



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

경제학 석사학위 논문

네트워크 분석을 통한 기업의 기술적
특성이 혁신성과에 미치는 영향

- IT 산업을 중심으로 -

Effect of Technological aspects on Firm's Innovation via
Network Analysis
: Focused on IT industries

2016 년 2 월

서울대학교 대학원

협동과정 기술경영경제정책전공

이 민 정

네트워크 분석을 통한 기업의 기술적 특성이 혁신성과에 미치는 영향
: IT 산업을 중심으로

Effect of Technological aspects on Firm's Innovation via Network Analysis
: Focused on IT industries

지도교수 김연배

이 논문을 경제학석사학위 논문으로 제출함

2016 년 2 월

서울대학교 대학원
협동과정 기술경영경제정책전공
이 민 정

이민정의 경제학석사학위 논문을 인준함

2016 년 2 월

위 원 장 _____ 황 준 석 _____ (인)

부위원장 _____ 김 연 배 _____ (인)

위 원 _____ 임 소 진 _____ (인)

초 록

융복합이 활발하게 이뤄지고 있는 IT산업에서 보완자산이 부족한 중소기업들은 자신들의 기술역량을 파악하고 전략적으로 혁신을 추구하는 것이 요구되고 있다. 특히 기존의 지식들을 활용하거나 새로운 지식을 탐험하는 노력이 필요하다. 본 연구에서는 혁신에 있어 기존의 지식, 새로운 지식과의 조합의 중요성을 바탕으로 기업의 기술역량에 초점을 맞추어 IPC공동출현 기술네트워크를 통해 기업이 가진 기술역량을 1) 연결강도를 통한 활용적 기술역량, 2) 풀(Pool)의 다양성을 통한 탐험적 기술역량, 3) 네트워크(Network)의 다양성을 통한 복합적 기술역량으로 구분하고, 이러한 기술역량이 각각 활용적, 탐험적 혁신성과에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 실증적으로 분석하였다. 이를 위해 NICE 신용평가에서 제공하는 한국표준산업분류(KSIC-9)(9차개정) 중 26(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업), 28(전기장비 제조업)을 IT산업으로 보고 해당 분류에 속한 중소기업들의 특허데이터를 수집하였다. 기업이 가진 기술적 특징인 연결강도, 풀(Pool)의 다양성, 네트워크(Network)의 다양성을 설명변수로, 이외에 기업의 혁신에 영향을 미칠 수 있는 기업연령, 총 특허 수, 매출액을 통제변수로 두고 종속변수를 각각 활용적 혁신성과와 탐험적 혁신성과로 구분해 각 기술적 특성이 각 혁신성과에 미치는 영향에 대해 회귀분석을 실시하였다. 분석결과 활용적 기술역량인 연결강도는 활용적 혁신성과 및 탐험적 혁신성과에 긍정적인 영향을 주고, 특히 활

용적 혁신성과에 더 큰 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났으며, 탐험적 기술역량인 풀(Pool)의 다양성 또한 활용 및 탐험적 혁신성과 모두에 긍정적인 영향을 주며, 특히 탐험적 혁신성과에 보다 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 복합적 기술역량인 네트워크(Network) 다양성의 경우, 활용적 혁신성과에는 긍정적인 영향을 주나, 탐험적 혁신성과에는 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 기업은 한정된 자원의 제약 속에 자신들이 가진 기술역량을 파악하여 혁신을 추구할 필요가 있다는 전략적 시사점을 도출하였다.

주요어 : 특허, 네트워크 분석, IPC공동출현, 다양성, 연결강도, 활용, 탐험

학 번 : 2014-20610

목 차

초 록.....	iii
목 차.....	v
표 목차.....	vii
그림 목차.....	viii
1. 서론.....	1
1.1 연구배경 및 목적.....	1
1.2 연구의 필요성.....	3
2. 문헌 고찰.....	5
2.1 기술혁신(TECHNOLOGICAL INNOVATION).....	5
2.2 활용(EXPLOITATION)과 탐험(EXPLORATION).....	7
2.3 기술네트워크(TECHNOLOGY NETWORK).....	11
2.3.1 인용네트워크(Citation Network).....	11
2.3.2 IPC공동출현 네트워크(IPC co-occurrence Network).....	12
3. 연구가설.....	15
3.1 활용(EXPLOITATION), 탐험(EXPLORATION)과 기술네트워크.....	15
3.1.1 활용과 연결강도(Tie Strength).....	15
3.1.2 탐험과 풀(Pool)의 다양성(Diversity).....	16
3.1.3 활용 및 탐험과 네트워크(Network)의 다양성(Diversity).....	18
4. 연구 방법.....	20

4.1	데이터	20
4.2	연구 방법	20
4.2.1	시간상의 차이(Time lag).....	20
4.2.2	통계적 모형.....	21
4.3	변수 설명	24
4.3.1	종속변수.....	24
4.3.2	설명변수.....	26
4.3.3	통제변수.....	28
4.4	통계적 수치	31
5.	연구결과.....	35
5.1	실증분석의 결과	35
5.2	가설 검증 및 논의.....	37
6.	결론.....	41
6.1	요약	41
6.2	한계점과 향후 연구 방향.....	43
	참 고 문 헌.....	45
	Abstract.....	68

표 목차

[표 1] 활용과 탐험 선행문헌의 정의 및 관점 정리	9
[표 2] 본 연구의 활용 및 탐험의 정의	8
[표 3] 기술네트워크 선행문헌 정리	14
[표 4] 분석에 사용될 변수 정의	31
[표 5] 기초 통계량	33
[표 6] 종속변수가 활용적 혁신성과인 경우 상관관계	33
[표 7] 종속변수가 탐험적 혁신성과인 경우 상관관계	34
[표 8] 다중공선성 및 분산팽창계수(VIF)	34
[표 9] 회귀분석 결과	40
[표 10] 탄력성	40

그림 목차

[그림 1] IPC코드의 구조.....	12
[그림 2] IPC 공동출현 네트워크(IPC co-occurrence network)의 원리	13
[그림 3] 연구 모형(가설1,3,5).....	23
[그림 4] 연구 모형(가설2,4).....	23

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

현대사회에서 기술은 기업에게 경쟁우위를 부여하는 중요한 요소이다(Sethi et al, 1994; Mata et al, 1995; Vargas et al, 2003; Narayana, 2000). 따라서 기업은 자신들이 보유한 기술을 파악하고 전략적으로 활용하는 것이 중요하다(Mikkola, 2001; Scott, 2001; BurgeSmani et al, 2004). 특히 국내 IT 산업은 융합이 활발하게 이뤄지고 있으며(최문기, 2008; 정명애, 2009; 김원준, 2012). IT산업은 한 제품에 여러 기술이 복합적으로 적용되는 산업(Complex industry)으로 분류되어(Cohen et al, 2001; Hall, 2009), 기업들은 자신들의 기술역량을 관리하여 기술 혁신을 추구해야 한다. 특히 기술 집약적 기업일수록 기업들은 한정된 R&D(Research and Development) 자원을 배분하는 것이 중요하다(Lin and Chen, 2005).

혁신을 추구하기 위해 기업들은 끊임없이 그들이 가진 기존의 기술영역과 다른 다양한 영역을 탐험해야 하며, 기존의 지식들을 새로운 기술영역과 결합(Combination)해야 한다(Schumpeter, 1934; Dosi, 1982). 기존의 지식을 활용하거나 새로운 영역을 추구하는 것은 각각 March(1991)가 제안한 활용, 탐험적 혁신과 관련 지을 수 있다. 활용과 탐험에는 균형이 중요하지만(Benner and Tushman, 2002,2003; Gupta et al, 2006; Nadia Jacoby, 2005) 기업의 제한된 자원으로 기업은 활용과 탐험에 있어 트레이드 오프

(Trade off) 상황에 직면하게 된다(March,1991; Uotila et al, 2009). 따라서 기업은 자신들의 역량을 파악하고, 전략적으로 혁신을 추구할 필요성이 있다.

특히 기업이 가진 기술은 일종의 해당 기업이 가진 지식(Knowledge)으로 볼 수 있다(Phelps, C. et al, 2012). 지식은 기업의 경쟁우위를 주는 중요한 요소이며(Eisenhardt & Martin, 2000; Grant, 1996), 새로운 지식은 기존의 지식을 새롭게 조합함으로써 생성된다고 하였다(Fleming, 2001). 지식 네트워크(Knowledge Network)와 관련된 연구는 크게 사람 간(Interpersonal), 그룹 간(Group), 기업 내 조직 간(Interorganizational)으로 구분되어 활발히 연구되었다(Phelps, C. et al, 2012). 기업 간 제휴 네트워크(Alliance Network)의 구조적 특징이 기업의 혁신에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구(Ahuja, 2000; Schilling & Phelps, 2007), 및 기업 간 네트워크 분석을 통해 네트워크 특성이 기업성과에 대한 연구(박준형, 2013; 한준, 2004; Powell, Walter W., et al., 1999)는 활발히 진행 중이나 기업이 가진 기술에 집중된 연구는 아직 미흡하다.

본 연구는 기업이 가진 활용적, 탐험적 기술적 역량에 초점을 맞추어 기업이 가진 기술적 특징이 활용적 탐험적 혁신성으로 이어지는지 밝힘으로써, 기업의 기술의 전략적 관리의 중요성을 강조하고자 한다. 특히 기업이 가진 활용적 탐험적 기술역량을 혁신을 위해 조합능력이 중요함을 바탕으로 (Schumpeter, 1934) 기업이 가진 기술네트워크로 설명하고자 하였다. 구체적으로 기술네트워크의 연결강도는 활용적 기술역량으로, 풀(Pool)의 다양성은 탐험적 기술역량으로, 네트워크(Network)의 다양성은 탐험과 활용의 복합

적 기술역량으로 보고 각각의 기술적 특징이 새로운 기술분류를 생성하는 탐험적 혁신과 기존의 기술분류의 생성인 활용적 혁신에 각각 어떠한 영향을 미치는지 알아본다. 이를 통해 기업이 자신들이 가진 기술역량을 파악하여 자신들이 추구하는 혁신에 잘 대응할 수 있다.

1.2 연구의 필요성

앞서 말한 바와 같이 기업은 자신들의 기술역량을 파악하고 전략적으로 혁신을 추구하는 것이 중요하다. 본 연구는 혁신에 있어 기존의 지식, 새로운 지식과의 조합의 중요성을 바탕으로(Fleming, 2001; Schumpeter, 1934) IPC공동출현이라는 기술네트워크를 통해 기업이 가진 기술역량을 1) 연결강도를 통한 활용적 기술역량, 2) 풀(Pool)의 다양성을 통한 탐험적 기술역량, 3) 네트워크(Network)의 다양성을 통한 복합적 기술역량으로 구분하고 각각 산출적인 측면에서 활용적 혁신성과, 탐험적 혁신성과에 영향을 미치는지에 대해 살펴보려 한다. 이는 아직 활용 또는 탐험적 투입의 결과가 각각 활용 또는 탐험적 산출물로 연결되는지에 대해서는 정확히 밝혀진 바가 없다는 점에서(Gupta et al, 2006) 투입측면과 산출측면에서 활용과 탐험이 작용하는 관계에 대해 살펴본다는 점에서 의의가 있다. 또한 기술네트워크 중 IPC공동출현 네트워크를 사용함으로써 좀 더 기업이 가진 기술적 역량들의 조합하는 능력을 반영하였으며, 기존의 기업간 관계에 초점을 맞춘 지식네트워크에서

벗어나 기업이 가진 기술에 초점을 맞추었다는 점에서 의의가 있다. 이를 바탕으로 기업의 기술적 역량과 혁신성과간에 관계를 살펴봄으로써 기업이 보유한 기술을 관리하는 데 있어 본 연구가 방향을 정하는 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대하며, 기업의 기술관리의 중요성을 다시 확인해 보고자 한다.

위와 같은 연구목표 및 필요성을 바탕으로, 본 연구는 다음과 같이 구성된다. 먼저 March(1991)가 처음 제안한 활용과 탐험이 무엇이며, 혁신을 어떻게 설명하고 있는지 살펴보고, 기술네트워크 및 기술네트워크와 활용과 탐험의 관계를 살펴 가설을 도출하였다. 다음으로 회귀분석을 통해 가설을 검증하고 결과에 대한 해석을 바탕으로 본 연구의 시사점과 향후 연구방향에 대해 설명한다.

2. 문헌 고찰

2.1 기술혁신(Technological Innovation)

기업의 혁신활동은 글로벌 경쟁환경에서 기업의 경쟁우위를 확보하는 전략적 수단이 되고 있다(양창호, 1999; 신진교, 2008). 특히 기술은 기업에게 경쟁우위를 부여하는 중요한 요소로 자리잡았다(Sethi et al, 1994; Mata et al, 1995; Vargas et al, 2003; Narayana, 2000). Keizer et al.(2002) 은 중소기업에게 있어 R&D 투자를 통한 기술혁신은 지속적 경쟁우위를 위한 중요한 요인임을 강조하였다. 기술혁신에 있어서는 기업 규모(Scherer, 1965; Acs & Audretsch, 1987), 자금 흐름(Cash flow)과 제품다각화(Cohen & Levin, 1989) 등의 기업특성 및 시장집중도(Blundell et al., 1995) 등의 산업특성 등 다양한 요인들이 작용하지만(신태영, 1999), 이 중 기술관리 및 전략의 중요성이 부각되고 있다(Scott, 2000). Hart & Banbury(1994)은 기업의 혁신전략은 기업 및 산업 특성에 관계없이 환경 변화에 유동적으로 대처할 수 있는 수단으로, 기업의 혁신에 있어 전략적인 접근을 강조하고 있다.

또한 혁신은 여러 상호작용 속에서 이뤄지게 된다는 점에서(Ahuja, G., Lampert, C. M., & Tandon, V., 2008) 네트워크의 관점에서 혁신을 바라보는 연구도 진행되었다. 특히 대기업에 비해 혁신을 위한 자원이 부족한 중소기업의 경우 외부 지식네트워크에 의존할 가능성이 높다고 연구되었다(Audretsch

& Vivarelli, 1994; Feldman, 1994). 또한 Roper et al.(1999)는 네트워크 집약도(network intensity)가 높을수록 기술혁신성과가 우수하다고 연구하였다. 한편 네트워크의 구조적 특징과 혁신성과와의 관계에 대한 연구도 진행되었는데, V.Gilsing et al(2008)은 기술제휴의 네트워크의 기술간 거리, 매개중심성(Betweenness Centrality), 밀도(Density)의 구조적 특징이 탐험적 혁신에 역U모양(invert U-shaped)의 관계가 있다고 연구 하였으며, 박준형 등(2013)은 S&P500에 등록된 IT 및 통신서비스를 제공하는 기업을 대상으로 특허 인용 네트워크에서 기업들이 가지는 아웃 디그리 중심성, 매개 중심성, 네트워크 효율성의 지표를 통한 네트워크 상 기업의 위치가 기업의 성과에 미치는 영향을 분석하였으며, 한준 등(2004)은 한국 시스템통합(Systems Integration) 기업들을 대상으로 기업들의 공동참여 네트워크(joint involvement networks)에 대한 네트워크 분석을 통해 사이 중앙성, 네트워크 효율성, 네트워크 제약성, 위세 중앙성 지표를 통해 도출하고, 각 기업 생태지위의 구조적 특성이 기업의 혁신 성과에 미치는 영향을 분석하였다. 따라서 기술은 기업의 혁신을 이끌어 경쟁우위를 부여하는 중요한 요인으로, 기업은 전략적으로 기술을 관리하여 혁신을 추구하는 것이 필요하다.

2.2 활용(Exploitation)과 탐험(Exploration)

혁신을 추구하기 위해 기업들은 끊임없이 그들이 가진 기존의 기술영역과 다른 다양한 영역을 탐험해야 하며, 기존의 지식들을 새로운 기술영역과 결합(Combination)해야 한다(Schumpeter, 1934; Dosi, 1982). Fleming(2002)은 기업이 기존의 시도하지 않은 새로운 조합(New combination)을 통해 혁신을 추구할 수 있다고 하였다. 이처럼 기업의 기존 및 새로운 지식, 기술을 조합하고자 하는 노력은 혁신에 중요한 요소 중 하나이다. 기업이 혁신을 위해 기존의 지식을 활용하거나 새로운 영역을 추구하는 것은 각각 March(1991)가 제안한 활용(Exploitation), 탐험(Exploration)의 개념과 관련 지을 수 있다. March(1991)가 처음 조직학습(Organizational Learning)과 관련해 활용(Exploitation)과 탐험(Exploration)을 소개한 이후, 조직이론 뿐 아니라 기술혁신 분야에서도 위 개념을 활용한 연구들이 활발히 이뤄지고 있다(Auh and Menguc, 2005; Belderbos et al, 2010; Benner and Tushman, 2002,2003; Bierly and Daly, 2007; Sirdeshmukh and Voss, 2008). 또한 각 연구자가 보고자 하는 바에 따라 활용, 탐험의 정의를 정확히 내리는 것이 중요하다(김효정, 2010).

활용(Exploitation)과 탐험(Exploration)의 개념은 투입(Input) 관점과 산출(Output) 관점에서 분리되어 각각 해석될 수 있다. 투입관점에서 활용은 탐색은 깊이(Depth)로, 탐험은 탐색의 범위(Scope)에 대응된다(Katila and Ahuja, 2002). 산출관점에서는 연구자의 연구목적에 따라 다양하게 해석되고

있는데, Benner and Tushman(2003)은 활용을 점진적 혁신(Incremental innovation)으로, 탐험을 급진적 혁신(Radical innovation)으로 보았다. 또한 V.Gilsing et al(2008)은 탐험을 기존의 지배적 디자인, 개념 등에서 벗어나 새로운 조합을 찾는 과정으로 설명하였고 Quintana-García & Benavides-Velasco (2008)는 기업이 기존의 지식을 이용해 개선하는 것을 활용으로, 새로운 지식이나 조합을 시도하는 것을 탐험으로 보았다. [표 1]은 선행문헌의 각 정의와 관점을 정리한 것이다.

공통적으로 활용의 핵심속성은 기존의 주체가 기존에 가지고 있는 (Existing) 것을 반복적으로 활용하는 것으로, 탐험의 핵심속성은 가능성 (Possibility)을 기반으로 새로운(New) 것을 시도하는 것으로 이해할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 다음과 같이 활용과 탐험을 [표 2]와 같이 정의하였다.

본 연구에서는 투입측면에서의 활용을 기업의 기술조합 경험으로 보았으며, 탐험을 새로운 기술조합의 잠재력으로 보았다. 산출측면에서 활용적 혁신은 기존의 기업이 가진 기술적 역량의 강화를 통한 기술혁신으로 탐험적 혁신은 새로운 기술역량의 생성을 통한 기술혁신으로 정의하였다.

[표 1] 본 연구의 활용 및 탐험의 정의

본 연구의 정의	투입	산출
활용(Exploitation)	기업의 기술조합 경험	기존의 기업의 기술 역량의 강화
탐험(Exploration)	새로운 기술조합의 잠재력	새로운 기술 역량의 생성

[표 2] 활용과 탐험 선행문헌의 정의 및 관점 정리

논 문	활용(Exploitation)	탐험(Exploration)	관점
March(1991)	선택(Choice), 생산(Production), 효율성(Efficiency), 선별(Selection)	조사(Search), 위험의 감수(Risk taking), 유연성(flexibility), 발견(discovery)	유연 조직학습과 관련되어 추상적인 개념으로서 활용과 탐험을 처음으로 제시
Auh and Menguc, 2005	기존에 존재하는 기술이나 능력을 바탕으로 개선(refinement)하거나 연장하는 것	혁신적으로 기존의 아이디어를 통해 도전하는 것	투입
Belderbos et al, 2010	5년간 기업이 특허를 냈던 기술 영역(domain)에 대한 기술 생성	5년간 기업이 특허를 내지 않았던 기술 영역에 대한 기술생성	투입
Bierly and Daly, 2007	기존의 지식의 레버리지(leverage) 능력	새로운 지식의 생성	투입
Benner and Tushman, 2002	기존의 기업의 지식 속에 머무는 것	거리를 둔 탐색, 멀리 떨어진 지식을 탐색	산출
Benner and Tushman, 2003	조직 내 기존 지식을 통한 점진적 혁신(Incremental innovation)	새로운 지식을 통한 급진적 혁신(Radical innovation)	산출
Katila and Ahuja, 2002	탐색은 깊이(Depth)	탐색의 범위(Scope)	투입

Quintana-García & Benavides-Velasco, 2008	기존의 지식을 이용해 개선하는 것	새로운 지식이나 조합을 생성하는 것	산출
Sirdeshmukh and Voss, 2008	기존의 제품의 수정, 개선을 통한 점진적 혁신	기존의 제품에 새로운 요소나 디자인을 추가한 급진적 혁신	산출
V.Gilsing et al, 2008	-	기존의 지배적 디자인, 개념 등에서 벗어나 새로운 조합을 찾는 과정	산출
공통점	기존의 주체가 기존에 가지고 있는 (Existing) 것을 반복적으로 활용하는 것	가능성 (Possibility) 을 기반으로 새로운 (New) 것을 시도하는 것	투입 또는 산출 중 한 관점에서 활용 과 탐험을 정의.

2.3 기술네트워크(Technology Network)

특허(Patent)는 발명의 명칭, 출원인, 출원일 등을 비롯한 다양한 정보로 구성되어 있다. 특허는 신규성(Novelty)을 만족해야만 등록 받을 수 있다(특허법 제29조). 이를 판단하기 위해 출원인은 자신의 발명(Invention)과 유사한 선행기술을 기입해야 할 의무가 있으며¹, 심사관은 심사 시 심사대상 발명과 유사한 발명에 대한 정보를 기입하게 된다(추기능, 2011). 이를 통해 기존 기술과 새로 발명된 기술 간 인용정보가 구축된다. 또한 특허에는 IPC(International Patent Classifications)라는 기술분류가 포함되어 있는데(OECD, 1994), 이는 심사관에 의해 부여되며, 한 특허에 복수의 IPC가 기입될 수 있고, 이를 바탕으로 공동출현(Co-occurrence)정보가 구축된다.

2.3.1 인용네트워크(Citation Network)

인용네트워크는 특허간 인용정보를 바탕으로 구축되는 네트워크이다. 인용네트워크는 대표적인 기술 지식 네트워크(Technological knowledge network)로서(Jaffe and Trajtenberg, 1999) 다양한 분야에서 사용되고 있다. 특히 인용정보는 지식의 흐름(Flow)을 담고 있으며(Hu and Jaffe, 2003; Han & Park, 2006) 이를 바탕으로 기술궤적을 찾는 연구(Verspagen, 2007;

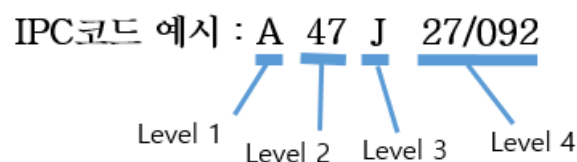
1 국내의 경우, 2011년 7월 1일 이후 특허, 실용신안 출원부터 선행기술의 기재가 의무화 됨(특허법 42조 3항)

Fontana et al, 2008, Jaffe et al, 2000) 및 특허의 질(Quality) 및 경제적 가치(Economic value)를 평가하는 연구가 이뤄지고 있다(Trajtenberg, 1990; Lanjouw and Schankerman, 2003). 나아가 인용 정도를 가중치로 하여 기업 성과와의 관계를 보는 연구도 활발히 진행 중이다(Hall et al, 2000 Chen & Chang, 2010)

그러나 특허의 인용정보는 해당 특허의 신규성에 한계를 짓는 요소이기 때문에(Criscuolo and Verspagen, 2008) 출원인은 되도록이면 적게 선행기술을 기입할 유인이 있다(Oppenheim, 2000). 또한 특허가 인용되는데 시간격차(Time lag)가 존재하며, 특허단위로 분석이 된다는 단점도 존재한다(Yoon & Park, 2004).

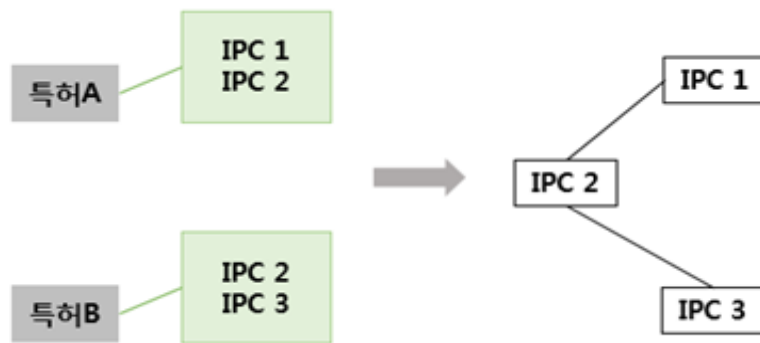
2.3.2 IPC공동출현 네트워크(IPC co-occurrence Network)

기술 분류를 나타내는 IPC(International Patent Classifications)는 총 4개의 Level로 구성되며(Level 1 : Section, Level 2 : Class, Level 3 : Subclass, Level 4 : Group), IPC 코드는 해당 특허가 표현하는 기술적 특징을 나타낸다(OECD, 1994). 본 연구에서는 Level 4로 분석이 진행되었다.



[그림 1] IPC코드의 구조

또한 한 특허에는 다수의 IPC코드가 포함될 수 있는데, 이처럼 같은 특허에서 2개 이상의 IPC 코드가 출현하는 것을 IPC공동출현(IPC Co-occurrence)라고 한다(Katsuhiko Suzuki et al., 2008; Jie et al, 2010). 기업들의 특허에서 기술의 종류를 나타내는 IPC코드를 추출하여 이를 노드(Node)로, 특허의 IPC코드의 공동출현(IPC co-occurrence)를 링크(Link)로 하여 네트워크를 구현한 것이 IPC 공동출현 네트워크(IPC co-occurrence network)이다.



[그림 2] IPC 공동출현 네트워크(IPC co-occurrence network)의 원리

IPC 공동출현(IPC co-occurrence)정보는 주로 기술간의 융합(Curran & Leker, 2011; Geum, Y.J, et al., 2012) 또는 기술간의 거리를 바탕으로 한 기술간의 관계(Schoen, 2012; Kim & Kim, 2012, Breschi, Lissoni, & Malerba, 2003) 연구에서 활용되고 있다. [표 3]에서 인용네트워크와 IPC공동출현 네트워크의 연구분야를 정리하였다.

IPC공동출현네트워크는 특허단위로 보는 인용네트워크에 비해 기술단위의

분석이 가능하며, 분류정보는 해당 특허의 등록시점과 일치하여 상대적으로 시간격차(Time lag)에 의한 발생할 수 있는 오류가 적다는 장점이 있다(Kim & Kim, 2015). 또한 Shumpeter(1934)는 혁신(innovation)은 기술발명의 재조합(recombination)으로 표현된다고 하였는데, 재조합은 IPC공동출현네트워크의 원리인 IPC코드의 조합과 같은 맥락으로 이해될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 IPC 공동출현 네트워크를 사용하고자 한다.

[표 3] 기술네트워크 선행문헌 정리

기술네트워크	연구 분야	논문
인용네트워크 (Citation Network)	• 기술계적	Verspagen, 2007 Fontana et al, 2008 Jaffe et al, 2000
	• 특허의 가치, 경제적 가치	Trajtenberg, 1990 Lanjouw and Schankerman, 2003
	• 기업성과와의 연관성	Hall et al, 2000 Chen & Chang, 2010
IPC공동출현 네트워크 (IPC co-occurrence Network)	• 기술간 융합	Curran & Leker, 2011 Geum, Y.J, et al., 2012
	• 기술간 거리, 기술간 관계분석	Schoen, 2012 Kim & Kim, 2012 Breschi, Lissoni, & Malerba, 2003

3. 연구가설

3.1 활용(Exploitation), 탐험(Exploration)과 기술네트워크

3.1.1 활용과 연결강도(Tie Strength)

네트워크의 연결강도는 주로 인간관계 네트워크(Interpersonal Network)에서 얼마나 두 개인이 친밀한지, 교류가 활발한지 여부를 나타낸다(Phelps, C. et al, 2012). 연결이 강할수록 복잡(complex)하고 관습적인(tacit) 지식을 전달하는데 용이하며(Centola & Macy, 2007; Reagans & McEvily, 2003), 그 결과 지식 생성(Knowledge creation)에도 긍정적인 영향을 미친다(Phelps, C. et al, 2012). 또한 공동출현분석에 있어서 공동출현 빈도는 해당 지식의 관계가 강함을 의미한다(Breschi, Lissoni, & Maleraba, 2003). 이 개념을 IPC 공동출현 네트워크(IPC co-occurrence network) 관점에서 해당 기업이 중복된 기술 분류를 출원하는지 여부로 해석할 수 있고, 강한 연결(Strong tie)을 가진 기업은 중복되어 나타나는 기술 분야에 기술적 역량을 집중하고 있음을 알 수 있다. 즉 강한 연결강도(Strong tie)를 가진 기술네트워크를 가진 기업일수록 특화된 기술경험(Experience)을 보유하고 있다고 볼 수 있다. 기업이 제품을 생산하면서 얻는 기술경험은 기업에게 경쟁우위를 부여하며 혁신을 이끈다고 하였다(Teece, Pisano and Shuen, 1997; Pla-Barber, José, and Joaquin Alegre, 2007). 특히 V. Gilsing et al(2006)은

기업의 특정 투자(specific investment)에 대한 높은 빈도는 강한 연결강도(Strong Tie)를 의미하며 이는 활용(Exploitation) 관점에서 혁신에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 따라서 기술네트워크의 구조적 특성 중 연결강도는 본 연구에서 기업의 기술조합 경험으로 정의한 활용적 투입과 같은 맥락을 보유하고 있으며, 위 선행연구 및 본 연구의 정의를 바탕으로 다음과 같은 가설을 도출하였다.

가설 1 : 기업이 가진 기술네트워크의 연결강도(Tie Strength)가 클수록 기업의 혁신성고가 우수할 것이다.

가설 1-1 : 기업이 가진 기술네트워크의 연결강도(Tie Strength)가 클수록 활용적(Exploitative) 혁신성고에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 1-2 : 기업이 가진 기술네트워크의 연결강도(Tie Strength)가 클수록 탐험적(Explorative) 혁신성고에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 2 : 기업이 가진 기술네트워크의 연결강도(Tie Strength)가 클수록 기업의 탐험적(Explorative) 혁신성고보다 활용적(Exploitative) 혁신성고에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

3.1.2 탐험과 풀(Pool)의 다양성(Diversity)

기술 풀(Pool)의 다양성은 해당 기업이 가지고 있는 기술역량이 얼마나 다양한지를 나타낸다. 즉 기술 풀(Pool)의 다양성이 클수록, 기업은 다양한 기

술요소들을 보유하고 있다고 볼 수 있다. 기술 풀(Pool)의 다양성은 기업의 기술다각화(Technological Diversification) 관점에서 이해 할 수 있다. 기업의 혁신에 미치는 영향과 관련해 선행 연구들은 상반된 결론을 보이고 있다. 기업은 기술다각화를 위해 제한된 자원(resource)를 분산하게 되어 거래비용(transaction cost)을 발생시켜 기업의 혁신에 부정적인 영향을 미친다는 연구(Stirling, 1998; Chang & Wang, 2007; Jones & Hill, 1988; Galende and de la Fuente, 2003)가 있는 반면 기술다각화가 혁신에 긍정적이라는 연구도 있다. 기업이 보유한 기술이 다양할수록 기술들 간의 지식흐름(Spill over)이 활발해져 기업의 혁신에 긍정적인 영향을 미친다고 연구되었으며(Granstrand, 1998), 기술다각화가 기업의 탐험적 혁신역량(Exploratory innovation capacity)에 긍정적인 영향을 미친다고 연구되었다(Quintana-Garcia & Benavides-Velasco, 2008). 지식네트워크의 관점에서도 에고네트워크(Ego network)의 다양성이 높아 다양한 지식에 접근할 수 있을수록 새로운 재조합의 가능성이 높아진다고 하였다(Perry-Smith, 2006; Rodan & Galunic, 2004). 또한 Fleming(2002)은 기업이 다양한 기술을 보유할수록 기존의 시도하지 않은 새로운 조합(New combination)을 할 가능성이 높아져 이를 바탕으로 기업의 기술다각화는 기업의 혁신에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 따라서 기술네트워크의 구조적 특성 중 풀(Pool)의 다양성은 본 연구에서 정의한 새로운 기술조합의 잠재력으로 정의한 탐험적 투입과 같은 맥락을 보유하고 있다. 따라서 위 선행연구 및 본 연구의 정의를 바탕으로 다음과 같은 가설을 도출하였다.

가설 3 : 기업이 가진 기술 풀(Pool)이 다양한(Diversity) 기술로 구성될수록 기업의 혁신성과가 우수할 것이다.

가설 3-1 : 기업이 가진 기술 풀(Pool)이 다양한(Diversity) 기술로 구성될수록 기업의 활용적(Exploitative) 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 3-2 : 기업이 가진 기술 풀(Pool)이 다양한(Diversity) 기술로 구성될수록 기업의 탐험적(Explorative) 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 4 : 기업이 가진 기술 풀(Pool)이 다양한(Diversity) 기술로 구성될수록 기업의 활용적(Exploitative) 혁신성과보다 탐험적(Explorative) 혁신성과에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

3.1.3 활용 및 탐험과 네트워크(Network)의 다양성(Diversity)

기술 네트워크(Network)의 다양성은 네트워크적인 관점에서 연결을 고려하여, 한 노드(Node)에 연결된 기술이 얼마나 다양한지를 나타낸다. 즉 기업이 다양한 기술을 보유하는 것에서 나아가 기술 네트워크 다양성은 해당 기업이 얼마나 다양한 기술을 조합해본 경험이 있는지를 의미한다고 볼 수 있다. 이는 기업이 기존에 조합해본 경험이라는 점에서 본 연구에서 정의한 활용적 투입과 같은 맥락을 보유하고 있으며, 다양성을 내포하고 있다는 점에서 본 연구의 탐험과 같은 맥락을 보유하고 있다고 볼 수 있다. 따라서 네트워크의

다양성은 투입관점에서 활용과 탐험이 모두 내포된 복합적 기술역량으로 볼 수 있다. 또한 지식기반의 관점에서 지식네트워크의 다양성이 높으면서 밀도도 높을 경우 지식 창출(Knowledge creation)에 긍정적인 영향을 미친다고 연구되었다(Phelps, C. et al, 2012). 이를 바탕으로 다음과 같은 가설을 도출하였다.

가설 5 : 기업이 가진 기술 네트워크(Network)의 다양성(Diversity)이 클수록 기업의 혁신성파가 우수할 것이다.

가설 5-1 : 기업이 가진 기술 네트워크(Network)의 다양성(Diversity)이 클수록 기업의 활용적(Exploitative) 혁신성파에 긍정적인 영향을 미칠 것이다

가설 5-2 : 기업이 가진 기술 네트워크(Network)의 다양성(Diversity)이 클수록 기업의 탐험적(Explorative) 혁신성파에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

4. 연구 방법

4.1 데이터

NICE 신용평가에서 제공하는 한국표준산업분류(KSIC-9) (9차개정) 중 26(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업), 28(전기장비 제조업)을 IT산업으로 보고 해당 분류의 중소기업 및 해당기업이 보유하고 있는 특허를 키프리스(KIPRIS)를 통해 수집하였다. 수집된 1510개 중소기업 중 결측치를 제외하고 816개의 기업에 대해 분석을 실시하였다.

4.2 연구 방법

4.2.1 시간상의 차이(Time lag)

우선, 기업이 가진 기술적 역량이 혁신성으로 나타나는데 시간상 차이가 있을 것이므로 이를 고려할 필요성이 있다. Greif (1985) 는 독일 데이터를 바탕으로 R&D지출과 특허출원간의 시간격차가 1~2년정도임을 연구하였고, Kondo(1995,1999) 는 1970년대 초반부터 1980년대 중반의 일본산업을 바탕으로 R&D와 출원간에 1.5~1.7년의 시간격차가 있음을 연구하였다(Prodan, 2005). 또한 Quintana-García & Benavides-Velasco (2008)는 기술다양성이 활용적 혁신역량과 탐험적 혁신역량에 각각 미치는 영향을 연구하였는데,

다양성과 혁신역량 사이에 1~2년의 차이를 두고 분석하였다. 이헌준(2014)은 Almon모형을 사용해 국내 기업들을 대상으로 R&D 투자와 특허 출원간의 시차가 1~2년 정도임을 분석하였다. Pakes & Chankerman (1984)은 R&D와 출원의 시간격차를 Rapoport(1971)의 연구의 데이터를 이용해 1.17~2.4년 정도로 계산하였다. Hall et al(1986)은 R&D와 특허 출원 간 동시발생적인(Contemporaneous)관계를 가져 시간차이가 없다고 연구되기도 하였다. 이를 바탕으로, 종속변수와 설명변수간 시간상의 차이를 2년으로 설정하였다.

4.2.2 통계적 모형

본 논문에서는 기업의 기술적 특성과 혁신성과 간의 관계를 최소자승법을 사용하여 분석을 실시하였다. 통상최소자승(Ordinary Least Square, OLS) 모형을 사용하였고, Robust를 설정하여 표준오차를 계산하였다. 변수간 상관관계와 다중공선성, 이분산성 여부를 검사하였고 이에 대한 설명은 3.4절에서 자세하게 설명하였다. 본 연구의 통계적 모형은 다음과 같다.

<활용적(Exploitative) 혁신성과>

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 \cdots \cdots \cdots \text{식 (1)}$$

Y_1 : 활용적 혁신성과

X_1 : 연결강도

X_2 : 풀(Pool)의 다양성

X_3 : 네트워크(Network)의 다양성

X_4 : 기업연령

X_5 : 총 특허 수

X_6 : 매출액

<탐험적(Explorative) 혁신성과>

$$Y_2 = \gamma_0 + \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 + \gamma_4 X_4 + \gamma_5 X_5 + \gamma_6 X_6 \cdots \cdots \cdots \text{식 (2)}$$

Y_2 : 탐험적 혁신성과

X_1 : 연결강도

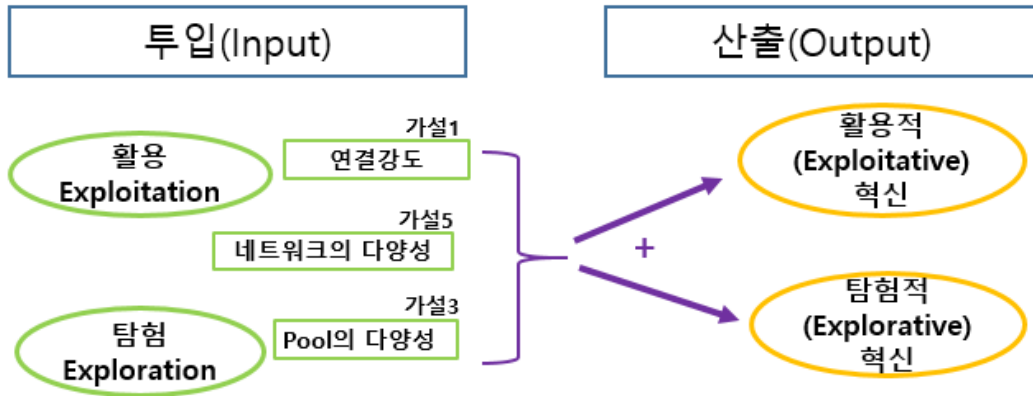
X_2 : 풀(Pool)의 다양성

X_3 : 네트워크(Network)의 다양성

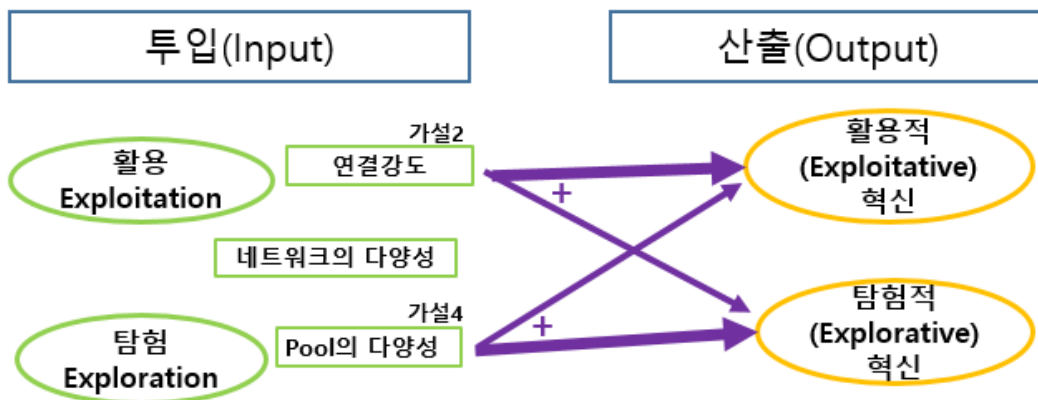
X_4 : 기업연령

X_5 : 총 특허 수

X_6 : 매출액



[그림 3] 연구 모형(가설1,3,5)



[그림 4] 연구 모형(가설2,4)

4.3 변수 설명

4.3.1 종속변수

가장 보편적으로 사용되는 기업의 혁신성과 지표로 해당 기업이 보유한 특허 수(Cassiman and Veugelers, 2002; Grillches, 1984), R&D지출 대비 특허수(Deng et al., 1999; Lin and Chen, 2005; Tsai, 2005) 등이 사용되고 있다. 그러나 본 연구에서는 본 연구의 정의 및 선행연구를 바탕으로 탐험적 혁신(Explorative innovation)과 활용적 혁신(Exploitative innovation)으로 혁신성과를 세분화 하였다.

4.3.1.1 활용적 혁신(Exploitative innovation)

앞서 본 연구에서는 활용적 혁신을 기업의 기존 기술 역량의 개선으로 보았다. 또한 Quintana-García & Benavides-Velasco (2008)는 활용적 혁신을 기존의 지식을 이용해 개선하는 것으로 보아 기업이 보유한 특허 중 인용이 된 특허를 활용적 혁신성과로 보았으며, Sirdeshmukh and Voss(2008)는 기존의 제품의 수정, 개선을 통한 점진적 혁신으로 보았다. 즉 활용적 혁신은 기업이 기존에 가진 지식, 능력을 개선하는 것을 의미하는 것으로 볼 수 있으므로, 본 연구에서는 산출 측면에서 활용적 혁신성과를 2년 전에도 기업이 가지고 있었던 기존 기술분류들과 동일한 기술분류의 출현으로 보았다.

➤ 기업 i의 활용적 혁신성과 [단위:개]

$$= [IPC_{n,2014}^i - IPC_{n,2012}^i] - [IPC_{k,2014}^i - IPC_{k,2012}^i] \cdots \cdots \cdots \text{식 (3)}$$

$IPC_{n,2014}^i$ = 2014년도까지 기업 i가 보유한 IPC개수

$IPC_{n,2012}^i$ = 2012년도까지 기업 i가 보유한 IPC개수

$IPC_{k,2014}^i$ = 2014년도까지 기업 i가 보유한 IPC종류수

$IPC_{k,2012}^i$ = 2012년도까지 기업 i가 보유한 IPC종류수

4.3.1.2 탐험적 혁신(Explorative innovation)

앞서 본 연구에서는 탐험적 혁신을 새로운 기술역량의 생성으로 보았다. 또한 Gilsing, Victor, et al(2008)는 5년 사이에 새롭게 출현한 IPC가 포함된 특허 수를 탐험적 혁신성으로 측정하였으며, Ahuja and Lampert (2001)과 Quintana-García & Benavides-Velasco (2008)는 기업이 보유한 특허 중 인용이 되지 않은 특허를 탐험적 혁신성으로 보았다. 즉 탐험적 혁신은 기업에게 새로운 지식이나 역량이 생기거나, 생길 가능성을 의미하는 것으로 볼 수 있으므로, 본 연구에서는 산출 측면에서 탐험적 혁신성을 2년 전에 기업이 가진 기술분류와 다른 새로운 기술분류의 출현으로 보았다.

➤ 기업 i의 탐험적 혁신성과 [단위:개]

$$= [IPC_{k,2014}^i - IPC_{k,2012}^i] \cdots \cdots \cdots \text{식 (4)}$$

$IPC_{k,2014}^i = 2014$ 년도까지 기업 i 가 보유한 IPC종류수

$IPC_{k,2012}^i = 2012$ 년도까지 기업 i 가 보유한 IPC종류수

4.3.2 설명변수

4.3.2.1 연결강도(Tie Strength)

연결강도는 주로 기업 또는 개인 간 네트워크에서는 얼마나 두 주체가 친밀한지 여부를 나타내는 것으로 얼마나 교류가 활발하게 이뤄지고 있는가를 의미한다(Phelps, C. et al, 2012). IPC공동출현 네트워크에서는 특정 분야의 IPC공동출현이 중복되어 나타나는 것을 의미한다고 볼 수 있으며, 이는 해당 기업이 중복 출현하는 기술조합에 대한 경험이 풍부함을 의미한다고 볼 수 있다. 연결강도는 기업 i 가 가지고 있는 기술네트워크의 상위 2개의 Degree of centrality(Freeman, 1979)의 합으로 도출하였다.

$$C_D(i) = \frac{d(m_i)}{g-1} \dots\dots\dots \text{식 (5)}$$

$d(m_i)$ 는 노드 i 와 연결된 노드들의 총수를 의미하며 g 는 기업 i 의 기술네트워크에 존재하는 노드들의 총 수를 의미한다. 위의 식에서 도출된 값들 중 최상위 2개의 값을 합하여 계산하였다.

4.3.2.2 풀(Pool)의 다양성

다양성 지표로는 엔트로피 지수(Entropy index)를 이용하고자 한다. 이는 기술다각화를 연구하는 논문에서 활용도가 높은 지수로서(Jacquemin and Berry, 1979; Palepu (1985); Gemba & Kodama, 2001; Grant et al., 1988), 다른 다양성의 척도보다 엔트로피 지수가 다양성을 측정하는데 효과적임이 연구되었다(Hoskisson et al., 1993; Raghunathan,1995). 본 연구의 풀(Pool)의 다양성은 이러한 엔트로피 지수를 이용해 다음과 같이 측정된다.

$$\varepsilon_i = - \sum_{j=1}^{m_i} P_{ij} \ln(P_{ij}) \dots\dots\dots \text{식 (6)}$$

P_{ij} 는 기업i가 가진 IPC_j가 해당 기업i가 가진 총 IPC개수 중 차지하는 비율이며, m_i 는 기업i가 가진 IPC의 종류 수를 의미한다.

4.3.2.3 네트워크(Network)의 다양성

기술네트워크의 다양성이란 풀(Pool)의 엔트로피 지수를 응용한 것으로서, 연결을 고려해 각 IPC노드에 연결된 IPC들이 얼마나 다양한 종류로 구성되어 있는 가를 의미한다(정성도, 2014).

$$\varepsilon_i = - \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{m_{ik}} P_{ijk} \ln(P_{ijk}) \dots\dots\dots \text{식 (7)}$$

P_{ijk} 는 기업 i 의 노드 k 에 연결된 IPC개수 중 IPC j 의 비율을 의미하며, m_{ik} 는 해당 기업 i 의 IPC종류수, n_i 는 해당 기업 i 의 노드 수를 의미한다.

4.3.3 통제변수

본 연구에서는 선행문헌을 바탕으로 기업이 가진 기술적 특성 외에 기업의 혁신성과에 영향을 미칠 수 있는 기업연령, 총 특허 수, 매출액을 통제변수로 사용하였다. 이외에도 종업원 수(Cohen et al, 1996; Crepon et al, 1998; Loof and Heshmati, 2002), R&D 집중도(R&D intensity)(V. Gilsing et al, 2008; Pakes and Griliches, 1984) 등도 혁신에 영향을 미칠 수 있지만, 변수들 간의 상관관계를 고려해 본 연구에서는 통제변수를 기업연령, 총 특허 수, 매출액으로 압축하였다. 특히 본 연구는 중소기업만을 대상으로 분석이 진행되었다. Shumpeter(1942)는 처음으로 기업규모가 클수록 혁신활동에 유리하다고 연구하였으며, Galbraith(1952)는 보다 구체적으로 대기업의 경우 자금보유능력이 우수해 더욱 활발한 혁신활동을 할 수 있다고 주장하였다. 그러나 오히려 기업규모가 작을수록 혁신활동이 우수하다는 연구들도 발표되었다. 특히 Scherer and Ross(1990)은 대기업의 경우 관료주의로 경영의 효율성이 떨어지고, 발명가에 대한 보상이 잘 이뤄지지 않아 혁신에 오히려 부정적이라고 하였다(성태경, 2003). Acs and Audretsch(1991)은 기업의 규모가 커질수록 R&D 투자 대비 특허수가 감소한다고 연구하였으며, Kim, J. et

al.(2009)은 R&D 투자액이 규모가 작은 기업의 경우 과소 신고(under reporting)로 인해 편의(bias)가 발생할 수 있어 종업원 수 대비 발명의 수로 혁신성과를 설정한 결과 기업의 규모가 작을수록 혁신활동이 활발하다고 연구 되었다. 또한 R&D와 기업규모와는 상대적으로 관련이 적다고도 연구 되었다 (Bound et al, 1984).

위 선행연구 및 대기업에 비해 보완자산이 부족한 중소기업의 경우 보유한 기술의 전략적 활용이 더 중요하다고 판단하여 중소기업만을 대상으로 분석을 하였다.

4.3.3.1 기업연령

Keummerle(1998) 에 따르면 오래된 기업일수록 축적된 경험을 바탕으로 기술혁신에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 하였고, V. Gilsing et al(2008) 은 오래된 기업일수록 활용(Exploitation)에, 신생 기업일수록 탐험(Exploration)의 경향을 보일 것이라고 하였다. Molero and Buesa(1996) 은 신생 기업일수록 혁신 활동에 더 많은 자원을 투입한다고 하였다. 이를 바탕으로 기업연령을 통제변수로 고려하였다. 기업연령은 통제변수들의 기준년도인 2012년을 기준으로 설립연도를 고려해 계산하였다.

4.3.3.2 총 특허 수

기업이 가진 특허 스톡(Stock)은 해당 기업의 축적된 지식으로 볼 수 있으며 이는 기업으로 하여금 축적된 학습을 통해 기술진보에 대한 중요성을 인식하는데 영향을 미쳐 혁신에 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며, 잠재되어 관측되지 않은 기업들의 이질성(Heterogeneity)을 통제할 수 있다(Quintana-García & Benavides-Velasco, 2008). 또한 기업의 특허 스톡(patent stock)은 기업의 크기의 대리지표(proxy)가 될 수 있다(Cantwell and Santangelo, 2000). 또한 기업이 가진 특허 스톡은 혁신에 긍정적인 영향을 미치는 흡수역량(Absorptive capacity)의 변수로 쓰인다(G. George et al, 2001). 이를 바탕으로 기업이 2012년도까지 보유한 총 특허 수를 통제변수로 고려하였다.

4.3.3.3 매출액

매출액이 크다는 것은 해당 기업의 자금(Financing) 능력이 우수함을 의미하며 이러한 자금력을 R&D에 투자함으로써 혁신에 더 유리하다(V. Gilsing et al, 2008) 또한 매출액은 특허와 기업성과의 관련 연구에서 기업성과의 결과로 해석된다(Sherer, 1965)는 점에서 혁신에 긍정적인 영향을 줄 것으로 예상된다. 이를 바탕으로 기업의 2012년도 매출액을 통제변수로 고려하였다.

[표 4] 분석에 사용될 변수 정의

변수명	변수의 정의	자료출처
활용적 혁신(Y_1)	2년 사이 동일한 IPC의 출현	KIPRIS
탐험적 혁신(Y_2)	2년 사이 새로운 IPC의 출현	KIPRIS
연결강도	활용적 투입 : 상위 2개의 Degree of centrality의 합	KIPRIS
풀(Pool)의 다양성	탐험적 투입: 엔트로피지수(Entropy index)	KIPRIS
네트워크(Network)의 다양성	활용 및 탐험적 투입 : 엔트로피지수(Entropy index)의 응용	KIPRIS
기업연령	2012-기업 설립년도 + 1	NICE 신용평가
총 특허수	2012년도까지 기업이 보유한 특허 수	KIPRIS
매출액	2012년도 매출액/ 10^{10}	NICE 신용평가

4.4 통계적 수치

본 연구에서는 활용적 혁신과 탐험적 혁신을 각각 종속변수로 하여 두 번의 회귀분석을 진행하였다. [표 5]는 각 회귀 분석에 사용된 변수들의 기초 통계량으로 각 변수들의 평균, 표준편차, 최소값, 최대값을 보여준다. [표 6], [표 7]은 각 분석에 사용된 변수들의 상관관계를 나타낸 것이다. 표의 결과값들을 보면 활용적 혁신성과, 탐험적 혁신성과에 대해 모두 연결강도와 풀(Pool)의

다양성이 -0.8112 로 큰 음의 상관관계를 보였다. 이는 다양한 기술을 보유한 기업일수록 연결강도가 작은 기술적 특성을 보유하고 있음을 의미하며, 풀(Pool)의 다양성이 탐험적 측면의 투입을, 연결강도가 활용적 측면의 투입이라는 점에서 탐험적 측면의 투입이 강한 기업은 활용적 측면의 투입이 적다는 것을 알 수 있다.

상관관계가 높은 경우 다중공선성(Multicollinearity)의 문제가 발생할 수 있다. 다중공선성의 검증을 위해 분산팽창계수(Variance Inflation Factor, VIF)를 구해보았다. VIF 값이 보통 10 이상인 경우에 다중공선성이 있다고 판단되는데 [표 8]를 보면 VIF의 값이 가장 작은 경우 1.08에서 가장 큰 경우 3.94를 가짐으로써 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 판단하였다.

본 연구는 2년의 시간차이를 갖는 횡단면 분석(Cross-sectional)으로 이분산성이 문제될 수 있다. White test와 Breusch-Pagan 검정을 통해 이분산성이 있음을 알 수 있었고, 이를 해결하고 전체적으로 일관된 분석 결과를 도출하고자 Robust 표준오차를 사용해 OLS분석을 실시하였다.

[표 5] 기초 통계량

	평균	표준편차	최소값	최대값
활용적 혁신	6.7353	15.6274	0	219
탐험적 혁신	2.7953	4.5124	0	50
연결강도	0.4039	0.1740	0.0721	0.9430
Pool의 다양성	2.4607	0.6992	0.9557	4.8557
Network의 다양성	1.2424	0.5528	0.6931	3.9366
기업연령	15.8713	8.9871	1	59
총 특허수	32.1238	53.9702	1	667
매출액 (/10 ¹⁰)	3.440057	3.0767	0.0008	21.9462
관찰 수	816		816	

[표 6] 종속변수가 활용적 혁신성과인 경우 상관관계

	활용적 혁신	연결강도	Pool의 다양성	Network의 다양성	기업연령	총 특허수	매출액 (/10 ¹⁰)
활용적 혁신	1						
연결강도	-0.1813***	1					
Pool의 다양성	0.3374***	-0.8112***	1				
Network의 다양성	0.1786***	0.1328***	-0.0056	1			
기업연령	-0.0339	-0.0825**	0.2240***	-0.0352	1		
총 특허수	0.4754***	-0.2853***	0.4815***	0.1496***	0.1631***	1	
매출액 (/10 ¹⁰)	0.1793***	-0.0712**	0.1750***	0.0266	0.2597***	0.1995***	1

Notes: * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

[표 7] 종속변수가 탐험적 혁신성과인 경우 상관관계

	탐험적 혁신	연결강도	Pool의 다양성	Network의 다양성	기업연령	총 특허수	매출액 (/10 ¹⁰)
탐험적 혁신	1						
연결강도	-0.2478***	1					
Pool의 다양성	0.3739***	-0.8112***	1				
Network의 다양성	0.0028	0.1328***	-0.0056	1			
기업연령	-0.0500	-0.0825**	0.2240***	-0.0352	1		
총 특허수	0.3226***	-0.2853***	0.4815***	0.1496***	0.1631***	1	
매출액(/10 ¹⁰)	0.1751***	-0.0712**	0.1750***	0.0266	0.2597***	0.1995***	1

Notes: * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

[표 8] 다중공선성 및 분산팽창계수(VIF)

	활용적 혁신 (Exploitative innovation)		탐험적 혁신 (Explorative innovation)	
	VIF	1/VIF	VIF	1/VIF
연결강도	3.28	0.304520	3.28	0.304520
Pool의 다양성	3.94	0.253986	3.94	0.253986
Network의 다양성	1.08	0.928443	1.08	0.928443
기업연령	1.14	0.873577	1.14	0.873577
총 특허수	1.40	0.713061	1.40	0.713061
매출액	1.11	0.900751	1.11	0.900751
평균 VIF	1.99		1.99	

5. 연구결과

이번 장에서는 본 연구에서 세운 가설과 연구모형을 기반으로 회귀분석한 결과를 살펴본다. [표 9], [표 10]은 활용, 탐험적 혁신에 대해 각각 회귀 분석 및 탄력성을 분석한 결과이다. 탄력성은 아래와 같은 공식을 통해 도출하였다.

$$\frac{\partial Y}{\partial X} \frac{X}{Y} = (\text{회귀계수} * \text{설명변수의 평균} / \text{종속변수의 평균}) \dots\dots\dots \text{식 (8)}$$

이를 바탕으로 가설을 검증하고 검증내용을 해석해 본다.

5.1 실증분석의 결과

투입측면에서 살펴보면, 연결강도는 기업의 활용적 혁신성과와 탐험적 혁신성과 모두에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 연결강도는 활용적 투입으로 위 결과를 통해 활용적 투입은 활용적 혁신과 탐험적 혁신 모두에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 풀(Pool)의 다양성 또한 기업의 활용적 혁신성과와 탐험적 혁신성과 모두에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이를 통해 탐험적 투입은 활용적 혁신과 탐험적 혁신 모두에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 마지막으로 네트워크(Network)의 다양성은 활용적 혁신성과에는 긍정적인 영향을 미쳤으나, 탐험적 혁신성과에는 부

정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 복합적인 노력은 오히려 탐험적 혁신에 부정적인 요소가 된다는 점을 알 수 있었다.

산출측면에서 살펴보면, 기업의 활용적 혁신성과에는 연결강도, 풀(Pool)의 다양성, 네트워크(Network)의 다양성 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 투입측면에서 연결강도는 활용, 풀(Pool)의 다양성은 탐험, 네트워크의 다양성은 활용과 탐험의 복합적인 투입임을 고려해볼 때 활용적 혁신성과에는 기업의 활용적, 탐험적, 복합적 노력들이 모두 긍정적인 결과를 만들어낸다고 볼 수 있다. 반면 탐험적 혁신성과에는 활용적 투입인 연결강도와 탐험적 투입인 풀(Pool)의 다양성은 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 복합적 투입인 네트워크(Network)의 다양성은 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 기업의 활용적 탐험적 노력은 긍정적인 영향을 미치나 복합적 노력은 오히려 기업의 탐험적 혁신에는 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 탐험적 혁신에는 기업이 다양한 기술적 역량을 가지고 있으면 되고 이를 조합하는 능력까지는 요구되지 않는다는 것을 의미한다고 볼 수 있으며, 오히려 조합을 하려는 노력해서 기업의 탐험적 혁신을 저해하는 결과가 초래된다고 해석될 수 있다.

5.2 가설 검증 및 논의

연결강도의 경우, 활용과 탐험적 혁신성과에 모두 긍정적인 영향을 주어 가설 1-1, 가설 1-2는 만족하는 것으로 나타났으며, 탄력성을 통해 계수를 비교해 볼 때, 활용적 혁신성과에 대한 연결강도의 탄력성은 0.8075, 탐험적 혁신성과에 대한 연결강도의 탄력성은 0.6029로 계산되어 연결강도는 활용적 혁신에 더 큰 긍정적 영향을 주는 것으로 해석할 수 있어 가설2는 만족하는 것으로 나타났다. 풀(Pool)의 다양성 또한 활용과 탐험적 혁신성과에 모두 긍정적인 영향을 주어 가설 3-1, 3-2도 만족하는 것으로 나타났으며, 탄력성을 고려해 보았을 때 활용적 혁신성과에 대한 풀(Pool)의 탄력성은 2.4867, 탐험적 혁신성과에 대한 풀(Pool)의 탄력성은 2.5279로 계산되어 탐험적 혁신에 조금 더 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타나 가설4 또한 만족하는 것으로 나타났다. 하지만 탄력성 값은 크기 않은 차이를 보이고 있었다. 이는 다양한 기술을 보유하고 있을수록 새로운 기술을 만드는 탐험적 혁신뿐 아니라 기존의 기술에 대한 축적된 활용적 혁신에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 네트워크(Network)의 다양성의 경우, 활용적 혁신에는 긍정적인 유의한 영향을 주나, 탐험적 혁신에는 부정적인 영향을 주는 것으로 나타나 가설5-1은 만족하나 가설5-2는 만족하지 않는 것 나타났다. 위 결과들을 통해 활용과 탐험을 각각 투입과 산출에 두고 그 둘간의 메커니즘을 추론해 볼 수 있다. 가설2를 통해 투입측면의 활용은 산출적인 면에서 활용과 탐험에 모두 긍정적인 영향을 미치나, 탐험보다는 활용에 더 긍정적인 영향을 미친다

는 것을 알 수 있었다. 가설4를 통해 투입측면의 탐험은 산출 측면에서 활용과 탐험에 모두 긍정적인 영향을 미치나, 활용보다는 탐험에 더 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 또한 가설5-1과 가설 5-2를 통해 복합적 투입은 활용적 산출에는 긍정적인 영향을 미치나, 탐험적 산출에는 부정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

특히 주목할 부분은 활용 및 탐험의 복합적 기술 역량인 네트워크(Network)의 다양성의 경우, 활용적 혁신성과에는 긍정적인 영향이 있는 것으로 나타났으나, 탐험적 혁신성과에는 오히려 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 활용과 탐험의 상충적 관계(Trade-off)의 관점으로 이해할 수 있다. 기업의 제한된 자원으로 기업은 활용과 탐험에 있어 트레이드 오프(Trade off) 상황에 직면하게 된다(March,1991; Uotila et al, 2009). 이를 바탕으로 투입적인 측면에서 활용과 탐험을 함께 추구하는 네트워크(Network)의 다양성이 탐험적 혁신성과에 부정적인 영향을 미친 것은 투입 측면에서 기업의 기술역량에 제한성이 발생으로 인한 것으로 추측해 볼 수 있다. 한편 Palepu (1985) 는 관련 있는 분야로의 다각화가 관련 없는 분야로의 다각화보다 기업의 활용적 성과에 긍정적으로 기여한다고 밝힌 바 있다. 한 특허에 동시 출현한 기술분류간에는 그렇지 않은 기술분류들보다 관련이 있는 분야로 볼 수 있으며(Schoen, 2012; Katsuhiko Suzuki et al., 2008), 네트워크의 다양성은 관련 있는 분야로의 다각화를 의미한다고 볼 수 있어 활용적 혁신성과에는 긍정적인 결과가 나온 것으로 생각된다. 또한 활용은 보다 단기적인 효과, 탐험은 장기적인 효과로 인식되고 있었다(March, 1991; Auh

and Menguc, 2005). 본 연구의 2년이라는 시간상의 차이는 단기적인 시간으로 볼 수 있으므로, 복합적인 투입의 탐험적 혁신에 대한 결과는 단기적인 결과로서, 장기적인 관점에서 다시 한번 살펴볼 필요가 있다고 판단된다. 마지막으로 하이테크 환경(High-tech environment)일수록 활용(Exploitation)이 보다 기업의 성과(Performance)에 큰 영향 미친다고 연구되어(Bierly and Daly, 2007), 타 산업에 비해 하이테크 환경에 놓여있다고 볼 수 있는 IT산업의 경우 활용적 투입의 영향이 더 크게 작용했던 것으로도 볼 수 있다.

또한 [표 10]의 탄력성의 크기를 비교해보았을 때, 활용적 투입인 연결강도, 복합적 투입인 네트워크(Network)의 다양성보다 탐험적 투입인 풀(Pool)의 다양성이 활용적 혁신성과 및 탐험적 혁신성과에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 이는 혁신에 기존의 조합의 경험보다 미래의 조합의 가능성이 더 중요하다는 점을 시사한다. 이러한 결과가 나온 이유로는 기술의 변화속도가 빠른 IT산업의 특성상(최문기, 2008; 정명애, 2009), 기존의 지식보다 새로운 지식의 가능성이 더 중요했던 것이 아닌가 추측해 본다. 이를 검증하기 위해서는 후속연구에서 전 산업을 대상으로 분석을 진행하여 산업적 특성이 기업의 기술적 특성에 영향을 주는지 여부를 확인할 필요성이 있다고 판단된다.

[표 9] 회귀분석 결과

	활용적 혁신 (Exploitative innovation)		탐험적 혁신 (Explorative innovation)	
	상관계수	표준편차	상관계수	표준편차
	연결강도	13.4654**	5.5271	4.1725***
Pool의 다양성	6.8064***	2.0954	2.8717***	0.5819
Network의 다양성	2.7432***	0.8677	-0.4227**	0.1838
기업연령	-0.3014***	0.0672	-0.0999***	0.0178
총 특허 수	0.1054***	0.0379	0.0141*	0.0074
매출액	0.5411**	0.2177	0.1878***	0.0614
상수항	-19.3241***	6.1510	-4.9448***	1.6952
R ²	0.2909		0.2132	
관찰 수	816		816	

Notes: * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

[표 10] 탄력성

	활용적 혁신 (Exploitative innovation)	탐험적 혁신 (Explorative innovation)
	Mean : 6.7353	Mean : 2.7953
	연결강도 (Mean : 0.4039)	0.8075
Pool의 다양성 (Mean : 2.4607)	2.4867	2.5279
Network의 다양성 (Mean : 1.2424)	0.506	-0.1879

6. 결론

6.1 요약

본 연구는 혁신에 있어 기존의 지식, 새로운 지식과의 조합의 중요성을 바탕으로(Fleming, 2001; Schumpeter, 1934) 활용과 탐험을 기업의 기술역량에 초점을 맞추어 IPC공동출현이라는 기술네트워크를 통해 기업이 가진 기술역량을 1) 연결강도를 통한 활용적 기술역량, 2) 풀(Pool)의 다양성을 통한 탐험적 기술역량, 3) 네트워크(Network)의 다양성을 통한 복합적 기술역량으로 구분하고, 이러한 기술 역량이 각각 활용적, 탐험적 혁신성과에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 살펴보았다. 그 결과, 연결강도를 통한 활용적 기술역량은 활용적, 탐험적 혁신성과에 모두 긍정적인 영향을 미치며, 활용적 혁신성과에 더 큰 영향을 주는 것으로 확인되었고, 풀(Pool)의 다양성 또한 활용적, 탐험적 혁신성과에 모두 긍정적인 영향을 미치고, 차이가 크진 않지만 탐험적 혁신성과에 더 큰 영향을 주는 것으로 확인되었다. 따라서 활용적 투입은 활용적 산출에, 탐험적 투입은 탐험적 산출에 보다 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 이는 아직 활용 또는 탐험적 투입의 결과가 각각 활용 또는 탐험적 산출물로 연결되는지에 대해서는 정확히 밝혀진 바가 없다는 점에서(Gupta et al, 2006) 투입과 산출간의 관계를 살펴보았다는 점에서 의미가 있으며, 이를 바탕으로 기업은 자신들의 역량을 파악하고, 전략적으로 혁신을 추구할 수 있다. 특히 복합적 투입인 네트워크(Network) 다양성의 경우, 탐

험적 혁신성과에 유의미한 부정적인 영향을 준다는 결과는 주목할 부분이다. 이는 활용과 탐험의 상충적 관계(March,1991; Uotila et al, 2009)에서 발생한 부정적 효과가 미친 결과로 예상되며, 보다 장기적인 효과로 나타나는 탐험적 혁신성과의 특성상(March, 1991; Auh and Menguc, 2005) 아직 그 효과를 해석하기에는 본 연구에서 설정한 2년의 시간에서 오는 한계가 발생하였다고 볼 수도 있다. 따라서 이에 대한 후속연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 탄력성의 크기를 통해 볼 때, 기업이 가진 기술적 특성인 연결강도, 풀(Pool)의 다양성, 네트워크(Network)의 다양성 중 풀(Pool)의 다양성이 기업의 혁신성과에 가장 큰 영향을 미치고 있는 점 또한 주목할만한 결과이다. 본 연구결과를 통해 기업이 활용적 혁신을 추구하기 위해서는 다양한 기술을 확보하는 탐험적 기술역량 및 특화된 기술조합 역량을 통한 활용적 기술역량, 다양한 기술을 확보하고 이를 조합하는 복합적 기술역량을 확보할 필요성이 있음을 알 수 있었다. 또한 탐험적 혁신을 추구하기 위해서는 복합적 기술역량을 키우기 보다는 활용적, 탐험적 기술 역량에 집중할 필요성이 있음을 알 수 있었다. 나아가 정책적으로도 기업들이 그들의 기술적 특성을 파악하고 전략적으로 혁신을 추구할 수 있도록 제도적 뒷받침을 마련할 필요성이 있다.

마지막으로 기존의 기업간 관계에 초점을 맞춘 지식네트워크에서 기술네트워크 중 IPC공동출현 네트워크를 사용함으로써 기업이 가진 기술에 초점을 맞추었다는 점에서 연구적 의의가 있으며, 이를 바탕으로 기업의 기술적 역량과 혁신성과간에 관계를 살펴봄으로써 기업이 보유한 기술을 관리하는 데 있어 본 연구가 방향을 정하는 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

6.2 한계점과 향후 연구 방향

우선 특허 데이터가 가진 한계가 존재한다. 모든 기업이 그들의 기술적 역량을 특허와 같은 제도적 장치로 보호하는 것이 아니라, 영업비밀 등의 비제도적 보호수단 또한 존재하기 때문이다(Gallie and Legros, 2012). 이는 기업 설문조사를 통해 보다 다양한 보호수단의 활용여부를 조사하여 실증분석에 보완한다면 더 나은 연구가 될 수 있을 것으로 예상된다.

다음으로 IPC 공동출현 네트워크를 사용함에 있어 복수의 IPC분류코드가 나타나지 않은 특허들은 분석대상에 제외된다는 한계가 존재한다. 이는 CPC(Cooperative Patent Classification)나 USPC(United States Patent Classification)등의 다른 기술분류들을 추가적으로 분석해 최대한 잃는 정보가 최소화되게 함으로서 보완 될 수 있을 것이라 생각된다.

또한 산업을 IT산업으로 한정하지 않고, 보다 다양한 산업을 대상으로 분석할 필요성 있다. IT산업은 대표적인 복합적 산업(Complex industry)로서(Cohen et al, 2001; Hall, 2009), 이와 대비되는 개별적 산업(Discrete industry)과 비교하거나 제조업 전체를 대상으로 분석하여 산업특징이 기업의 네트워크 구조적 특성에 영향을 미치는 여부를 확인해보는 연구가 진행될 수 있을 것으로 기대된다. 특히 탄력성을 통해 살펴 보았을 때, 풀(Pool)의 다양성이 다른 구조적 특성에 비해 활용 및 탐험의 혁신성과에 영향이 더 큰 것을 산업적 특성에 기인한 것으로 추측하였는바, 추후 연구에서 이를 검증하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

그리고 본 연구는 2년의 시간차이를 두고 횡단면 분석(Cross sectional analysis)을 진행하였다. 횡단면 분석에서 발생할 수 있는 이분산성을 검정해 이를 보정하였지만 추후 연구에서는 패널분석(Panel data analysis)을 통해 예상하지 못한 편향(bias)을 제거해 보다 정확한 분석을 할 수 있을 것으로 기대한다.

한편 본 연구는 기업규모가 작을수록 혁신성과가 우수하다는 연구(Acs and Audretsch, 1991, Bound et al, 1984, Hausman et al, 1984; Kim, J. et al, 2009)를 기반으로 중소기업을 대상으로 분석하였다. 향후 연구로는 대기업까지 포함하여 기업의 혁신에 영향을 미칠 수 있고 대기업일수록 풍부하게 가지고 있는 보완자산(Complementary asset)을 고려한 분석을 통해(Teece, 1986) 좀 더 기업의 혁신에 미치는 요인들을 다각화하여 분석하는 연구가 진행 될 수 있을 것이다.

마지막으로 본 연구에서는 각 기업별로 활용, 탐험, 복합적 기술구조 특성을 개별로 관측하였는데, 후속연구에서는 각 기업별로 활용과 탐험, 복합적 투입의 비율이 어떠한지를 분석하여, 복합적으로 해당 기업의 기술전략적인 측면이 혁신에 어떠한 영향을 주는 지에 대한 연구가 가능할 것이라고 생각된다.

참 고 문 헌

- 김원준, 조용래, 김남일. (2012). 모바일 산업에서의 특허기반 기술지식 네트워크 패턴과 산업 혁신전략. 한국지식재산연구원.
- 김효정, and 박남규. (2010). 활용 (Exploitation) 과 탐험 (Exploration) 에 대한 실증연구 결과가 제기하는 개념적 이슈와 향후 연구과제. 전략경영연구 13.3: 1-34.
- 박준형, and 박기영. (2013) 특허 인용 네트워크에서의 위치적 우위가 기업 성과에 미치는 영향. 한국지능정보시스템학회 2013 년 춘계학술대회: 83-89.
- 성태경. (2003). 기업규모와 기술혁신활동의 연관성: 우리나라 제조업에 대한 실증적 연구. 중소기업연구 25.2: 305-325.
- 신진교, 황수정. (2008). 중소기업의 R&D와 기술혁신. 산업경제연구, 21(6), 2523-2548.
- 신태영. (1999). 제조업 기업의 기술혁신 형태와 결정요인 : 기업규모와 기술혁신. 기술혁신학회지, 2(2), 169-186

양창호 (1999), 경영혁신의 성공요인과 성과에 관한 실증적 연구. 산업경제 연구 제12권 5호, 63-84

이현준, 백철우, and 이정동. (2014). 기업 R&D 투자의 시차효과 분석. 기술 혁신연구 22.1: 1-22.

정명애. (2009). IT 융합기술과 융합산업. 물리학과 첨단기술 4.

정성도 (2014), A Study of a Patent Network with Respect to - Sector , Firm and Country Level Exploration- Graduate School of Seoul National University.

최문기. (2008). 융합시대의 IT R&D 방향. 한국통신학회지(정보와통신) 25.1: 25-31

추기능. (2011). 출원인 인용 대 심사관 인용. 지식재산연구 6.4: 209-241.

한준, 신동엽, and 기노경. (2004). 한국 시스템통합 산업의 생태지위 (Niche) 구조와 기업간 경쟁역학: 네트워크 분석을 통한 기업 성과의 설명. 한국전략경영학회 2004 년도 추계학술대회발표논문집: 99-128.

Acs, Z. J., & Audretsch, D. B. (1987). Innovation, market structure, and

firm size. *The review of Economics and Statistics*, 567–574.

Acs, Z.J. and Audretsch, D.B. (1991), R&D, Firm Size and Innovative Activity, in Z.J. Acs and D.B. Audretsch (eds), *Innovation and Technological Change. An International Comparison*, Ann Arbor: University of Michigan Press,

Ahuja, G. (2000). Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45: 425–455.

Ahuja, Gautam, and Curba Morris Lampert. (2001). Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions. *Strategic Management Journal* 22.6–7 : 521–543.

Ahuja, Gautam, Curba Morris Lampert, and Vivek Tandon. (2008). 1 Moving Beyond Schumpeter: Management Research on the Determinants of Technological Innovation. *The Academy of Management Annals* 2.1: 1–98.

Audretsch, D. B. and Vivarelli, M. (1994), Small firms and R&D

spillovers: Evidence from Italy, CEPR Discussion Paper 927.

Auh, S., & Menguc, B., (2005), Balancing exploration and exploitation: The moderating role of competitive intensity, *Journal of Business Research*, 58(12), 1652–1661.

Belderbos, Rene, et al. (2010). Technological Activities and Their Impact on the Financial Performance of the Firm: Exploitation and Exploration within and between Firms. *Journal of Product Innovation Management* 27.6: 869–882.

Benner, M. J. and M.L. Tushman (2002), Process Management and Technological Innovation: A Longitudinal Study of the Photography and Paint Industries, *Administrative Science Quarterly*, 47(4), 676–706.

Benner, M. J. and M.L. Tushman (2003), Exploitation, Exploration, And Process Management: The Productivity Dilemma Revisited, *Academy of Management Review*, 28(2), 238–256.

Bierly, P.E., and P.S. Daly (2007), Alternative Knowledge Strategies, Competitive Environment, and Organizational Performance in Small

Manufacturing Firms, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 31(4), 493–516.

Blundell, R., Griffith, R. and Reenen, J. V. (1995), Dynamic count data models of technological innovation, *Economic Journal*, 106, 333–344.

Bound, John, Cummings, Clint, Griliches, Zvi, Hall, Bronwyn H., and Jaffe Adam. (1984). Who Does R & D and Who Patents? in *R&D, Patents, and Productivity*, ed. Z. Griliches, NBER.

Breschi, Stefano, Francesco Lissoni, and Franco Malerba. (2003). Knowledge-relatedness in firm technological diversification. *Research Policy* 32.1: 69–87.

BurgeSmani, Robert A., and Steven C. Wheelwright. (2004). Strategic management of technology and innovation. *READING 1.1*

Cantwell, J., Piscitello, L., (2000). Accumulating technological competence: its changing impact on corporate diversification and internationalization. *Industrial and Corporate Change* 9, 21–51

Cassiman, Bruno, and Reinhilde Veugelers. (2002). R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium. *American Economic Review*: 1169–1184.

Centola, D., & Macy, M. (2007). Complex contagions and the weakness of long ties. *American Journal of Sociology*, 113: 702–734

Chang, S., & Wang, C. (2007). The effect of product diversification strategies on the relationship between international diversification and firm performance. *Journal of World Business*, 42(1), 61–79.

Chen, Y. and K. Chang, (2010). The relationship between a firm's patent quality and its market value—The case of US pharmaceutical industry, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.77, No.1, pp.20–33.

Cohen, M. D., Burkhart, R., Dosi, G., Egidi, M., Marengo, L., Warglien, M., & Winter, S. (1996). Routines and Other Recurring Action Patterns of Organizations: Contemporary Research Issues. *Industrial and Corporate Change*, 5, 653–698.

Cohen, W. M., & Levin, R. C. (1989). Empirical studies of innovation and market structure. *Handbook of industrial organization*, 2, 1059–1107.

Cohen, Wesley M., Richard R. Nelson, and John P. Walsh. (2000). Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why US manufacturing firms patent (or not). No. w7552. National Bureau of Economic Research..

Crepon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (1998). Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. National Bureau of Economic Research Working Paper 6696. Cambridge.

Criscuolo, Paola, and Bart Verspagen. (2008). Does it matter where patent citations come from? Inventor vs. examiner citations in European patents. *Research Policy* 37.10: 1892–1908.

Curran, C., & Leker, J. (2011). Patent indicators for monitoring convergence – examples from NFF and ICT. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 256–273

Deng, Zhen, Baruch Lev, and Francis Narin. (1999). Science and

technology as predictors of stock performance. *Financial Analysts Journal* 55.3: 20–32.

Dosi, G.,(1982). Technological paradigms and technological trajectories — a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Res. Policy* 11, 147–162.

Eisenhardt, K. M., & Martin, J. K. (2000). Dynamic capabilities: What are they? *Strategic Management Journal*, 21:1105–1121.

Feldman, M. P. (1994), Knowledge complementarity and innovation, *Small Business Economics*, 6, 363–372.

Fleming, L. (2002). Finding the organizational sources of technological breakthroughs: the story of Hewlett–Packard’s thermal ink–jet. *Industrial and Corporate Change*, 11(5), 1059–1084

Fleming, L. (2001). Recombinant uncertainty in technological search. *Management Science*, 47: 117–132.

Fontana, R., A. Nuvolari and B. Verspagen, (2008). Mapping

Technological Trajectories as Patent Citation Networks: An Application to Data Communication Standards, SPRU Electronic Working Paper Series, No.166.

Freeman, Linton C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks* 1.3: 215–239.

Galbraith, John Kenneth. (1952). *American capitalism*.

Galende, Jesús, and Juan Manuel de la Fuente. (2003). Internal factors determining a firm's innovative behaviour. *Research Policy* 32.5: 715–736.

Gallié, E. and Legros, D. (2012) French firm's strategies for protecting their intellectual property, *Research Policy*, 41, 780–794.

Gemba, K., & Kodama, F. (2001). Diversification dynamics of the Japanese industry. *Research Policy*, 30(8), 1165–1184.

George, Gerard, et al. (2001). The effects of alliance portfolio characteristics and absorptive capacity on performance: a study of

- biotechnology firms. *The Journal of High Technology Management Research* 12.2 : 205–226.
- Geum, Youngjung, et al. (2012). Technological convergence of IT and BT: Evidence from patent analysis. *Etri Journal* 34.3 : 439–449.
- Gilsing, Victor, and Bart Nooteboom. (2006). Exploration and exploitation in innovation systems: The case of pharmaceutical biotechnology. *Research Policy* 35.1: 1–23
- Gilsing, Victor, et al. (2008). Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density. *Research Policy* 37.10 :1717–1731.
- Granstrand, O. (1998). Towards a theory of the technology-based firm. *Research Policy*, 27(5), 465–489.
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(Winter):109–122.
- Grant, R.M., Jammine, A.P., Thomas, H., (1988). Diversity, diversification, and profitability among British manufacturing companies,

1972–84. *Academy of Management Journal* 31 (4), 771–801.

Greif, S. (1985). Relationship between R&D expenditure and patent applications. *World Patent Information* 7.3 : 190–195.

Griliches, Zvi. (1984). *R & D, Patents, and Productivity*. NBER Books.

Gupta, A. K., K. G. Smith and C. E. Shalley. (2006). The Interplay between Exploration and Exploitation, *Academy of Management Journal*, 49(4), 693–706

Hall, Bronwyn H. (2004). Exploring the patent explosion. *The Journal of Technology Transfer* 30.1–2 :35–48.

Hall, Bronwyn H., Adam B. Jaffe, and Manuel Trajtenberg. (2000). Market value and patent citations: A first look. No. w7741. national bureau of economic research.

Hall, Bronwyn H., Griliches, Zvi, & Hausman, Jerry A. (1986). Patents and R and D: Is There a Lag? *International Economic Review*, Vol. 27, No. 2, pp. 265–283.

Han, Y., & Park, Y. (2006). Patent network analysis of inter-industrial knowledge flows: The case of Korea between traditional and emerging industries. *World Patent Information*, 28(3), 235–247.

Hart, S., & Banbury, C.(1994), How strategy-making processes can make a difference, *Strategic Management Journal*, Vol.15, No.4, pp.251–269.

Hoskisson, R. E., Hitt, M. A., Johnson, R. A., & Moesel, D. D. (1993). Construct validity of an objective (entropy) categorical measure of diversification strategy. *Strategic Management Journal*, 14(3), 215–235.

Hu, Albert GZ, and Adam B. Jaffe. (2003). Patent citations and international knowledge flow: the cases of Korea and Taiwan. *International journal of industrial organization* 21.6: 849–880

Jacoby, Nadia. (2005). Exploration and exploitation strategies. What kind of analytical models?. *Cahiers de la Maison des Sciences Economiques* 2005.40

Jacquemin, A. P. and C. H. Berry. (1979). Entropy measure of diversification and corporate growth, *The Journal of Industrial Economics*, 27(4), pp. 359–369.

Jaffe, A. B., M. Trajtenberg and M. S. Foray, (2000). Knowledge Spillovers and Patent Citations: Evidence from a Survey of Inventors, *American Economic Review, Papers on Proceedings*.

Jaffe, Adam B., and Manuel Trajtenberg. (1999). International knowledge flows: evidence from patent citations. *Economics of Innovation and New Technology* 8.1–2: 105–136.

Jie, Gui, et al. (2010). IPC Co-occurrence Based Technological Trends Discovery. *Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering (ICIII)*, 2010 International Conference on. Vol. 4. IEEE.

Jones G. R & Hill C. W. (1988). A Transaction cost analysis of strategy structure choice. *Strategic Management Journal*, 9(2), 159–172

- Katila, R. and G. Ahuja (2002), Something Old, Something New: A Longitudinal Study Of Search Behavior and New Product Introduction, *Academy of Management Journal*, 45(6), 1183–1194.
- Kim, Chulhyun, and Moon–Soo Kim. (2015). Identifying core environmental technologies through patent analysis. *Innovation* 17.1: 139–158.
- Kim, Jinyoung, Sangjoon John Lee, and Gerald Marschke. (2009). Relation of firm size to R&D productivity. *International Journal of Business and Economics* 8.1: 7–19
- Kim, Moon–Soo, and Chulhyun Kim. (2012) On a patent analysis method for technological convergence. *Procedia–Social and Behavioral Sciences* 40: 657–663.
- Keizer, J. A., L. Dijkstra, and J. J. M. Halman (2002), Explaining Innovative Efforts of SMEs: An Exploratory Survey among SMEs in the Mechanical and Electrical Engineering Sector in the Netherlands, *Technovation*, 22(1), 1–13.

Kondo, M. (1995). Dynamic analyses on the relation between R&D and patent application in Japan. *Journal of Science Policy and Research Management* 10, no. 3-4 : 193-204.

Kondo, M. (1999). R&D dynamics of creating patents in the Japanese industry. *Research Policy* 28 : 587-600.

Kuemmerle, W. (1998). Optimal scale for research and development in foreign environments—an investigation into size and performance of research and development laboratories abroad. *Research policy*, 27(2), 111-126.

Lanjouw, J.O. and Schankerman, M. Patent Quality and Research Productivity: Measuring Innovation with Multiple Indicators. *Economic Journal*, forthcoming.

Lin, Bou-Wen, and Ja-Shen Chen. (2005). Corporate technology portfolios and R&D performance measures: a study of technology intensive firms. *R&D Management* 35.2 : 157-170.

Lööf, H., & Heshmati, A. (2002). Knowledge capital and performance

heterogeneity: A firm-level innovation study. *International Journal of Production Economics*, 76(1), 61–85.

Love, J. and Roper, S. (1999), The determinants of innovation: R&D technology transfer and networking effects, *Review of Industrial Organization*, 15, 43–64.

March, James G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization science* 2.1: 71–87.

Mata, Francisco J., William L. Fuerst, and Jay B. Barney. (1995). Information technology and sustained competitive advantage: A resource-based analysis. *MIS quarterly* : 487–505.

Mikkola, Juliana Hsuan. (2001). Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management. *Technovation* 21.7: 423–435.

MOLERO J. and BUESA M. (1996) Patterns of technological change among Spanish innovative firms: the case of the Madrid region, *Research Policy* 25, 647–667.

Narayanan, Veekay K. (2000). Managing technology and innovation for

competitive advantage.

Nooteboom, B. (1999). The Combination of Exploitation and Exploration: How does it work?. EGOS colloquium, Knowledge and Organization Track.

OECD. (1994). Using patent data as science and technology indicators – patent manual. Paris: Author

Oppenheim, Charles. (2000). Do patent citations count. The Web of knowledge. Information Today, Inc., Medford: 405–432.

Pakes, Ariel, and Mark Schankerman. (1984). The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return to research resources. R&D, patents, and productivity. University of Chicago Press. 73–88.

Pakes, Ariel, and Zvi Griliches. (1982). Estimating distributed lags in short panels with an application to the specification of depreciation patterns and capital stock constructs.

- Palepu, K. (1985). Diversification Strategy, Profit Performance and the Entropy Measure. *Strategic Management Journal*, 6, 239–255.
- Perry–Smith, J. E. (2006). Social yet creative: The role of social relationships in facilitating individual creativity. *Academy of Management Journal*, 49: 85–101.
- Phelps, C., Heidl, R., & Wadhwa, a. (2012). Knowledge, Networks, and Knowledge Networks: A Review and Research Agenda. *Journal of Management* (Vol. 38).
- Pla–Barber, José, and Joaquin Alegre. (2007). Analysing the link between export intensity, innovation and firm size in a science–based industry. *International Business Review* 16.3: 275–293.
- Powell, Walter W., et al. (1999). Network position and firm performance: Organizational returns to collaboration in the biotechnology industry. *Research in the Sociology of Organizations* 16.1: 129–159.
- Prodan, Igor. (2005). Influence of Research and Development Expenditures on Number of Patent Applications: Selected Case Studies

in OECD countries and Central Europe, 1981–2001. *Applied Econometrics and International Development* 5.4.

Quintana–García, C., & Benavides–Velasco, C. a. (2008). Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification. *Research Policy*, 37 (3), 492–507

Quintana–García, Cristina, and Carlos A. Benavides–Velasco. (2008). Innovative competence, exploration and exploitation: The influence of technological diversification. *Research Policy* 37.3: 492–507.

Raghunathan, S. P. (1995). A Refinement of the Entropy Measure of Firm Diversification: Toward Definitional and Computational Accuracy. *Journal of Management*, 21 (5), 989–1002.

Rapoport, John. (1971). The anatomy of the product–innovation process: Cost and time. In *Research and innovation in the modern corporation*, ed. E. Mansfield, 110–35. New York: Norton.

Reagans, R., & McEvily, B. (2003). Network structure and knowledge transfer: The effects of cohesion and range. *Administrative Science*

Quarterly, 48: 240–267

Rodan, S., & Galunic, C. (2004). More than network structure: How knowledge heterogeneity influences managerial performance and innovativeness. *Strategic Management Journal*, 25: 541–556.

Scherer, F. M. (1965). Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions. *The American Economic Review*, 1097–1125.

Scherer, F. M., & Ross, D. (1990). Industrial market structure and economic performance. University of Illinois at Urbana–Champaign's Academy for entrepreneurial leadership historical research reference in entrepreneurship.

Schilling, M. A., & Phelps, C. C. (2007). Interfirm collaboration networks: The impact of large–scale network structure on firm innovation. *Management Science*, 53: 1113–1126.

Schoen, Antoine, et al. (2012). The network structure of technological developments; technological distance as a walk on the technology map.

Science & Technology Indicators (STI).

Schumpeter, J., (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge.

Schumpeter, Joseph Alois. (1942). *Socialism, capitalism and democracy*. Harper and Brothers,

Scott, George M. (2001). Strategic planning for technology products. *R&D Management* 31.1: 15–26

Scott, M. C.(2000), *Re Inspiring the Corporation*, Wiley, Chichester.

Sethi, Vijay, and William R. King. (1994). Development of measures to assess the extent to which an information technology application provides competitive advantage. *Management science* 40.12: 1601–1627.

Stirling, A. (1998). On the economics and analysis of diversity. Science Policy Research Unit (SPRU), Electronic Working Papers Series, Paper, 28.

Suzuki, Katsuhiko, Junichi Sakata, and Jun Hosoya. (2008). Innovation Position: A Quantitative Analysis to Evaluate the Efficiency of Research and Development on the Basis of Patent Data. Hawaii International Conference on System Sciences, Proceedings of the 41st Annual. IEEE.

Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research policy*, 15(6), 285–305.

Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533

Trajtenberg, Manuel. (1990). A penny for your quotes: patent citations and the value of innovations. *The Rand Journal of Economics*: 172–187.

Tsai, Kuen–Hung. (2005). R&D productivity and firm size: a nonlinear examination. *Technovation* 25.7: 795–803.

Uotila, Juha, et al. (2009). Exploration, exploitation, and financial

performance: analysis of S&P 500 corporations. *Strategic Management Journal* 30.2: 221–231

Vargas, Alfonso, M. Jesús Hernández, and Sebastián Bruque. (2003). Determinants of information technology competitive value. Evidence from a western European industry. *The journal of high technology management research* 14.2: 245–268.

Verspagen, B., (2007). Mapping Technological Trajectories as Patent Citation Networks: A Study on the History of Fuel Cell Research, *Advances in Complex Systems*, Vol.10 No.1

Voss, G. B., D. Sirdeshmukh and Z. G. Voss, (2008), The Effects of Slack Resources and Environmental Threat on Product Exploration and Exploitation, *Academy of Management Journal*, 51(1), 147–164.

Yoon, B., & Park, Y. (2004). A text-mining based patent network: Analytical tool for high-technology trend. *Journal of High Technology Management Research*, 15, 37–50.10.1016/j.hitech.2003.09.003

Abstract

The convergence between technologies has been performed actively in the IT industry. Firms specially SMEs (Small and medium enterprises) having lack of complementary assets are required to pursue an innovation strategically. Most of all, they need to exploit their existing knowledge and explore new knowledge. In this research, I focused on firms' technological aspects based on importance of combinations of existing and new knowledge for an innovation. Using IPC co-occurrence network, I divided firms' technological aspect into three types. 1) the exploitative technological aspect through a tie strength, 2) the explorative technological aspect through a pool diversity, 3) the complex technological aspect through a network diversity. And I analyzed empirically how each aspect affect exploitative innovation and explorative innovation. I used the Korea standard industrial classification (9th edition) (KSIC-9) provided by the NICE information service corporation and gathered patents from KIPRIS. As a results, I found that both a tie strength which is the exploitative technological aspect and a pool diversity which is the explorative technological aspect have positive impact on the exploitative and explorative innovation. But the tie strength has more

impact on the exploitative innovation and the pool diversity has more impact on the explorative innovation. Lastly, the network diversity which is the complex technological aspect has positive impact on the exploitative innovation but negative impact on the explorative innovation. With this result, firms should recognize and strategically use their technological aspects for innovations with their limited resources.

Keywords: Patents, Network analysis, IPC co-occurrence, Diversity, Tie strength, Exploitation, Exploration.

Student Number: 2014-20610