년 14.18%로 다시 높아졌다. 본 연구의 대상 기간인 94년-97년, 02년-05년은 삼성전자 특허 점유율이 전체 또는 국소적 최고점에 도달한 기간이다.⁹⁾ 삼성전자 출원이 내국인 출원

9) 1997년 현대자동차는 3,878건의 특허를 출원하였으나 1998년 198건을 출원하는데 그칠 정도로 극심한 변화를 겪었다. 삼성전자도 1997년 16,216건을 출원했으나 2000년 출원 건수가 4,898건으로 크게 줄었다가 2002년 8,052건으로 회복되었다. 본 연구는 이 같은 IMF로 인한 예외적 충격기를 제외하고 특허 출원이 통상적인 궤도에 오른 두 기간을 비교하였다.

에서 차지하는 비중은 2005년을 정점으로 2009년까지 상당히 가파르게 감소한 이후 완만한 감소세를 나타내고 있다. 전체 내국인 출원 중에서 현대자동차가 출원한 특허의 비중은 96년 13.02%로 정점에 이르렀으나 IMF 직후인 98년에는 198건을 출원하여 점유율은 0.39%에 그쳤다. 그 후 현대자동차의 출원 점유율은 2001년 5.66%까지 높아졌다가 완만히 감소한 이후 2011년 이래 비슷한 수준을 유지하고 있다. 96년 삼성전자와 현대자동차의 출원 점유율의 합은 31.29%로 한 해 내국인 출원 10건 중 3건 이상을 이들 두 기업이 출원했다.

출원 건수로 보면 97년 전체 내국인 특허 67,346건 중 삼성전자 특허가 16,216건, 현대자동차 특허가 3,878건이었다. 2005년에는 전체 내국인 특허 122,188건 중 삼성전자 특허가 17,330건, 현대자동차 특허가 3,336건이었다.

〈표 2〉 연도별 발명자 수

연도	전체(명)	삼성전자 소속			현대자동차 소속		
		발명자수		(특허건수 점유율)	발명자수		(특허건수 점유율)
		(명)	점유율(%)	(명)	점유율(%)	(명)	점유율(%)
1994	21,244	2,162	10.2%	(9.63%)	370	1.7%	(2.65%)
1995	29,260	5,439	18.6%	(17.38%)	1,444	4.9%	(8.72%)
1996	35,576	6,276	17.6%	(18.26%)	1,984	5.6%	(13.02%)
1997	40,760	8,040	19.7%	(24.08%)	1,500	3.7%	(5.76%)
2002	71,382	7,514	10.5%	(10.52%)	2,143	3.0%	(5.26%)
2003	75,346	8,123	10.8%	(11.77%)	2,178	2.9%	(4.37%)
2004	83,532	10,214	12.2%	(13.79%)	2,323	2.8%	(3.81%)
2005	96,853	12,092	12.5%	(14.18%)	2,402	2.5%	(2.73%)

〈표 2〉는 내국인 발명자 수 및 삼성전자와 현대자동차 소속 발명자 수를 연도별로 나타낸 것이다. 97년 출원된 특허에 발명자로 등재된 내국인 발명자 수는 40,760명이었으며 삼성전자 소속 발명자는 19.7%인 8,040명, 현대자동차 소속 발명자는 3.7%인 1,500명이었다. 2005년 전체 내국인 발명자 96,853명 중 삼성전자 소속은 12.5%인 12,092명, 현대자동차 소속은 2.5%인 2,402명이었다. 특허 건수 점유율과 발명자 수 점유율을 비교해보면 두 기업이 대표하는 산업의 특성을 짐작할 수 있다. 삼성전자의 경우 94년과 95년 특허 건수 점유율보다 발명자 수 점유율이 더 낮았고 96년부터 특허 건수 점유율이 더 높아지는 기는 하지만 대체로 두 점유율이 크게 차이나지 않는다. 반면 현대자동차의 경우 특허 건수 점유율이 발명자 수 점유율보다 상당히 높았는데 2005년으로 가면서 점점 차이가

줄어들고는 있다. 두 점유율 차이는 두 산업이 팀발명을 많이 하는지 단독발명을 많이 하는지를 반영하는 것이다.

<표 3> ~ <표 5>는 두 기업이 대표하는 산업의 기술체제적 특성들 (기술기회, 누적성, 전유가능성, 독창성)을 보여준다. 기술기회는 혁신이 얼마나 많이 발생하는가를 나타내는 것으로 산업의 특허 수 증가율로 살펴볼 수 있다(Breschi et al., 2000; 이근, 2007).

<표 3> 기술체제 특성: 기술기회

연도	외감기업 전체		방송영상음향기기산업		완성차산업	
	출원 건수	증가율	출원 건수	증가율	출원 건수	증가율
1994	17,398	45.48%	6,720	24.33%	2,019	116.86%
1995	46,809	169.05%	19,748	193.87%	16,393	711.94%
1996	52,306	11.74%	19,616	-0.67%	19,684	20.08%
1997	49,604	-5.17%	23,515	19.88%	9,907	-49.67%
1998	32,237	-35.01%	16,046	-31.76%	1,452	-85.34%
1999	31,810	-1.32%	10,696	-33.34%	3,451	137.67%
2000	34,501	8.46%	10,049	-6.05%	5,192	50.45%
2001	38,863	12.64%	13,096	30.32%	5,274	1.58%
2002	42,973	10.58%	16,278	24.30%	4,734	-10.24%
2003	54,077	25.84%	21,805	33.95%	4,897	3.44%
2004	66,542	23.05%	29,328	34.50%	4,831	-1.35%
2005	76,539	15.02%	34,339	17.09%	4,378	-9.38%

<표 3>은 외감기업¹⁰⁾ 전체와 현대자동차가 소속된 산업 (자동차엔진및자동차제조업) 및 삼성전자가 소속된 산업 (방송수신기영상음향기기제조업)에 대해 연도별 특허출원 건수와 증가율을 정리한 것이다.¹¹⁾ 완성차산업은 특허 출원이 94년 2,019건에서 95년

10) 외감기업이란 주식회사의 외부감사에 관한 법률에 따라 일정요건 충족시 외부감사인인 감사를 받아야 하는 법인을 말한다.

11) 기업의 소속산업 분류코드는 통계청의 표준산업분류 개정에 따라 변한다. 본 연구는 대상 기간의 표준산업분류를 따랐다. 현행 한국표준산업분류 체계는 2017년 개정된 제 10차 표준산업분류이나 본 연구의 대상 기간에 적용된 산업분류는 제 6차 개정과 제 8차 개정이다. 동일한 표준산업분류체계라도 기업의 업종변화가 있는 경우 기업데이터베이스상 해당 기업에 부여되는 산업이 변한다. 본 연구의 대상 기간에 삼성전자는 LG전자, 대우전자, 삼성전기 등과 같은 방송수신기영상음향기기 제조업(D3230)에 속하였다가 LG실트론(SK실트론), SK하이닉스 등과 같은 업종인 다이오드트랜지스터및유사반도체 제조업으로 바뀌었다. 현대자동차는 기아차, 대우차, 르노삼성 등이 속해 있는 자동차용엔진및자동차제조업(D3410)으로 분류되어 있었다. 본 연구는 두 기업에 적용되고 있는 현행 분류가 아닌 연구 기간에 적용되던 소속 산업을 이용하여 산업의 기술체제적 특성을 계산하였다.

16,393건으로 증가해 711.94%의 폭발적 성장세를 보여주었다가 IMF 사태가 발생한 97년에 -49.67%, 그 이듬해에 -85.34%를 기록하면서 2년간 큰 폭으로 감소한 후 99년 137.67% 증가로 급반등했다. 2000년대 들어서는 낮은 증가율 또는 감소세를 보여주고 있다. 방송영상음향기기산업의 경우 IMF 시기에도 상대적으로 감소세가 약했고 2000년 이후 상당히 높은 증가세를 꾸준히 보여주고 있다. 특히 증가율의 등락의 폭, 주기, 지속성 차이로부터 두 산업의 기술기회의 차이를 짐작할 수 있다.

누적성은 현재의 혁신이 과거의 혁신에 영향을 받는 정도를 나타내며 누적성이 높은 산업은 새로운 혁신가가 불리하고 상대적으로 진입이 어려운 산업이다 (이근, 2007). 본 연구는 이근 (2007)에서와 같이 해당 산업 특히 중에서 지속적 발명자들이 등록한 특허의 비중으로 누적성을 측정하였다. 지속적 발명자는 특정 기간 내에 매년 한 건 이상 특허를 출원한 발명자로 정의하였다. <표 4>는 외감기업 전체 및 방송영상음향산업, 완성차 산업에서의 지속적 발명자 비중을 각 구간에 대해 계산한 것이다. 지속적 발명자가 차지하는 비율은 외감기업 전체와 두 산업 모두에서 증가하고 있다. 이 비율이 94년-97년 기간에는 방송영상음향산업에서 8.5%로 완성차산업에서의 4.3%보다 더 높았으나 02년-05년 기간에는 완성차산업에서 13.8%로 방송영상음향산업에서의 11.4%보다 오히려 더 높았다. 과거의 혁신이 후속 혁신을 창출하는 정도가 자동차산업에서 더 두드러지게 변화했다.

<표 4> 기술체제 특성: 누적성

	94-97년			02-05년		
	외감 전체	방송영상음향기기	완성차	외감 전체	방송영상음향기기	완성차
발명자수	46,091	15,049	6,832	92,861	31,497	5,344
지속적 발명자수	3,052	1,286	293	8,605	3,578	735
비중	6.6%	8.5%	4.3%	9.3%	11.4%	13.8%

<표 5>는 외감기업 전체, 방송영상음향기기산업, 완성차산업에 대해 전유가능성과 독창성을 측정한 것이다. 전유가능성(appropriability)은 자신의 혁신결과를 모방으로부터 지키고 향유할 수 있는 정도를 나타내며 문헌에서는 전체 특허 인용 중 자기인용의 비중으로 측정한다. 독창성(originality)은 해당 기술이 얼마나 다양한 기술분야의 지식에 의존하는가를 나타내며 아래와 같이 측정된다(Trajtenberg et al., 2002). 여러 분야 특허기술을 골고루 인용할수록 독창성의 값은 커지는데, 다양한 분야의 기술을 종합한 기술일수록 독창적이라고 전제한다.

$$\text{독창성}_i = 1 - \sum_{h=1}^{N_h} \left(\frac{NCITED_{ih}}{NCITED_i} \right)^2$$

N_h 는 특허 i 가 인용한 기술범주 수, $NCITED_{ih}$ 는 인용한 특허 중 기술범주 h 에 속하는 특허수, $NCITED_i$ 는 특허 i 가 인용한 특허 수

<표 5> 기술체제 특성: 전유가능성 및 지식기반의 특성(독창성)

		평균	표준편차	최소	최대	관측치
self_citation_backward	전체	24.3%	35.4	0	100	135,184
	방송영상 음향기기	25.6%	34.6	0	100	53,992
	자동차	41.1%	41.2	0	100	11,013
self_citation_forward	전체	26.1%	36.9	0	100	91,108
	방송영상 음향기기	27.0%	36.5	0	100	35,418
	자동차	33.1%	40.4	0	100	6,412
originality	전체	0.140	0.224	0	0.857	135,180
	방송영상 음향기기	0.146	0.226	0	0.857	53,989
	자동차	0.102	0.201	0	0.800	11,013

자기인용(self-citation) 중 후방인용(backward citation)은 해당 특허가 자기 기업의 선행 특허를 인용하는 것을 말하며, 전방인용(forward citation)은 해당 특허를 자기 기업의 후행 특허가 인용하는 것을 말한다. 자기인용의 비중이 방송영상음향기기산업보다 완성차산업에서 더 높아 전유가능성이 자동차산업에서 더 크다고 볼 수 있다. 독창성 지표의 값은 완성차산업보다 방송영상음향기기산업에서 더 높아 방송영상음향기기산업이 더 넓은 범위의 기술들을 참조하는 것으로 나타났다. 위에서 기술체제의 4가지 특징들을 살펴본 결과, 방송영상음향기기산업과 완성차산업은 기술체제에서 상당한 차이를 지닌다고 할 수 있다.

1.2. 삼성전자와 현대자동차의 발명자 네트워크

오늘날 발명은 점점 더 협력적 활동에 의해 창출되고 있으며, 네트워크 구조는 기술 영역에 따라 다르게 변화한다. <표 6>과 <표 7>은 기간별로 공동발명을 한 경험이 있는지 여부에 따라 전체 발명자를 구분한 것이다. 97년 전체 발명자의 90.2%가 발명 네트워크에 속하지 않는 발명자, 즉 단독발명자였다. 삼성전자의 단독발명자 비율은 72.3%로 이보다 낮았다. 현대자동차의 경우 단독발명자 비율이 97.7%로 전체 비율보다 더 높았다. 여기서도 방송영상음향기기산업과 완성차산업 간 차이가 보여진다.

〈표 6〉 연도별 발명자 수와 네트워크 발명자 (94년-97년)

전체 발명자					
연도	발명자수	네트워크 부존재	(비율)	네트워크 존재	(비율)
1994	21,244	20,139	94.8%	1,105	5.2%
1995	29,260	27,845	95.2%	1,415	4.8%
1996	35,576	31,866	89.6%	3,710	10.4%
1997	40,760	36,780	90.2%	3,980	9.8%
삼성전자 소속 발명자					
연도	발명자수	네트워크 부존재	(비율)	네트워크 존재	(비율)
1994	2,162	1,720	79.6%	442	20.4%
1995	5,439	4,616	84.9%	823	15.1%
1996	6,276	4,224	67.3%	2,052	32.7%
1997	8,040	5,814	72.3%	2,226	27.7%
현대자동차 소속 발명자					
연도	발명자수	네트워크 부존재	(비율)	네트워크 존재	(비율)
1994	370	354	95.7%	16	4.3%
1995	1,444	1,422	98.5%	22	1.5%
1996	1,984	1,944	98.0%	40	2.0%
1997	1,500	1,466	97.7%	34	2.3%

〈표 7〉 연도별 발명자 수와 네트워크 발명자 (2002년-2005년)

전체 발명자					
연도	발명자수	네트워크 부존재	(비율)	네트워크 존재	(비율)
2002	71,382	59,841	83.8%	11,541	16.2%
2003	75,346	64,932	86.2%	10,414	13.8%
2004	83,532	69,041	82.7%	14,491	17.3%
2005	96,853	78,296	80.8%	18,557	19.2%
삼성전자 소속 발명자					
연도	발명자수	네트워크 부존재	(비율)	네트워크 존재	(비율)
2002	7,514	4,547	60.5%	2,967	39.5%
2003	8,123	5,046	62.1%	3,077	37.9%
2004	10,214	6,213	60.8%	4,001	39.2%
2005	12,092	6,782	56.1%	5,310	43.9%
현대자동차 소속 발명자					
연도	발명자수	네트워크 부존재	(비율)	네트워크 존재	(비율)
2002	2,143	1,962	91.6%	181	8.4%
2003	2,178	2,011	92.3%	167	7.7%
2004	2,323	2,144	92.3%	179	7.7%
2005	2,402	2,198	91.5%	204	8.5%

2000년대에 들어 발명활동에서의 협업이 증가하면서 발명 네트워크에 속하지 않는 발명자 수가 전체 발명자 표본에서 80.8%까지 떨어졌다. 삼성전자 발명자 표본에서는 이 비율이 56.1% 낮아졌고, 현대자동차 발명자 표본에서도 91.5%로 낮아졌다. 팀발명, 공동발명이 확산되고 있음을 알 수 있다.

〈표 8〉은 네트워크 내 삼성전자 (현대자동차) 소속 발명자 수 및 비율과 그 외 소속 발명자 수를 보여준다. 삼성전자 네트워크에서 내부 비율이 94년 83.7%에서 2005년

40.3%로 낮아졌다. 90년대에 현대자동차 네트워크는 소규모였으며 내부 비율이 94년 65.5%로 높은 편이었다. 네트워크가 커지면서 2005년 네트워크 내 발명자 수는 19,647명으로 삼성전자 네트워크(22,786명)의 86.2% 수준이었다. 네트워크가 커진 데에는 삼성전자 네트워크와 현대자동차 네트워크가 발명자들로 서로 연결되어 동일한 네트워크를 공유하게 된 영향도 있다.

〈표 8〉 네트워크 내 삼성전자 (현대자동차) 소속/소속외 발명자

삼성전자 발명자 네트워크				현대자동차 발명자 네트워크			
연도	기업내 (A)	기업외 (B)	기업내 비율 [A/(A+B)]	연도	기업내 (A)	기업외 (B)	기업내 비율 [A/(A+B)]
1994	1,114	217	83.7%	1994	55	29	65.5%
1995	3,055	532	85.2%	1995	61	62	49.6%
1996	3,279	590	84.8%	1996	80	48	62.5%
1997	4,193	1,594	72.5%	1997	72	41	63.7%
삼성전자 발명자 네트워크				현대자동차 발명자 네트워크			
연도	기업내 (A)	기업외 (B)	기업내 비율 [A/(A+B)]	연도	기업내 (A)	기업외 (B)	기업내 비율 [A/(A+B)]
2002	5,332	4,990	51.7%	2002	290	7,907	3.5%
2003	5,943	8,057	42.5%	2003	327	10,843	2.9%
2004	7,516	10,536	41.6%	2004	416	14,703	2.8%
2005	9,193	13,593	40.3%	2005	459	19,188	2.3%

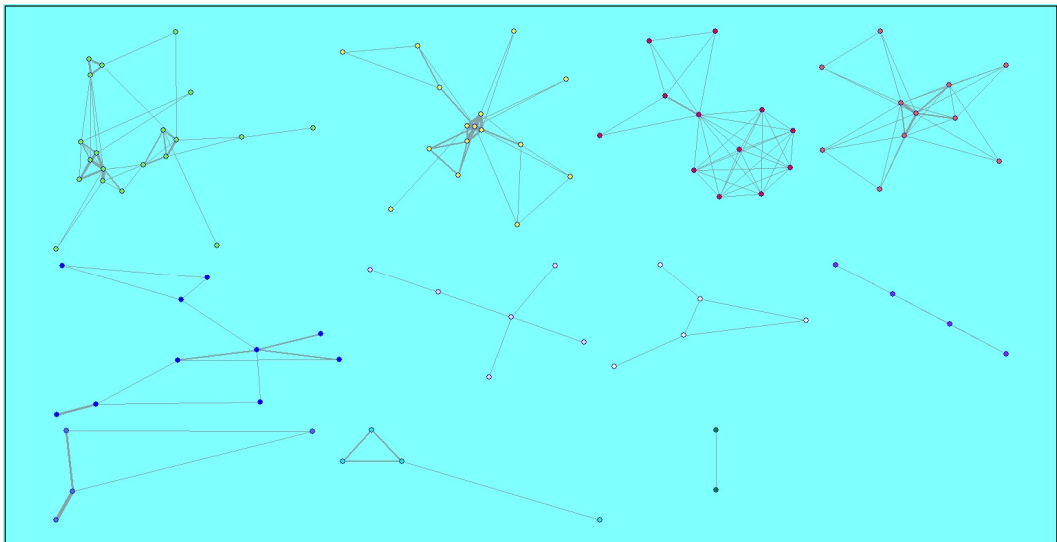
〈표 9〉 삼성전자(현대자동차) 발명자 네트워크 관련 조직

	삼성전자 발명자 네트워크			현대자동차 발명자 네트워크	
	순위	조직	총인원	조직	총인원
1994 ~ 1997	1	삼성전자주식회사	11,459	현대자동차주식회사	244
	2	한국전자통신연구원	1,194	삼성전자주식회사	32
	3	한국과학기술연구원	161	코오롱	28
	4	엘지	118	하이닉스반도체	14
	5	씨제이	110	대림산업	13
	6	페어차일드코리아반도체	110	지에스칼텍스주식회사	11
	7	웅진케미칼주식회사	79	한국과학기술원	11
2002 ~ 2005	1	삼성전자주식회사	27,319	삼성전자주식회사	14,904
	2	한국전자통신연구원	5,413	한국전자통신연구원	5,373
	3	엘지전자주식회사	3,152	엘지전자주식회사	3,211
	4	삼성에스디아이	2,086	삼성에스디아이	2,083
	5	엘지디스플레이주식회사	1,554	엘지디스플레이주식회사	1,554
	6	엘지화학	1,356	현대자동차주식회사	1,410
	7	삼성전기주식회사	1,337	엘지화학	1,356

<표 9>는 삼성전자와 현대자동차 네트워크에 속한 발명자들이 소속된 조직들 중 발명자 수 기준으로 상위 조직들을 보여준다. 삼성전자 발명자 네트워크에서 삼성전자 소속 발명자를 제외하고는 한국전자통신연구원 소속 발명자들이 가장 많았다. 94년-97년 기간에는 한국전자통신연구원이 압도적이었으나 02년-05년 기간에는 경쟁사들인 엘지전자, 엘지디스플레이, 엘지화학 등 LG 계열사 소속 발명자들이 많아졌다. 계열사인 삼성에스디아이, 삼성전기 소속 발명자들도 많았다. 표에 나타나지는 않지만 반도체 부문 경쟁사인 하이닉스반도체의 경우 두 기간 모두 8번째 순위였는데 94년-97년 56명, 02년-05년 963명의 하이닉스 발명자들이 이 네트워크에 속해 있었다.

현대자동차 발명자 네트워크의 경우 94년-97년에는 현대자동차 소속이 대부분이었으나 02년-05년에는 현대자동차보다 더 많은 발명자들이 소속된 조직이 5개나 된다. 02년-05년 현대자동차 네트워크에서 가장 많은 발명자들이 속한 조직은 삼성전자였으며 그 다음인 한국전자통신연구원, 엘지전자, 삼성에스디아이, 엘지디스플레이 등은 모두 전자산업 관련 조직들이다. 이들 다음으로 많은 발명자들(1,356명)이 속한 기업은 엘지화학이다. 이러한 2000년대 초의 특허 네트워크로부터 이후 전개될 자동차 기술혁신의 방향을 예상할 수 있다. 최근 차량 내 전자부품의 발전과 채택 증가, 전기차에 사용되는 배터리 등으로 이러한 기업들과의 네트워크는 더욱 확대되었을 것이다.

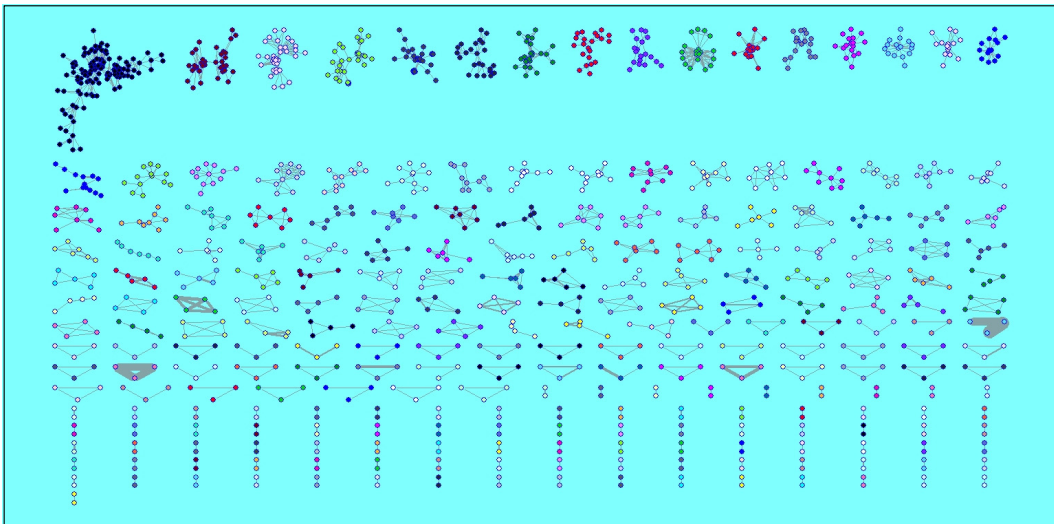
<그림 3> 현대자동차 발명자들이 속한 네트워크 (94년)



<그림 3>은 공동발명 관계들로 구성된, 현대자동차 발명자들이 포함된 94년 발명자 네트워크이다. 발명자들 모두가 하나의 큰 네트워크로 연결된 것이 아니라 분리된 부분 네트워크들을 이루고 있음을 알 수 있다. 노드 간 공동발명 관계의 빈도는 선의 굵기로 나타내었다. 94년 현대자동차 발명자들이 속해 있는 부분 네트워크의 수는 11개였다. 이 중 가장 큰 네트워크는 20개의 노드들을 가지며, 가장 작은 네트워크는 2개의 노드들로 구성되어 있다. 그림에서 별모양 네트워크, 선형 네트워크 등 네트워크의 모양을 뚜렷이 확인할 수 있다.

94년 이미 삼성전자 발명자들은 많은 수의 네트워크들을 이루고 있었으며 최대 네트워크의 크기도 컸다 (그림 4). 이때 삼성전자 발명자들이 속한 부분 네트워크들의 수는 241개였으며 123개의 노드를 가진 네트워크가 가장 컸다. 즉 123명의 발명자가 최대 부분 네트워크를 이루었다. <그림 4>의 좌측 상단부터 크기 순으로 부분 네트워크들이 나열되어 있다. 그림 하단의 3개 노드로 이루어진 부분 네트워크들 중 노드 간 굵은 연결선을 가진 부분 네트워크들을 발견할 수 있다. 이는 노드들 간 상호작용 (공동발명)이 많음을 나타낸다.

<그림 4> 삼성전자 발명자들이 속한 네트워크 (94년)

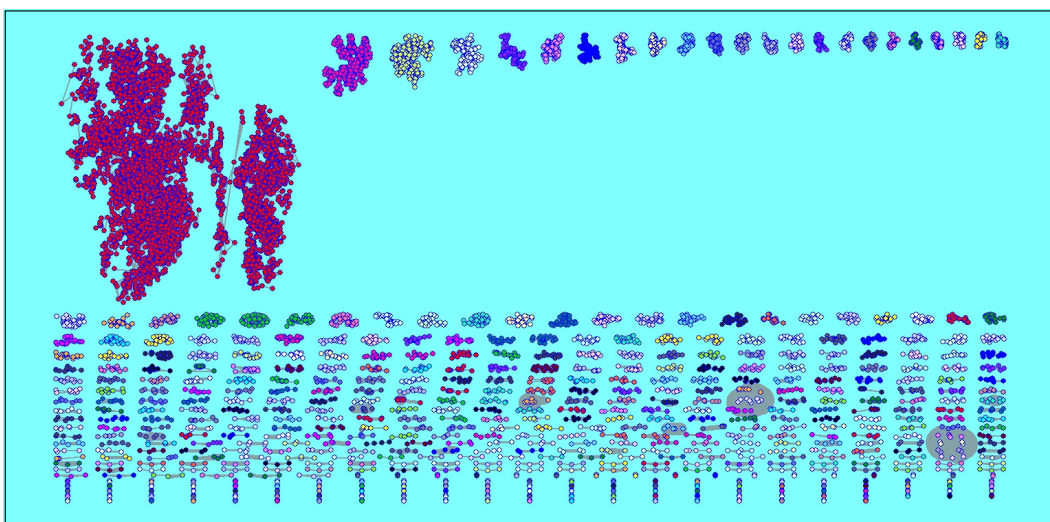


<그림 5>는 현대자동차 발명자들이 속한 2002년 네트워크들을 보여준다. 최대 네트워크에 전체 노드 수의 52.7%인 6,751개가 속해 있으며, 네트워크들의 수는 526개였다. 특허출원을 하는 발명자 수가 증가하고 혁신활동에서 협업이 증가함에 따라 네트워크 수가 증가하는 한편 최대 네트워크의 크기도 커졌다. 소규모였던 현대자동차 발명자 네트워크도 노드 수가 증가하여 2002년 노드 수에서 삼성전자 발명자 네트워크와 비슷해졌다

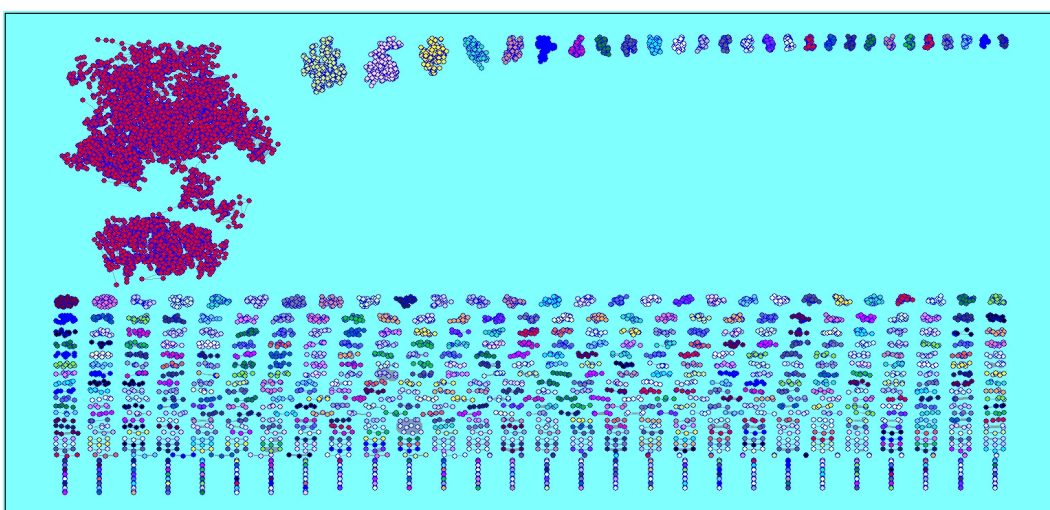
(그림 5, 6). 삼성전자 발명자들과 현대자동차 발명자들이 공유하는 네트워크들의 수도 증가하고 있다.

최대 네트워크를 보면 이보다 작은 네트워크들을 하나의 큰 네트워크로 연결해주는 몇 개의 노드들이 눈에 띈다. 네트워크 지수들은 이러한 노드들의 역할을 포착한다. 하단의 작은 네트워크들 중에서 짙은 회색으로 두드러진 네트워크들은 노드들 간 공동 발명 관계의 반복이 많은 것들이다.

<그림 5> 현대자동차 발명자들이 속한 네트워크 (2002년)



<그림 6> 삼성전자 발명자들이 속한 네트워크 (2002년)



<그림 6>은 삼성전자 발명자들이 속해 있는 2002년 네트워크들을 보여준다. 최대 네트워크에는 전체 노드수의 48.6%인 6,751개가 속해 있다. <그림 5>와 <그림 6>의 최대 네트워크는 동일한 네트워크이다. 2002년 삼성전자 발명자들이 속한 네트워크는 764개, 현대자동차 발명자들이 속한 네트워크는 526개, 두 기업 발명자들이 동시에 속한 네트워크는 469개이다. 94년 삼성전자 발명자들이 속한 네트워크는 241개, 현대자동차 발명자들이 속한 네트워크는 11개, 두 기업 발명자들이 동시에 속한 네트워크는 4개였다.

2. 회귀분석 결과

2.1. 네트워크 특성이 혁신성과에 미치는 영향

네트워크 특성들에 관한 가설 검증 결과를 아래 표와 같이 정리할 수 있다. 네트워크 내 더 많은 발명자들과 연결되어 있을수록 발명자의 혁신성과는 더 높다 (H1-1). 둘째, 발명자들이 네트워크 내 다른 발명자들과 가까울수록 오히려 혁신성과가 더 낮다 (H1-2). 네트워크 내 접촉이 빈번할 수록 혁신성과가 높다 (H2). 넷째, 네트워크 내 발명자들이 서로서로 직접 연결되어 있는 응집된 구조는 오히려 혁신성과를 낮춘다 (H3). 다섯째, 네트워크 내 삼성전자 (현대자동차) 소속 발명자들의 비율이 높아질수록 삼성전자 (현대자동차) 소속 발명자와 그 외 소속 발명자 간 혁신성과 차이가 줄어든다 (H4).

<표 10> 네트워크 특성들에 관한 가설 검증 결과

	H1-1	H1-2	H2	H3	H4
삼성전자 발명자 네트워크	채택	기각	채택	기각	채택
현대자동차 발명자 네트워크	채택	기각	채택	기각	채택

<표 11>은 삼성전자 발명자 네트워크에 대한 회귀분석 결과이다. 95년-97년 기간과 03년-05년 두 기간 간 차이는 변수들의 효과가 기술 축적에 따라 바뀔을 시사한다. degree의 계수 크기는 줄어들지만 두 기간 모두 통계적으로 유의하였다. closeness의 효과는 반전된다. 연결이 얼마나 많은지가 혁신성과에 긍정적 영향을 미치며 다른 노드들과 가까이 있다는 것이 오히려 부정적으로 작용했다. 연결의 강도(tie_strength)는 긍정적 효과를 미쳤다. 군집계수(clustering_coef)는 두 기간 모두 유의한 음(-)으로 추정됐다. 군집계수의 추정값이 음(-)이라는 것은 구성원들 간 서로서로 아는 정도가 많은

중복적 관계가 오히려 비효율적임을 의미한다. <표 12>의 현대자동차 발명자 네트워크의 효과 추정에서도 이들 네트워크 변수들의 유의도와 계수의 방향은 비슷하였다.

삼성전자 네트워크 내 다른 기업 소속 발명자들(others)의 혁신성고가 가중 특허수 기준으로 삼성전자 발명자들에 비해 0.47건 적었다. 삼성전자 소속 발명자 수의 비율(in_ratio)이 미치는 효과는 유의한 음(-)으로, 교호작용항(others×in_ratio)의 계수는 유의한 양(+)으로 추정되었다. others의 계수 크기는 $(-0.47+0.011 \times \text{in_ratio})$ 로 in_ratio의 크기에 따라 달라진다. 즉 네트워크내에서 삼성전자 소속 발명자 수의 비율(in_ratio)이 높을수록, 삼성전자 소속이 아닌 발명자의 혁신성고는 높아진다(삼성전자 소속 발명자와 삼성전자 이외 소속 발명자 간 혁신성과 격차가 줄어든다). <표 12>에서 현대자동차 네트워크 내 현대자동차 소속이 아닌 발명자들은 가중특허수가 0.37건 더 많았으며 교호작용항(others×in_ratio)의 계수는 유의한 음(-)으로 추정되었다. others의 계수 크기는 $(0.37-0.012 \times \text{in_ratio})$ 로 추정된다. 즉 네트워크내에서 현대자동차 소속 발명자 수의 비율(in_ratio)이 높을수록 현대자동차 소속이 아닌 발명자의 혁신성고는 낮아진다(현대자동차 소속 발명자와 현대자동차 이외 소속 발명자 간 혁신성과 격차가 줄어든다).

<표 11> 삼성전자 발명자 네트워크에 대한 회귀분석 결과

	95-97년			03-05년		
	Coef.	t	P> t	Coef.	t	P> t
degree	0.0502	5.27	0.000	0.0133	6.73	0.000
closeness	114.36	2.25	0.025	-38.977	-2.84	0.005
tie_strength	-0.0062	-0.14	0.886	0.0159	2.27	0.023
clustering_coef	-0.2922	-2.36	0.018	-0.4107	-8.19	0.000
group-inter	0.0349	0.88	0.378	0.0005	6.23	0.000
group-intra	-0.0340	-1.24	0.216	0.0000	1.10	0.271
inter-ind	-0.0046	-1.88	0.061	0.0001	3.31	0.001
intra-ind	0.0517	1.57	0.116	0.0003	6.54	0.000
group inter	-0.0001	-0.77	0.442	0.0002	9.57	0.000
group intra	-0.0002	-1.45	0.146	-0.0000	-1.07	0.283
inter ind	-0.0003	-1.73	0.083	-0.00005	-4.43	0.000
intra ind	-0.0003	-1.73	0.084	0.0002	8.57	0.000
others	-1.8724	-3.84	0.000	-0.4695	-3.41	0.001
in_ratio	-0.0017	-1.23	0.218	-0.0060	-6.60	0.000
others×in_ratio	0.0107	4.38	0.000	0.0107	2.53	0.011
inventor_entropy	0.9162	4.12	0.000	0.8216	12.10	0.000
firm_entropy	-0.0538	-0.79	0.432	-0.3600	-12.38	0.000
co_inventor	-2.8091	-45.27	0.000	-3.1812	-54.46	0.000
within-firm	-0.0002	-0.73	0.467	-0.0002	-4.17	0.000
within firm	-0.0005	-5.17	0.000	-0.0000	-1.53	0.126
R-sq.	0.2621			0.2669		
관측치수	11,450			38,449		

〈표 12〉 현대자동차 발명자 네트워크에 대한 회귀분석 결과

	95-97년			03-05년		
	Coef.	t	P>t	Coef.	t	P>t
degree	0.1471	3.01	0.003	0.0133	6.73	0.000
closeness	988.529	0.41	0.680	-37.280	-2.48	0.013
tie_strength	-0.1603	-0.45	0.653	0.0199	2.80	0.005
clustering_coef	-0.7742	-0.90	0.371	-0.5325	-8.70	0.000
group-inter	0.8937	2.28	0.024	0.0006	7.74	0.000
group-intra				-0.0000	-1.18	0.240
inter-ind	-0.0305	-1.02	0.311	0.00003	1.82	0.068
intra-ind	1.0379	0.54	0.587	0.0004	10.19	0.000
group inter	0.0725	2.20	0.029	0.0000	0.45	0.651
group intra				0.0006	2.16	0.030
inter ind	0.0407	2.11	0.036	-0.0000	-1.06	0.291
intra ind	0.0286	0.88	0.380	0.0002	3.19	0.001
others	0.8045	0.23	0.821	0.3704	3.54	0.000
in_ratio	-0.0146	-1.64	0.102	-0.0013	-0.71	0.476
others×in_ratio	-0.0125	-0.59	0.554	-0.0119	-3.99	0.000
inventor_entropy	-0.4961	-0.29	0.771	0.8698	11.34	0.000
frim_entropy	-1.0773	-2.73	0.007	-0.1977	-8.31	0.000
co_inventor	-4.5866	-6.33	0.000	-3.6580	-47.20	0.000
within-firm	0.0103	0.20	0.838	0.0001	1.80	0.072
within firm	0.0618	1.06	0.291	-0.0002	-2.95	0.003
R-sq.	0.3324			0.2596		
관측치수	309			29,741		

주) 〈표 11〉과 〈표 12〉에서 연도 더미 및 상수항은 지면관계상 생략하였다.

2.2. 지식 파급효과풀이 혁신성과에 미치는 영향

95년-97년에는 소규모 네트워크였던 현대자동차 발명자 네트워크에서 그룹내 산업간 (group-inter), 네트워크외 산업간 효과(inter ind) 등 파급효과가 나타났고, 상대적으로 크고 많은 부분 네트워크들로 이루어졌던 삼성전자 발명자 네트워크에서는 지식풀의 긍정적 파급효과가 나타나지 않았다. 95년-97년에 삼성전자 발명자 네트워크에서 그룹외-산업내(intra-ind)가 15% 수준에서 한계적으로 유의한 정(+)의 효과를 나타냈을 뿐 inter-ind, inter ind, intra ind의 추정계수가 모두 10% 수준에서 음(-)으로 추정되어 그룹외-산업내를 제외하고 산업내 지식풀의 효과는 부정적이었다. 95년-97년에 현대자동차 발명자 네트워크에서는 네트워크내 그룹내-산업간(group-inter), 네트워크외 그룹내 산업간(group inter) 및 그룹외 산업간(inter ind)의 계수가 5% 수준에서 유의한 양(+)의 값으로 추정되었다.

〈표 13〉 파급효과들의 유의성 및 차이 검정 결과

파급효과들	삼성전자	차이		파급효과들	현대자동차	차이	
group-inter***	0.00046			group intra**	0.00061		
intra-ind***	0.00032	*		group-inter***	0.00059		
intra ind***	0.00022	+	***	intra-ind***	0.00042	*	
group inter***	0.00018		***	intra ind***	0.00017	***	***
inter-ind***	0.00008	***	***	inter-ind*	0.00003	**	***
group-intra	0.00004		***	group inter	0.00001		***
group intra	-0.00001		***	inter ind	-0.00001		**
inter ind***	-0.00005	***	**	group-intra	-0.00004		

주) ***, **, *, +는 각각 1%, 5%, 10%, 15% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타낸다.

03년-05년 기간에 대하여는 <표 13>에서 파급효과들을 크기 순으로 정리하고 추정치의 유의도에 따라 별표를 표시하였으며, 파급효과들 간의 차이 검정의 결과도 유의도에 따라 별표로 나타내었다. 차이 검정의 첫 번째 열은 바로 위 변수와 비교한 결과이며, 두 번째 열은 두 칸 위 변수와 비교한 결과이다. 삼성전자 발명자 네트워크에서는 네트워크 내외 불문하고 그룹내 산업간 효과(group-inter***, group inter***)와 산업내 효과(intra-ind***, intra ind***)가 유의한 정(+)의 효과로 추정되었으며, 네트워크내 산업간 효과(inter-ind***)도 유의한 정(+)의 효과로 추정됐다. 현대자동차 발명자 네트워크에서는 네트워크외 그룹내-산업내(group intra**) 파급효과들의 효과가 가장 컸다. 산업으로부터의 파급효과는 산업내로부터가 산업간으로부터보다 크고 (intra-ind***, intra ind*** > inter-ind*, inter ind) 산업간에서 얻는 긍정적 파급효과는 네트워크 내에서 얻는 것임을 알 수 있다. 그룹내 산업내로부터는 대체로 긍정적 파급효과를 얻지 못하지만, 현대자동차 네트워크의 경우 네트워크외 그룹내 산업내 지식풀(group intra**)로부터 큰 정(+)의 효과를 얻고 있다.

가설과 관련하여 지식풀들 간 비교 검정을 수행한 결과를 <표 14>로 정리하였다. H5 부터 H7까지의 가설들은 비교 결과의 해당 행에서 ‘왼편의 계수 추정치가 오른편의 계수 추정치보다 크다 (왼편 > 오른편)’라고 설정되며, 비교 결과 부등호의 방향이 >이면 가설 채택, 그렇지 않으면 (유의하지 않거나 <이면) 기각을 나타낸다. 가설 검정의 유의도를 표시하였으며, 부등호 방향 및 유의도에 따라 가설 채택과 기각여부를 표시하였다.

〈표 14〉 지식 파급효과풀에 관한 가설 검정 결과

		삼성전자		현대자동차		
가설	채택여부	비교 결과		채택여부	비교 결과	
H5	5-1	채택	inter-ind>inter ind***		채택	inter-ind>inter ind**
	5-2	한계적	intra-ind>intra ind +		채택	intra-ind>intra ind***
	5-3	채택	group-inter>group inter***		채택	group-inter>group inter***
	5-4	기각	group-intra>group intra		기각	group-intra<group intra**
H6	6-1	채택/ 기각	intra-ind>inter-ind*** group-intra<group-inter***		채택/ 기각	intra-ind>inter-ind*** group-intra<group-inter***
	6-2	채택/ 기각	intra ind>inter ind*** group intra<group inter***		채택	intra ind>inter ind*** group intra>group inter**
H7	7-1	채택/ 기각	group-inter>inter-ind***, group-intra<intra-ind***		채택/ 기각	group-inter>inter-ind***, group-intra<intra-ind***
	7-2	채택/ 기각	group inter>inter ind***, group intra<intra ind***		기각	group inter>inter ind group intra>intra ind+

동일한 파급효과풀을 네트워크 내인이 네트워크 외인가로 나누어 비교했을 때 대체로 네트워크 내 지식풀로부터의 효과가 컸다. 산업내와 산업간 지식풀 간의 비교에서는 그룹 외에서는 산업내 효과가 산업간 효과보다 컸다. 그러나 그룹내에서는 대체로 산업간 효과가 더 컸다. 그룹내에서의 효과와 그룹외에서의 효과를 비교한 경우 그룹내 산업간 효과가 그룹외 산업간 효과보다 컸다. Jaffe et al.(1993)의 지식파급의 지리적 지역화 (geographical localization of knowledge spillovers) 개념을 인지적 차원으로 확장해보면 인지적 거리가 가까울수록 파급효과가 크다고 할 수 있다. 다만 그룹내 산업내 효과는 부정적이다. 동일 산업 내 그룹 기업 사이에서는 상호 보완적 효과보다 경쟁으로 인한 부정적 효과가 더 크게 나타남을 의미한다.

2.3. 통제변수들의 혁신성과에 미치는 영향

추기능 (2007)은 한국기업 자료를 이용하여 기술다각화가 혁신 및 생산성 향상에 유효한 전략임을 밝혔다. Choo et al. (2009)에서 기술다각화가 기업의 생산성을 높이는 것으로 나타났으며 추기능 (2017)에서는 네트워크의 다각화지수가 발명자의 특허생산성을 높이는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 발명자 개인의 기술다각화는 발명자의 혁신성과를 높이지만 소속 기업의 기술다각화는 발명자의 혁신성과와 음(-)의 관계에 있는 것으로 나타났다.

공동발명만 하는 발명자는 단독발명을 병행하는 발명자에 비해 혁신성과가 낮았다. 기업 특허풀의 경우 삼성전자 발명자 네트워크에서는 네트워크 내외 불문하고 발명자의

혁신성과에 음(-)의 영향이 나타났고, 현대자동차 발명자 네트워크에서는 네트워크 내에서만 양(+)의 효과가 추정됐다.

V. 결론 및 향후 연구과제

삼성전자와 현대자동차는 96년 내국인 특허 출원의 31.29%를 점할 정도로 우리나라 기술혁신을 주도해왔다. 두 기업은 소속 산업의 기술체제적 특성들과 팀발명을 하는 정도에서 상당한 차이를 보여준다. 두 기업 네트워크 내 자기 기업 발명자들의 비율에 있어서도 큰 차이가 있다. 혁신활동이 증가함에 따라 네트워크들의 수가 증가하는 동시에 최대 네트워크의 크기도 커지고 두 기업 발명자 네트워크에서 중복되는 컴포넌트들도 많아지고 있다. 본 연구는 삼성전자와 현대자동차를 중심으로 공동 발명 관계를 이용해 발명자 중심의 네트워크 특성들과 그를 둘러싼 다양한 파급효과들이 그의 혁신성과에 미치는 영향 및 파급효과들 간 차이를 분석하였다. 본 연구는 조직 수준에서 파급효과를 다루는 기존 문헌들과 달리 발명자 수준에서 파급효과를 분석하였다. 발명자들은 공동발명 관계를 통해 사회 네트워크로 연결되어 있을 뿐만 아니라 지식 네트워크를 통해서도 연결되어 있다. 발명자들은 그들이 소속된 기업이 속한 그룹과 산업, 그리고 다른 산업들로부터 지식의 영향을 주고 받는다. 본 연구는 네트워크 내외, 그룹 내외, 산업 내외의 지식품들을 식별하여 파급효과의 출처를 세분하여 살펴보았다. 네트워크를 파급효과의 한 가지 차원으로 인식하였다는 점이 본 연구의 중요한 기여이다.

본 연구의 결과는 네트워크 특성들과 파급효과들이 발명자의 혁신성과에 대한 예측 변수들임을 의미한다. 첫째, 네트워크 내 더 많은 발명자들과 연결되어 있을수록 발명자의 혁신성과는 더 높다. 둘째, 발명자들이 네트워크 내 다른 발명자들과 근접해 있을 필요는 없다. 셋째, 네트워크 내 접촉이 빈번할 수록 혁신성과가 높다. 넷째, 네트워크 내 발명자들이 서로서로 직접 연결되어 있는 응집된 구조는 오히려 혁신성과를 낮춘다. 다섯째, 네트워크 내 삼성전자 (현대자동차) 소속 발명자들의 비율이 높아질수록 삼성전자 (현대자동차) 소속 발명자와 그 외 소속 발명자 간 혁신성과 차이가 줄어든다. 여섯째, 네트워크 내 지식품로부터의 파급효과가 네트워크 외 지식품로부터의 파급효과보다 컸다. 일곱째, 산업내 지식품과 산업간 지식품 간의 비교에서는 그룹외에서는 산업내 효과가 산업간 효과보다 컸고, 그룹내에서는 대체로 산업간 효과가 더 컸다. 여덟째, 그룹내에서의 효과와

그룹외에서의 효과를 비교할 경우, 그룹내 산업간 효과가 그룹외 산업간 효과보다 컸다. 아홉째, 그룹내 산업내 효과는 부정적으로 나타났다.

본 연구가 대상으로 한 시기는 한국의 혁신성과에서 삼성전자와 현대자동차가 차지하는 비중이 가장 높았던 시기이다. 삼성전자와 현대자동차의 특허 출원 점유율이 2010년 이후 큰 변화 없이 유지되는데 이는 다른 혁신주체들의 혁신활동이 상대적으로 활발해졌음을 의미한다. 다른 혁신주체들을 모두 포함하여 최근 연도를 대상으로 분석할 필요성이 제기된다. 본 연구는 그룹내와 그룹외의 파급효과를 도입하면서 그룹 소속으로 분석 대상 기업을 한정하였다. 현대자동차와 삼성전자는 대표적 글로벌 기업집단을 표본으로 분석하였는데, 향후 일반화 관점에서 중소·중견기업으로 분석을 확대할 필요가 있다. 더 나아가 대학, 연구소, 개인 등으로 연구 대상을 확장하여 더 일반화할 필요도 있다.

본 논문은 파급효과 풀을 구성함에 있어서 기존 문헌에서 다루지 않았던 네트워크 내외를 구분하고 발명자 수준에서 접근했다는 점에서 의의가 있다. 발명자들의 사회 네트워크에만 한정한다면 네트워크로 묶이지 않는 그룹이나 산업의 지식풀이 지식창출에 미치는 영향은 고려하지 못하게 된다. 사회 네트워크와 별개의 지식 네트워크를 도입한 문헌들은 네트워크로 연결되지 않는 외부와의 상호작용을 지식 네트워크를 도입함으로써 해결하고 있으며 지식 요소들간 네트워크적 특성을 포함하여 분석하였다 (Wang et al., 2014; Brennecke and Rank, 2017). 본 연구는 기업 차원에서 진행되던 기존의 파급효과 풀에 관한 연구를 보다 미시적인 발명자 수준으로 확장하였다는 데에 의의가 있다. 또한 네트워크에 포함되지 않는 영역도 여러 가지 차원의 지식풀들로 포섭하고 이 지식풀들이 지식 창출에 미치는 영향을 분석하였다는 점에서 지식 네트워크를 도입한 문헌들과 또 다른 관점을 제공하고 있다. 발명자의 사회 네트워크와 지식 네트워크는 완전히 동형도 아니지만 완전히 별개도 아닐 것인데, 본 연구는 네트워크, 기업, 그룹, 산업이라는 기존에 구분되어 있는 영역(domain)에 기반하여 지식풀들을 구성하였으며 발명자 관점에서 지식풀들이 서로 중첩됨이 없도록 하였다는 점에서 사회 네트워크와 지식 네트워크를 구분하는 연구와 차이를 지닌다. 물론 이들 지식풀마다 가지고 있는 지식 요소들(knowledge elements)의 폭과 깊이가 다를 것이며 개별 발명자가 보유한 지식 요소들의 폭과 깊이와의 유사성(proximity)에 따라 개별 발명자의 혁신성과에 미치는 영향은 다를 수 있다 (Boschma, 2005; Crescenzi et al., 2016). 이 부분에서 추가적 연구를 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 손동원 (2002), 『사회 네트워크 분석』, 경문사.
- 이근 (2007), 『동아시아와 기술추격의 경제학』, 박영사.
- 추기능 (2007), “Linking Technological Diversification to Corporate Performance: The Case of Korean Firms”, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 추기능 (2013), “석박사 졸업자의 혁신성과에 지도교수의 발명자 네트워크가 미치는 효과,” 『지식재산연구』, 제8권, 제1호, pp.253-285.
- 추기능 (2016), “발명자 네트워크가 발명성과에 미치는 효과 -기업소속 특히 다출원 발명자를 중심으로,” 『지식재산연구』, 제11권, 제2호, pp.183-222.
- 추기능 (2017), “발명자 생산성 결정요인: 네트워크 특성을 이용한 패널회귀분석결과”, 『기술혁신연구』, 제25권, 제3호, pp. 83-113.
- 추기능·하일도 (2021), “프레일티 모형을 이용한 특허권의 생존분석”, 『Journal of the Korean Data & Information Science Society』, Vol. 32, No. 6, pp. 1155-1169.
- 허명희 (2015). 『R을 활용한 사회네트워크분석 입문(개정판 3쇄)』, 자유아카데미.

(2) 국외문헌

- Andrikopoulos, Andreas, Aristeidis Samitas, and Konstantinos Kostaris (2016), “Four decades of the Journal of Econometrics: Coauthorship patterns and networks”, *Journal of Econometrics*, Vol. 195, No. 1, pp.23-32.
- Andrikopoulos, A., A. Samitas, and A. Lolou (2017), “Social networks in banking: A note on co-authorship in banking research”, *International Journal of Banking, Accounting and Finance*, Vol. 8, No. 2, pp.204-216
- Andrikopoulos, A., and G. Trichas (2018), “Publication patterns and coauthorship in the Journal of Corporate Finance”, *Journal of Corporate Finance*, Vol. 51, pp.98-108.
- Autant-Bernard, C., and J. P. LeSage (2011), “Quantifying Knowledge Spillovers Using Spatial Econometric Models”, *Journal of Regional Science*, Vol. 51, pp471-496.
- Boschma, Ron A. (2005), “Proximity and Innovation: A Critical Assessment”, *Regional Studies*, Vol. 39, No. 1, pp.61-74.
- Branstetter, L. (2000), “Vertical Keiretsu and Knowledge Spillovers in Japanese Manufacturing: An Empirical Assessment,” *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 14, pp.73-104.

- Brennecke, Julia, and Olaf Rank (2017), "The Firm's Knowledge Network and the Transfer of Advice among Corporate Inventors - A multilevel network study," *Research Policy*, Vol. 46, pp.768-783.
- Breschi, Stefano, and Francesco Lissoni (2001), Knowledge Spillovers and Local Innovation System: A Critical Survey, Industrial and Corporate Change, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 10, No. pp.975 - 1005.
- Breschi, Stefano, Franco Malerba, and Luigi Orsenigo (2000), "Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation", *Economic Journal*, Vol. 110, pp.388-410.
- Bwalya, S. M. (2006), 'Foreign direct investment and technology spillovers: evidence from panel data analysis of manufacturing firms in Zambia,' *Journal of Development Economics*, 81, pp.514 - 526.
- Cheong, Kwang Soo, Kineung Choo, and Keun Lee (2010), "Understanding the Behavior of Business Groups: A Dynamic Model and Empirical Analysis", *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 76, pp.141-15.
- Choo, Kineung, Keun Lee, Keunkwan Ryu, and Jungmo Yoon (2009), "Changing Performance of Business Groups over Two Decades: Technological Capabilities and Investment Inefficiency in Korean Chaebols", *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 57, No. 2, pp.359-386
- Crescenzi, Riccardo, Max Nathan, and Andrés Rodríguez-Pose (2016), "Do Inventors Talk to Strangers? On Proximity and Collaborative Knowledge Creation," *Research Policy*, Vol. 45, pp.177-194.
- de Nooy, Wouter, Andrej Mrvar, Vladimir Batagelj (2011), *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, Cambridge University Press.
- Diemer, Andreas, and Tanner Regan (2022), "No inventor is an island: Social connectedness and the geography of knowledge flows in the US", *Research Policy*, Vol 51, No. 2.
- Fleming, Lee (2007), "Breakthroughs and the "Long Tail" of Innovation", *MIT Sloan Management Review*, Vol. 49, No.1, pp.69-74.
- Grannovetter, M. (1973), "The Strength of Weak Ties", *American Journal of Sociology*, Vol. 78, pp.1360-1380.
- Harris, R. and C. Robinson (2004), "Productivity impacts and spillovers from foreign ownership in the United Kingdom", *National Institute Economic Review*, 187, pp.58 - 75.
- Jaffe, Adam B. (1986), "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value", *The American Economic Review*, Vol. 76, pp.984-1001.

- Jaffe, Adam B., Manuel Trajtenberg and Rebecca Henderson (1993), “Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, No. 3, pp.577-598
- Le Gallo, Julie, and Anne Plunket (2020), “Regional Gatekeepers, Inventor Networks and Inventive Performance: Spatial and Organizational Channels”, *Research Policy*, 49, pp.1-16.
- Lee, Keun, Kineung Choo, and Minh Yoon (2016), “Comparing the Productivity Impacts of Knowledge Spillovers from Network and Arm’s Length Industries: Findings from Business Groups in Korea”, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 25, No. 3, pp.407-427.
- Lemley, Mark A. (2012), “The Myth of the Sole Inventor”, *Michigan Law Review*, Vol. 110, No. 1, pp.709-760.
- Malerba, Franco (2006), “Innovation and the Evolution of Industries”, *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 16, pp.3-23.
- Marsan, Giulia Ajmone, and A. Primi (2012), “Tell Me Who You Patent With and I’ll Tell You Who You Are: Evidence from Inter-Regional Patenting Networks in Three Emerging Technological Fields”, OECD Regional Development Working Papers, No. 2012/03, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5k9cwmtrtwg1-en>
- Medda, G., and Claudio Piga (2014), “Technological Spillovers and Productivity in Italian Manufacturing Firms”, *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 41, pp.419-434.
- Nelson, R. and S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press.
- Ogawa, Susumu, and Kritinee Pongtanalert (2013), “Exploring Characteristics and Motives of Consumer Innovators: Community Innovators vs. Independent Innovators”, *Research-Technology Management*, pp.41-48.
- Penrose, Edith (1959), *The Theory of Growth of the Firms*, Oxford Univ. Press.
- Singh, J. (2005), “Collaborative Networks as Determinants of Knowledge Diffusion Patterns”, *Management Science*, Vol. 51, No. 5, pp.756-770.
- Schank, T., and D. Wagner (2005), “Approximating Clustering Coefficient and Transitivity”, *Journal of Graph Algorithms and Applications*, Vol. 9, pp.265-275.
- Trajtenberg, M., R. Henderson, and A. B. Jaffe (2002), “University versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention”, in Jaffe and Trajtenberg (eds.), *Patent, Citations, and Innovation: A Window on the Knowledge Economy*, The MIT Press.
- Tubiana, Matteo, Ernest Miguelez, and Rosina Moreno, (2022) “In Knowledge We Trust: Learning-by-Interacting and the Productivity of Inventors,” *Research Policy*, Vol. 51.

- Wang, Chunlei, Simon Rodan, Mark Fruin, Xiaoyan Xu (2014), Knowledge Networks, Collaboration Networks, and Exploratory Innovation, *Academy of Management Journal*, Vol. 57, No. 2, pp.484-514
- Wilhelmsson, Mats (2009), "The Spatial Distribution of Inventor Networks, *Annals of Regional Sciences*, Vol. 43, pp.645-668.
- Yayavaram, S. and G. Ahuja (2008), "Decomposability in Knowledge Structures and its Impact on the Usefulness of Inventions and Knowledge-base Malleability," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 53, pp.333-362.

□ 투고일: 2022.12.17. / 수정일: 2023.02.28. / 게재확정일: 2023.05.10. .