creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

경제학 석사학위 논문

네트워크 분석을 이용한 기술표준화 방법론 연구

- 사물인터넷 무선 통신 기술 계층을 중심으로 -

A Study on Technology Standardization Method using Network Analysis
: Focused on Wireless Communication Technology Layer of Internet of Things

2016 년 2 월

서울대학교 대학원

협동과정 기술경영경제정책전공

김 경 외

네트워크 분석을 이용한 기술표준화 방법론 연구

: 사물인터넷 무선 통신 기술 계층을 중심으로

A Study on Technology Standardization Method using Network Analysis

: Focused on Wireless Communication Technology Layer of Internet of Things

지도교수 황준석

이 논문을 경제학석사학위 논문으로 제출함

2016 년 2 월

서울대학교 대학원
협동과정 기술경영경제정책전공
김 경 외

김경외의 경제학석사학위 논문을 인준함

2016 년 2 월

위 원 장 박 하 영 (인)

부위원장 황 준 석 (인)

위 원 김 소 영 (인)

초 록

기술 표준은 기술적 특성과 사양에 대한 일종의 사회적 합의로서 기술의 발달과 함께 모든 산업에 걸쳐 존속되어 왔으며 최근에는 정보 통신 기술의 발달과 함께 기술의 상호호환성을 제공하고 시장의 우위를 선점할 수 있는 전략적인 요소로 각광받고 있다. 이에 기술 표준 연구(표준화 연구)는 기술 표준의 채택 과정과 이로 인한 경제적 효과를 분석하여 이론적 및 정책적 함의를 도출하는데 그 의의가 있다. 그러나 기존의 연구에서는 기술 표준의 기술적 측면보다는 이로 인해 발생하는 비용이나 경제적 효과에 더 초점을 맞추고 있기 때문에 기술 표준에 있어 고려되어야 하는 기술의 가치에 대한 분석을 담아내지 못하고 있다는 구조적 한계가 존재한다.

본 연구는 기술 네트워크 분석을 통해 도출한 기술 차별화 정도와 기업별 기술 선호도 함수를 두 단계 게임 이론 분석 방법에 반영하여 보다 기술 가치 중심적인 새로운 기술 중심 표준 연구 방법론을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다. 그 실증 사례로 사물인터넷의 무선 팬 기술을 선정하였으며, 본 연구 방법론을 통해 해당 시장의 기술 구조 및 표준 관련 함의를 도출하였다.

주요어: 기술 표준 모델, 표준화 연구, 기술 네트워크 분석, 게임 이론, 사물인터넷

학 번 : 2014-20616

목 차

초 록 iii
목 차 iv
표 목차 vi
그림 목차 vii
1. 서론 1
1.1 연구 배경 1
1.2 연구 목적 8
2. 문헌 고찰 10
2.1 네트워크 효과 및 기술 표준 형성에 관한 선행 연구 10
2.2 기술 표준의 실증적 접근에 관한 선행 연구 12
2.3 기술 연구의 한계 15
3. 연구 방법 17
3.1 연구 방법론 17
3.1.1 게임 이론 분석 18
3.1.2 기술 네트워크 분석 20
3.2 연구 자료 26
4. 연구 결과 29
4.1 선정 배경 29
4.2 분석을 위한 특허 자료 구성 31

4.3 네트워크 분석 33
4.4 게임 이론 분석 37
5. 결론 40
5.1 결론 40
5.2 시사점 43
5.3 한계점 45
참 고 문 헌 47
부록: 분석 결과 56
Abstract 63

표 목차

[표 1] n=2일 경우 쿠르노 경쟁 19
[표 2] 기술 검색 키워드 32
[표 3] 사물인터넷 주요 네트워크 기술 간 거리 33
[표 4] 분석 데이터 33
[표 5] 무선 팬 기술의 네트워크 분석 결과 34
[표 6] 블루투스 대비 지그비의 기술 경쟁력 및 기술 선호도 35
[표 7] 저전력 블루투스 대비 지그비의 기술 경쟁력 및 기술 선호도 36
[표 8] 블루투스-지그비 보상체계 38
[표 9] 저전력 블루투스-지그비 보상체계 39
[표 10] 타 연구와 장단점 비교 42

그림 목차

[그림 1] 표준 수립 절차 5
[그림 2] 연구 흐름도 17
[그림 3] 기술 동시 출현 네트워크 22
[그림 4] 블루투스 대비 지그비 선호도 35
[그림 5] 저전력 블루투스 대비 지그비의 기술 경쟁력 및 기술 선호도 36

1. 서론

1.1 연구 배경

표준의 역사

표준(standard)은 ‘서다(stand)’와 ‘굳게(hard)’의 합성어로 특정 사회나 공동체 내 합의된 일종의 약속을 의미한다. 초기에 표준은 전쟁터에서 지휘관들의 명령을 알리는 신호 깃발을 세우는 집결지의 의미로서 사용되었으며, 어떤 물리적 물체의 크기나 양을 재기 위해 정의된 척도 혹은 기준으로 활용되면서 다양한 분야에 사용되기 시작되었다. 산업 시대에서 표준은 제품의 기술 품질을 인증하기 위한 수단으로 등장하였다(Akerlof, 1970; Rosenberg, 1976; 박상인, 2008; Jain, 2012). 과거 시장에서는 제품을 구매하는 소비자와 판매하는 생산자간의 정보 비대칭성(Information Asymmetry)으로 인해 제품의 저품질 문제가 빈번이 발생하였다. 이에 소비자는 제품의 품질을 신뢰하고, 생산자는 이를 검증 받을 수 있는 사회적인 장치가 요구되었는데, 표준은 시장에서 사용되는 제품의 특성과 사양에 대한 일종의 사회적 합의로서 소비자와 생산자에게 양방향적인 정보를 제공하는 기능을 당당하기 시작하였다.

뿐만 아니라, 표준은 산업혁명과 함께 시작된 산업 발전과 경제 및 기술 시장의 활성화에 있어 중요한 요소 중 하나로, 그 중 이와 관련된 제품과 제조 공정의 표준화는 대량 생산이 가능하게 했던 핵심적인 요소로 평가되었다.[1]

---

[1] 국가기술표준원

대표적인 예로, 17세기 네덜란드인들이 배를 제조하기 전에 교체 가능한 부품을 모듈화하는 부품 표준을 도입하여 생산 시간을 단축한 것이나 미국의 포드가 자동차 생산 공정을 표준화하여 비숙련 노동자도 바로 생산 현장에 투입될 수 있는 생산 여건을 조성한 사례는 산업 발전에 있어 표준의 역할이 얼마나 중요한지를 보여준다.

최근에는 주로 기술 관련 표준, 즉 기술 표준에 대한 논의들이 사회적으로 활발히 이루어지고 있는데, 정보통신(IT) 기술과 네트워크 산업의 발전은 기술 표준의 가치를 사회적 규약 그 이상으로 향상시키는 결과를 초래하였다. 현대 사회에서는 표준이 제공하는 상호호환성과 그로 인한 네트워크 효과가 주목 받고 있는데, 인터넷 시장 등장 초기에 있었던 인터넷 익스플로러(Internet Explorer)와 넷스케이프(Netscape)간의 브라우저 경쟁이나 블루레이(Blue-ray)와 HD-DVD의 경쟁 사례는 이러한 표준의 네트워크 효과를 차지하기 위한 표준 경쟁의 대표 사례라 할 수 있다. 이처럼 표준은 기업들뿐만 아니라 국가 차원에서 볼 때, 단순한 사회적 합의를 넘어선 시장 선점과 국가 경쟁력 확보를 위한 중요한 수단으로 볼 수 있다.

기술 표준의 의미와 결정 과정

기본적으로 표준은 말, 글자, 규범, 법령, 사규, 관습 등을 포함하는 굉장히 포괄적인 의미를 내포하고 있으며, 그 근거나 기준은 표준의 대상과 표준을 사용하는 사회와 시기에 따라 상이하게 나타난다. 즉, 표준은 본질적으로 표준이 사용되는 사회의 여러 가지 복합적 요인들과 관련이 있기 때문에 표준에

대한 논의는 이러한 사회적인 측면이 함께 고려되어야 한다. 따라서, 기술 관련 표준을 다루고 있는 기술 표준 역시 단순히 기술뿐만 아니라 기술을 둘러싸고 있는 여러 사회 및 시대적 요인들이 반영된 결과로 볼 수 있다.

표준화는 이러한 표준을 수립하고 이를 실행해나가는 일련의 과정으로 국제표준화 기구(International Organization for Standardization, ISO)와 국제전기기술위원회(International Electro-technical Commission, IEC)에서는 주어진 여건하에서 반복적으로 나타나는 문제를 최상의 조건으로 해결하기 위한 활동으로 정의하고 있다.[2] 즉, 주어진 기술적 환경 및 사회경제적 환경 하에서 가장 적합한 기술을 표준으로 선택하는 것이 표준화의 핵심 가치이며, 표준화의 목적과 그 절차는 표준의 종류에 따라 구분된다.

David and Greenstein(1990)은 표준을 그 특성에 따라 크게 자발적(voluntary), 의무적(mandatory), 지원적(sponsored), 비지원적(unsponsored) 표준으로 분류하였다. 자발적 표준은 말 그대로 기관들이 스스로 제정한 경우로서 국가표준화기구나 이에 속한 표준제정기관이 발표하고 제정하는 것을 일컬으며, 이와 반대로 의무적 표준은 법적 규제권을 갖는 정부가 발효하고 의무적으로 지켜야 하는 경우를 말한다. 지원적 표준은 직·간접적인 소유자적 관심을 갖고 있는 하나 이상의 기업들이 다른 기업들로 하여금 기술 표준을 채택하도록 유도하는 표준이며, 비자원적 표준은 소유자적 이

[2] ISO/IEC Guide 2:2004

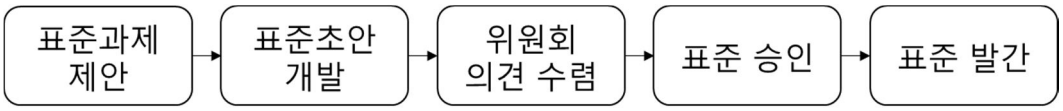
득을 보유한 창작자가 확인되지 않는 경우의 표준을 의미한다.[3]

이들을 표준화의 주체에 따라 분류했을 경우, 표준은 공적 표준(de jure standard)과 사실상의 표준(de facto standard)으로 구분되며 전자에는 자발적 및 의무적 표준이, 후자에는 지원적 및 비지원적 표준이 해당된다. 먼저, 공적 표준은 앞서 언급한 ISO나 IEC와 같은 공식 표준화 기관들이 제정한 표준으로서 우리나라의 한국산업표준(Korean Standard, KS)이 대표적인 예라 할 수 있다. 공적 표준의 경우, 제정과정이 투명하고 명확하다는 장점이 있는 반면 표준개발 속도가 느려 무임승차 문제를 야기할 수 있다는 단점이 있다. 반면, 사실상의 표준은 보다 시장 중심적으로 형성되는 표준으로 정보 공개가 불투명하고 폐쇄적이라는 단점이 있지만, 제정과정이 신속하고 빨라, 기술 발달과 시장 변화 대응에 있어 유리한 측면이 있다.

기본적으로 표준화 과정은 표준과제 제안, 표준초안 개발, 위원회 및 회원국 의견 수렴, 표준 승인, 표준 발간이라는 단계로 구성된다.[4] 먼저, 표준화 기관은 특정 이슈에 대한 표준 개발의 적절성이 만족한다고 판단될 경우, 표준과제를 제안하게 되며, 그 중 선정된 과제에 한해서 표준초안 개발을 착수한다. 개발이 완성된 결과물은 해당 기술위원회에서 투표와 의견 수렴으로 평가받게 되고 이를 통해 국제표준 초안 채택 여부를 결정한다. 이 때 채택된 초안은 표준 초안으로 지위를 갖게 되며, 표준 승인 단계와 발간 단계를 통과하면 대외적으로 표준으로서 발간 및 공포된다.

---

[3] 가술표준원, 기술표준백서
[4] ISO, www.iso.org



[그림 1] 표준 수립 절차

기술 표준과 기술 가치 구조

기술 표준은 기술의 혁신과 확산, 특히 기술 가치 구조적인 측면에서 매우 중요한 요소라고 할 수 있으며, 이는 PEARL 이론을 통해 설명될 수 있다. 진화 이론의 일종인 PEARL 이론은 사회 내 기술, 구조, 제도, 철학이 변화하고 수용되는 일련의 현상을 크게 Perpendicular, Equilibrium, Alignment, Relative Latch 4가지 단계로 보았으며(Kim et al, 2014), 각각의 단계는 기술 표준 형성 과정의 관점으로 봤을 때 다음과 같이 설명될 수 있다.

첫 번째 단계는 기존의 사회에서 얘기되지 않았던 새로운 변화 혹은 혁신적인 아이디어가 등장하는 Perpendicular의 단계로서, 기술 표준에서는 사용자와 생산자를 포함한 사회 전반적인 필요에 의해 기술 표준이 사회에 등장하는 과정으로 볼 수 있다. 두 번째 단계는 이 혁신적인 아이디어의 의미와 필요성에 대해 구성원들이 논의하는 Equilibrium, 세 번째 단계는 이것이 사회 적용 가능한 수준을 절충하는 Alignment인데, 이는 새로운 기술 표준에 대한 논의와 이에 대한 의견 수렴 및 수정의 단계와 같다. 마지막은 법적 규제 혹은 사회적 규범으로서 자리잡는 Relative Latch로서, 기술 표준이 사회에 정착하게 되는 과정과 같다.

PEARL 이론은 단순히 새로운 변화 혹은 기술이 형성 되는 과정뿐만 아니라 이를 통해 창출되는 새로운 가치 구조에 주목하고 있다. 예를 들어, 과거 프랑스 혁명 때 계몽주의자들이 주장했던 인간의 존엄성이라는 가치는 평등이라는 새로운 사회 구조를 만들어냈으며, 스마트폰의 등장은 이전에는 없던 새로운 경제적 가치를 창출했다. 또한, 정보통신 기술의 발전은 기존의 제조업 중심의 산업 패러다임을 정보 중심 구조로 바꾸었다. 이처럼 새로운 기술 표준의 등장은 여러 경제적 혹은 사회 후생적 효과를 창출할 뿐만 아니라 사회 내 새로운 가치 구조를 수립할 수 있다는 측면에서 그 중요도가 매우 높다 하겠다.

기술 표준의 효과와 기능

기술 표준의 네트워크 효과는 기존의 연구에서 연구자 별로 상이하게 나타났다(Weitzel, 2004). 먼저 네트워크 효과의 부정적인 면을 주장했던 이들은 표준화가 거래 관계(Tradeoff)에 있어 오히려 기술의 다양성을 떨어뜨리고 효용을 감소시킴으로써 혁신을 저해시키는 걸림돌이 된다고 보았다(Gandal, 2002). 반대로, 기술 표준의 긍정적인 네트워크 효과를 주장한 이들은 표준화가 기술 혁신을 촉진시키는데 있어 경제적 이익을 창출할 뿐만 아니라 시장의 접근성과 상호호환성을 제공한다고 보았다. 네트워크 효과가 중요시되는 시장에서는 기술을 보유한 사람들이 늘어날수록 생산비가 절감되고 소비자 효용이 증가하는 수요 측면의 규모의 경제(economies of scale)가 존재한다. 즉, 상호호환성이 확보되고 제품을 사용하는 사람들이 많은 기술일수록 기술

의 가치가 더 크기 때문에 기술의 상호호환성과 네트워크 효과는 매우 중요한 요소로 작용하는 것이다. 이러한 맥락에서 기술 표준은 서로 다른 기술의 상호호환성과 네트워크 효과를 제공하는 요인으로 볼 수 있으며(Tassey, 2000; Gibson, 2007; Hemphill, 2009), IT 기술과 같이 상호호환성 특징이 중요한 의미를 갖는 기술 산업에서는 후자인 기술 표준의 긍정적인 측면이 더 강조되고 있다(David and Greenstein, 1990).

최근에 기술 표준을 장악한 기업이 네트워크 효과와 함께 산업의 실질적인 주도권을 잡는 경우가 늘어나면서, 기술 표준은 산업 및 국가 경쟁력을 키우는 전략적 요소로 주목 받고 있다(하영선 외, 2006). Tassey(2000)는 이러한 표준의 효과에 주목하여 표준의 목적이 제품, 프로세스, 포맷, 절차 등 모든 요인들의 일치(혹은 상호호환성)를 통해 경제 활동의 효율성을 높이는 데에 있다고 보았다. Hemphill(2005)은 기술 표준이 시장 효율 향상, 시장 영역 확장, 국제 무역 활성화, 낮은 시장 진입 장벽 구축을 통한 시장 경쟁 촉진, 신기술 확산, 인증되지 않은 제품으로부터의 소비자 보호, 그리고 제품 간의 상호호환성 등의 경제 효과를 미친다고 보았으며, 이와 반대로, 기술 표준이 없을 시에는 거래 비용이 증가할 뿐만 아니라 혁신적이고 상호호환적인 제품을 개발시키는데 있어 한계가 있음을 지적하였다.

또한, 정책적인 차원에서 Popper and Wagner(2002)는 미국의 기술 표준 수립 실패가 자국 내 무선 통신 기술 및 시장에서 해외 기업들에게 우위를 빼앗긴 결정적인 이유로 보았으며, Lundvall and Borras(2005)는 기술 표준화 활동이 국가적 차원에서의 기술 혁신과 기술 지식 개발, 경제 성장에도 긍정

적인 영향을 미친다고 주장하였다. 즉, 기술 표준은 국가적 차원에서는 산업과 경제를 활성화시키고, 기업의 입장에서는 기술 개발 비용을 절감하여 제품의 품질을 높일 수 있다는 점에서 기술 개발 못지않게 중요한 요인이라 할 수 있다.

1.2 연구 목적

표준화 연구는 이처럼 다양한 기술 표준 혹은 표준화 과정을 통해 나타나는 일련의 효과를 분석하고 이를 통해 사회적 후생을 최대화하는 정책적 함의를 도출하는 데에 그 의의가 있기 때문에 개별 기술의 가치와 기술들 간의 관계를 파악하는 것이 매우 중요하다. 그러나, 기존의 표준화 연구는 기술의 상호호환성과 같은 기술적 특징들을 고려하기 보다는 기술 생산에 드는 비용이나 이를 통해 기대할 수 있는 여러 경제적인 효과에 초점을 맞추고 있어 기술 표준 논의 시 고려되어야 하는 주요 사항 중 하나인 기술의 상호호환성에 대한 분석을 제대로 반영하지 못한다는 구조적 한계가 존재한다. 뿐만 아니라, 기존의 방법론에서는 개별 기업이 기술 생산에 소요되는 비용적인 정보들을 사용하기 때문에 충분한 데이터를 확보하기가 쉽지 않고, 이에 따라 보다 일관적인 연구 결과를 도출하는데 어려움이 발생한다.

이에 본 연구는 기술 네트워크 분석을 활용해 기술의 구조적인 특성을 반영한 새로운 기술 표준 연구 방법론을 제안하고, 그 실증 사례로서 사물인터넷 네트워크 기술의 표준 구도를 분석하는데 그 목적을 두고 있다. 특히 본 방법

론은 각 기업들이 보유하고 있는 특허 정보들을 활용함으로써, 기존의 발생했던 데이터 확보의 문제를 극복하고, 보다 실증적인 분석 프레임워크를 제공하고자 하였다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위하여 제2장에서는 기존의 표준화 연구에 대한 이론적 배경을 설명하고, 제3장에서는 분석에 사용되는 데이터와 제안하고자 하는 연구 방법론을 기술하며 제4장에서는 사물인터넷 네트워크 기술에 대한 실증 분석 결과를 도출해냄으로써 제5장에서는 분석 결과에 따른 결론 및 제언을 기술하고자 한다.

2. 문헌 고찰

기술 표준화는 기술과 관련 제품의 상호호환성, 소비자의 선호와 효용, 기업의 이익, 그리고 국가 정책 간의 이해관계 속에서 합의를 달성해 가는 일련의 과정으로 볼 수 있으며, 기술 표준 연구는 이러한 표준화 과정에서 발생하는 여러 현상과 이론적 및 실증적 함의들을 다룬다. 기존의 표준 연구는 표준 경쟁에 참여하는 기업과 기술, 그리고 시장의 특성에 따른 표준 모형과 이로 인해 발생하는 사회 현상을 설명하는 네트워크 효과 및 기술 표준 형성에 관한 선행 연구(Arthur, 1989; Farrell and Saloner, 1985, 1986; Katz and Shapiro, 1986, 1994)와 기술 표준의 네트워크 효과를 검증하거나 표준 게임의 균형을 도출하는 실증적 접근에 관한 선행 연구(David, 1985; Hartmann and Teece, 1990; Gandal, 1994; Ohashi, 2003; Shankar and Bayus, 2003; Weitzel. 2004)로 구성된다(Stango, 2004).

2.1 네트워크 효과 및 기술 표준 형성에 관한 선행 연구

기술 표준은 기술의 성능 및 상호호환성뿐만 아니라 기술을 보유한 기업과 해당 국가의 이해관계 속에서 채택되기 때문에 표준화 연구에 있어 기술 표준을 둘러싼 환경적 특성들을 파악하는 것은 매우 중요하다. 특히, 기술 표준이 형성되는 과정과 기술 표준의 네트워크 효과는 서로 밀접한 관계에 있으며,

각각의 경우에 따라 표준화 현상은 다르게 해석될 수 있다. 이에 본 절에서는 시장과 모형의 특성에 따라 나타나는 시장 실패, 창업 문제, 잠김 현상, 과잉지체, 과잉동력 등과 같은 기술 표준의 효과를 이론적으로 기술하였다.

먼저, Arthur(1989)는 서로 협력하지 않는 두 주체들이 경쟁하는 시장에서 수익이 효율과 탄력성에 미치는 영향을 분석하였다. 그는 시장 내에 특정 제품이 더 많이 사용될수록 소비자가 이를 사용할 유인이 더 커지는 '채택의 수익 체증(increasing returns to adoption)'이 나타날 경우, 경제 주체가 지나치게 경로 의존적(path-dependency)이 됨을 지적하였으며, '잠김 현상(Lock-in)'으로 인해 열등한 기술이 표준으로 채택될 수 있다고 보았다. 실제로 경쟁 기술에 비해 상대적으로 열등한 기술이었던 QWERTY 타자기는 기술적 한계에도 불구하고 소비자들 사이에서 표준으로 고정되어 현재까지도 꾸준히 자판기 표준으로 사용되고 있다(David, 1985; Arthur, 1989).

Farrell and Saloner(1985)의 연구는 망 외부성을 고려한 기술 표준 채택 모형을 통해 불완전 정보의 효과를 설명하였다. 그들은 상대방의 전략과 그에 따른 보상에 대한 정보가 주어진 상황에서 표준 채택은 심지어 상이한 표준을 선호하는 경우에서도 효율적이었으나, 그렇지 않을 경우에는 열등한 기술이 표준으로 채택되어 시장이 열등한 기술의 잠김 현상에 빠지는 과잉지체(excess inertia)가 나타날 수 있음을 확인하였다. 후속 연구(Farrell and Saloner, 1986)에서는 기존의 비지원적 표준이 새로운 우세한 비지원적 표준과 경쟁하는 경우를 가정하였는데, 그들은 새로운 표준을 채택한 사용자들이

기존의 사용자들을 고립시킬 수 있으며 표준이 발표되는 시점이 표준 채택 결과에 영향을 미칠 수 있음을 알아내었다.

Katz and Shapiro(1986)는 기술 표준이 수량 경쟁을 할 경우에도 열등한 지원적 기술 표준이 월등한 비지원적 표준 대신 선정될 수 있으며, 더 나아가 상호호환성 확보가 사회후생을 증가시킨다는 사실을 파악하였다. 후속 연구(Katz and Shapiro, 1994)에서 그들은 지원적 표준 채택 모형 하에 기존의 표준과 새로운 표준이 가격 경쟁을 할 경우 사용자 기반의 크기가 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 그 결과, 새로운 표준에 대한 사적 유인이 사회적 유인보다 클 경우, 새로운 표준이 빨리 채택되는 과잉동력(excess momentum)의 문제가 발생할 수 있음을 확인하였다. 이처럼 네트워크 효과 및 기술 표준 형성에 관한 선행 연구는 상황적 특성에 따라 기술 표준과 네트워크 외부성의 효과가 달리 나타난다는 사실과 함께 기술의 네트워크 효과가 기술 표준 분석의 중요한 요인임을 시사한다.

2.2 기술 표준의 실증적 접근에 관한 선행 연구

기술 표준의 실증적 접근에 관한 선행 연구는 실 데이터로 기술 표준의 네트워크 효과를 분석하고 실제로 적용 가능한 결과를 도출하는데 그 의의가 있으며 주로 경제학적인 방법론을 사용한다. 기술 표준 연구에서 경제학적 분석의 이론적 토대를 이루고 있는 네트워크 효과는 크게 수요와 공급의 관점으로

나누어 생각해볼 수 있다(Shin, Kim, and Hwang, 2015). 수요 측면 연구는 표준이 선정되고 기술이 사용자들을 통해 확산되어가는 현상을 분석함으로써 소비자들이 기술을 선택할 때 나타나는 효과를 설명한다. 공급 측면 연구는 기술 표준이 기업들에 의해 채택되는 과정을 다룸으로써 표준 정책이 국가 경제 성장에 미치는 영향과 혁신 도구로서의 표준 기반 경쟁을 설명한다.

먼저 수요적 측면에서 기술 표준의 네트워크 효과를 측정한 실증 연구에는 Shankar and Bayus(2003)와 Ohashi(2003)의 연구가 있다. Shankar and Bayus(2003)는 네트워크 효과를 네트워크 사이즈(사용자 기반의 크기)와 네트워크 강도(네트워크 사이즈의 증가에 따른 추가 수요)의 함수로 측정하여 당시 비호환 표준으로 서로 경쟁하던 닌텐도와 세가의 네트워크 효과를 분석하였고, 그 결과 상대적으로 네트워크 사이즈가 작은 기업이라 할지라도 네트워크의 강도가 클 경우 시장을 선점할 수 있었음을 확인하였다. Ohashi(2003)는 VHS/Beta 표준 경쟁 사례 비교 연구에서 각 표준의 사용자 기반이 소비자의 수요 관계에 미치는 영향을 간접적인 네트워크 효과로 보았는데, 이처럼 추정한 값으로 기술 표준의 이익을 계산하고 기업이 가격 전략을 다르게 취했을 경우에 나타나는 현상을 설명하였다.

공급적인 측면에서 기술 표준을 둘러싼 기업들 간의 이해 관계적 특성은 각기 다른 기술 표준화 양상을 나타낸다. 특정 표준이 선정된 원인과 그 이유는 경제 이론을 통해 설명 가능하며(Besen and Farrell, 1986), 관련 연구로는 기술의 헤도닉 가격을 추정한 연구(Gandal, 1994; Hartman and Teece,

2006)와 기술의 정보비용을 고려한 연구(Weitzel, 2004)가 있다. Gandal(1994)는 컴퓨터 스프레드시트(spreadsheet) 프로그램의 헤도닉 가격 함수를 추정하여 상호호환이 되는 기술에 소비자들의 지불 의사가 더 크다는 사실을 통해 시장의 네트워크 외부성을 설명하였다. Hartman and Teece(2006)는 헤도닉 가격 함수로 제품의 디자인과 가격을 분석하고 시장 점유 모델을 사용해 기업의 명성, 사용자 기반의 이점, 가격 성능 특징이 미치는 수요 효과를 평가하였다. 국내 사례의 경우, 우리나라 최초의 상용화된 국산 기술 방식인 CDMA의 높은 단말기 가격과 기술 로열티는 기술 공급과 시장 대응에 부정적인 효과를 초래하는 것으로 나타났다(성지은, 2004).

기술의 정보비용을 고려한 연구는 기술 표준이 기업 간의 거래 과정을 단순화시켜 정보 교류를 활성화시키며(Braunstein and White, 1985), 이를 통해 향상된 정보 가치가 기업으로 하여금 더 나은 결정을 내리게 함으로써 경제적인 효용을 높일 수 있다는 이론(Buxmann, 1996)을 기반으로 하고 있다. 즉, 기술 표준의 효과는 전략적인 이득과 잠재적인 비용 절감뿐만 아니라 정보비용까지 포함하며(Kleinemeyer, 1998), 높아진 정보의 가치는 기업이 경쟁 시장에 빠르게 대응할 수 있게 해줌과 동시에 파트너 간에 원활한 정보 교환이 가능하도록 하여 더 나은 의사 결정을 내릴 수 있게 해준다. Weitzel(2004)는 표준화 문제를 상대방의 정보에 대한 불확실성의 유무에 따른 핵심 표준화 문제와 분산 표준화 문제로 구분하여 전자문서교환(Electric Data Interchange, EDI) 시장에 속한 기업의 담당자들로부터 받은

설문조사 결과로 각 기업의 비용 함수를 구하고, 이를 토대로 표준의 게임 구성 방식과 더불어 표준화 격차(standardization gap)를 줄이기 위한 유인을 분석하였다(Westrap et al, 2000; Weitzel, 2000).

이처럼 공급적인 측면을 고려할 때 경제 주체의 이해관계를 고려하기 위한 방법으로는 게임이론 접근법이 사용된다. Alstyne(1997)은 게임이론과 효용이론을 네트워크 조직을 조사하는 경제학적 도구로 보았으며, Feess(2000)는 갈등과 상호의존관계를 표현하고 가능한 해법을 평가하는 분석적 프레임 워크로서 게임이론을 사용하였다. 즉, 게임이론은 게임의 플레이어들 간의 이해관계를 고려한 균형을 도출하는 경제학적 접근 방식으로서, 표준화 과정에서 발생 가능한 결과들을 분석하고 게임의 균형을 도출해내는데 적합한 방법론이라 볼 수 있다.

2.3 기술 연구의 한계

기존의 연구 결과는 기술이 더 많이 사용될수록 소비자의 효용뿐만 아니라 생산자의 이익과 기술의 성능이 향상된다는 현상을 설명함과 동시에, 기술 표준이 기술 혁신 확산에 결정적인 요인이라는 주장을 뒷받침한다(Westrap et al, 2000). 더 나아가 이는 기술이 더 많이 사용되고 경험이 누적될수록 더 발전한다고 본 ‘활용학습(learning by using)’의 원리와도 일맥상통하다(Rosenberg, 1982).

하지만 기존의 접근 방식에는 몇 가지 구조적 한계점들이 존재한다. 먼저, 일반적으로 기업들이 자사의 지출과 같은 여러 내부적인 정보들을 대중에 공개하지 않기 때문에 데이터 확보에 어려움이 있다. 물론, 앞서 살펴본 Weitzel(2004)의 연구처럼 설문 조사를 통해 데이터를 구하는 방법도 있으나, 이 경우 분석의 대상이 한정적일 수밖에 없으며(이들은 1000개의 기업을 대상으로 설문을 실행하였으나, 이중 회수율은 30% 밖에 되지 않았다), 자체 설문 결과 역시 편향적인 결과를 초래할 수 있다.

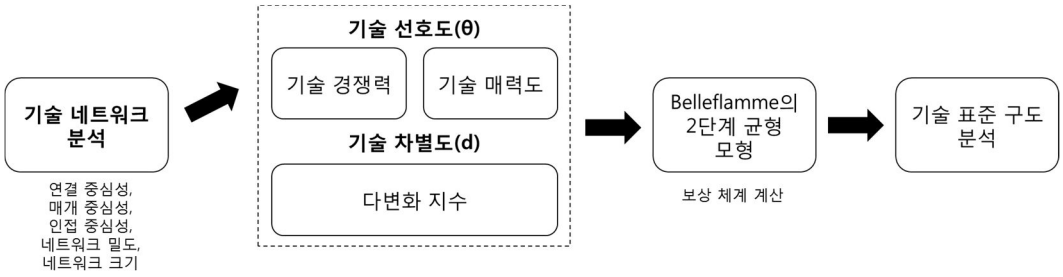
뿐만 아니라 기술 표준에 있어 상호호환성이 중요시됨에도 불구하고, 기술 고유의 구조적 정보를 다루는데 한계가 있다. 기존의 연구에서 사용하고 있는 기술 표준의 사용자 기반의 크기나 기술의 헤도닉 함수, 혹은 정보비용 함수는 개별 기술의 네트워크 효과와 기술적 정보를 담아낼 수는 있지만, 각 기술이 기술 시장에서 위치하는 포지션과 그들 간의 관계를 통해 나타나는 기술 고유의 특성들을 반영하지는 못하기 때문에 기술 자체의 가치와 잠재력을 왜곡시킬 수 있다.

이에 본 연구는 기술과 시장적 특성을 내포하고 있는 특허 정보를 이용한 기술 네트워크 분석 결과를 기존의 표준 연구에서 사용하고 있는 게임이론 접근 방법에 반영한 새로운 표준 결정 프레임워크를 제안하고자 한다.

3. 연구 방법

3.1 연구 방법론

게임이론은 기본적으로 게임에 참가하는 플레이어들과 그들이 취할 수 있는 전략으로 구성되며, 각각의 전략을 통해 얻는 보상의 차이 속에서 게임의 균형을 찾는 것을 그 목적으로 한다. 기존의 게임이론을 이용한 표준 연구의 한계점 중 하나는 모형 설정 시 사용되는 변수들이 기술 자체보다는 시장 구조에 대한 부분에서 더 큰 비중을 차지했다는 것이다. 또한, 기술 표준의 기술적 특성을 반영하는 실증 데이터의 부족은 기존의 연구가 실증 분석 보다는 컴퓨터 시뮬레이션 분석에 의존하는 상황을 초래하였다. 이에 본 연구는 특허 자료를 이용한 기술 네트워크 분석으로 도출한 기술 표준의 차별성과 선호도를 융합한 게임 이론 연구 모형을 제시하고자 한다(그림 2).



[그림 2] 연구 흐름도

3.1.1 게임 이론 분석

앞서 언급한 것처럼, 현재 기술 표준에 있어 무엇보다도 중요한 것이 바로 기술의 상호호환성이기 때문에 게임 이론 분석 모형 역시 이와 같은 기술 표준의 특징들을 잘 반영해야 한다. 본 연구에서는 컴퓨터 언어, 전자 데이터 전송 기술, 운영체제 등과 같이 커뮤니케이션 및 네트워크 기술연구에서 주로 사용되는 2단계 균형 모델(Second-stage Equilibrium model) 중에서 개별 연합의 이질적인 선호를 고려한 Belleflamme의 모델(Bloch, 1995; Belleflamme, 1998)을 기본적인 분석 프레임으로 사용한다.

Belleflamme의 모델은 첫 번째 단계에서 n개의 기업들이 2개의 기술들 중 하나를 채택하고, 이를 중심으로 구성된 연합이 기술 생산의 한계 비용을 절감하는 과정을 거친다고 가정한다. 그런 다음 두 번째 단계에서는 앞서 1단계로부터 도출한 비용 함수와 함께 계산한 각 기술 채택에 따른 기업의 보상 함수를 이용하여 게임의 균형을 도출한다(식 (1), 식 (2)). 기업들은 개별 연합에 대해 각기 다른 이질적 선호를 갖는다고 가정하고 있으며, 보상함수는 1단계에서 구한 기업 스스로가 누리는 네트워크 효과를 나타내는 비용 함수와 2단계에서 구한 경쟁자들이 누리는 네트워크 효과를 반영한 최적화식의 조합으로 구성된다.

$$\forall \mathrm{i} \in \mathrm{X}, P_i^x(X) = x(1-\theta_i) - \frac{d}{2+d(n-2)}\left[x\sum_{k\epsilon X_{-i}}(1-\theta_k) + (n-x)\sum_{k\epsilon X}\theta_i\right] \ldots\ldots (1)$$

$$\forall j \in Y, P_i^y(X) = (n-x)\theta_j - \frac{d}{2+d(n-2)}\left[x\sum_{k\epsilon X}(1-\theta_k) + (n-x)\sum_{k\epsilon X_{-i}}\theta_i\right] \ldots\ldots (2)$$

n=2인 복점 시장을 가정할 경우, 게임이론의 기본적인 설정은 같은 경쟁 시장 내의 두 기술인 X와 Y의 보상체계(표 1)로 구성되며, 기술 차별화 정도(d)와 기업별 기술 선호도(θ)에 따라 기업별 보상은 달라진다.

[표 1] n=2일 경우 쿠르노 경쟁

	X	Y
X	$4-2d-4\theta_1+2d\theta_2$, $4-2d+2d\theta_1-4\theta_2$	$2-2\theta_1-d\theta_2$, $d\theta_1+2\theta_2-d$
Y	$2\theta_1+d\theta_2-d$, $2-d\theta_1-2\theta_2$	$4\theta_1-2d\theta_2$, $4\theta_2-2d\theta_1$

본 연구에서는 Belleflamme의 모델에서 사용하고 있는 전반적인 게임이론 분석 프레임과 개별 기업의 이질적 선호를 가정하고 있다. 기존 모형과의 차별점은 보상 함수 내에서 기술의 네트워크 효과를 반영하는 기술 차별화 정도와 선호도를 기술 네트워크 분석 결과의 함수로 사용하여 보다 실증적인 분석 결과를 도출한다는 데에 있다.

3.1.2 기술 네트워크 분석

소셜 네트워크 분석은 각 노드와 이를 연결하는 링크의 패턴과 구조를 통해 이들간의 관계를 파악하는데 목적이 있으며, 분석의 목적에 따라 개인, 조직, 기술, 지역 등 다양한 분석 대상에 대한 상호간의 상하 관계, 종속 관계, 경쟁 관계, 협력 관계와 같은 관련성을 정의하거나 개별 혹은 전체 구성원들의 특성을 분석할 수 있어 최근 많은 연구에 응용되는 연구 방법이다(Rogers and Kincaid, 1981; Barnett et al., 1993; Wasserman and Faust, 1994; Monge and Contractor, 2003). 그 중 기술 간 관계를 정의해 분석하는 기술 네트워크 분석은 기존의 방법론들이 놓치기 쉬운 기술의 특성을 개별 기술들의 특성, 특정 세부 그룹들 및 전체 그룹의 특성으로 구분하여 확인하는데 사용된다.

기존의 연구에서 기술 네트워크 분석은 지식의 흐름 및 구조나 국가 및 기업의 기술 경쟁력을 파악하기 위한 수단으로 사용되어왔다. 먼저, 기술지식 흐름과 구조 분석 연구에서는 특허 인용 자료로 네트워크 분석을 수행하여 국가별 산업간 기술지식 흐름 구조와 그 특성을 보였다(윤병운 외, 2005). 기술-산업간 연계구조 분석 연구에서는 국제 특허 분류 코드(International Patent Classification code, 이하 IPC 코드)를 각각의 산업과 기술군으로 분류하고, 이들 간의 네트워크를 분석하여 기술 구조와 각 산업별 융합도와 활용도를 측정해 내었다(조성도 외, 2013).

이처럼 기술 네트워크 분석은 기존의 연구에서 기술의 구조와 특성을 파악하는데 주로 많이 사용되고 있는 방법론으로서 기술의 상호호환성과 같은 기

술 고유의 가치를 분석하는 데 있어 적합하다. 이에 본 연구는 기술키워드와 특허 기술 분류를 통해 네트워크 분석을 수행한 기존 연구와 같이 기술을 노드로 하는 기술네트워크 분석을 수행하고자 한다.

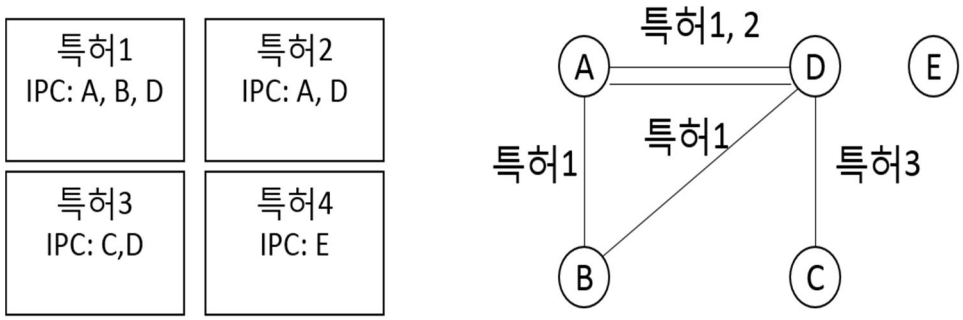
3.1.2.1 네트워크 구성

기본적으로 네트워크 분석은 네트워크를 구성하는 각 노드들과 이를 연결하는 엣지의 정보로부터 시작되며, 본 연구는 기본적인 네트워크를 크게 IPC 코드가 노드가 되는 기술 네트워크와 출원인 즉 기업이 노드가 되는 기업 네트워크로 구성한다. 먼저, 기술 네트워크는 그룹레벨(Group Level)의 IPC 코드를 노드로 사용하고, 동일 특허에 동시 출원한 기술이 연결되도록 기술 동시출원 네트워크를 설정한다.

그림 3과 같이 각 특허에 할당된 하나 이상의 IPC 코드 중 동시적으로 할당된 IPC 코드가 네트워크상의 링크를 형성하여 모든 특허를 사용한 누적 특허 네트워크가 구성된다. 기업 네트워크는 기업을 노드로 노드들 간의 그룹레벨의 IPC를 링크로 구성하여, 동일 IPC를 출원한 기업들이 연결되는 구조로 설정된다. 이를 통해 해당 네트워크의 구조를 파악할 수 있는데, 만약 두 기업 간의 연결 수가 많다면 이는 동일한 세부 기술 분야에서 경쟁 혹은 협력의 가능성이 크다는 것으로 유추해 볼 수 있다.

본 연구에서는 기술 및 기업 네트워크 모두 중복 연결을 고려한 가중 네트워크로 구성한다. 예를 들어, 아래의 그림 2와 같은 기술 네트워크 상에서

IPC A와 IPC D로 분류된 특허가 두 개 있을 경우 노드 IPC A와 IPC D는 가중치가 2인 링크를 가지게 된다.



[그림 3] 기술 동시 출현 네트워크

3.1.2.2 네트워크 분석

개별 기업의 기술 선호도(θ)

Amatulli et al.(2011)는 산업의 매력도와 대상 기업의 시장경쟁력을 이용해 비즈니스 포트폴리오 분석을 수행하여 특정 사업에 대한 전략을 수립하였다. 본 연구도 이 관점에 착안하여 기업의 표준 기술의 선택에 있어 해당 기술의 매력도와 기업이 보유한 기술경쟁력을 활용하여 개별 기업의 기술에 대한 선호도를 산출한다.

개별 기업의 기술 선호도는 두 기술간의 상대적인 선호도로 계산되며(식 (3)), 각각의 개별 기술에 대한 선호도(식 (4))는 기업이 보유한 기술의 경쟁력(식 (5))에 시장의 크기, 밀집성과 같은 기술의 매력도(식 (6))를 가중한

형태의 함수로 구성한다. 식 (6)에서 네트워크 밀도와 크기는 각 기술군의 최대값으로 나눈 표준화 값을 사용하고, 응용 가능한 기반 기술이 많은 정도와 향후 기술의 활용 범위 정도를 구분한 결과를 반영하기 위해 기술 매력도를 네트워크 밀도(Network density)와 네트워크 크기(Network size)의 곱 형태가 아닌 선형결합의 형태로 구성한다. 만약 이를 곱의 형태로 표현할 경우 이는 기술네트워크의 링크 수를 의미하여 정보가 손실되는 문제를 야기한다. 예를 들어, 곱의 형태로 식을 구성할 경우 해당 네트워크의 링크 수가 크다면 그 이유가 기술요소들이 잘 융합되는 효과 때문인지 혹은 네트워크 사이즈에 의한 효과인지를 확인할 수 없다. 두 요소를 선형결합으로 표현한 본 모델 역시 요소들 간의 가중치에 대한 연구가 추가적으로 필요하다. 본 모델에서는 네트워크 밀도와 크기의 각기 다른 단위를 고려하고 표준 채택의 의사결정이 기술간 상대적 비교라는 설정에 착안하여 각 대상 표준기술의 상대적 네트워크 밀도와 크기를 사용한다.

$$\theta_i = \frac{\theta_{i,X}}{\theta_{i,Y}+\theta_{i,X}} \ \dots\dots \ (3)$$

$$\theta_{i,X} = TC_{i,x} * TA_X \ \dots\dots \ (4)$$

$$TC_{i,X} = \sum_{j \in IPC_{i,X}} SIPC_{i,X,j} * \left(W_{X,j,D} + W_{X,j,B} + W_{X,j,C}\right) \ \dots\dots \ (5)$$

$$TA_X = D_X + N_X \ \dots\dots \ (6)$$

(θ_i: 기업 i의 상대적인 기술 선호도, $\theta_{i,X}$: 기술 X에 대한 기업 i의 기술 선호

도, $TC_{i,X}$: 기업 i가 보유한 기술 X의 기술 경쟁력, $W_{X,j,D}, W_{X,j,B}, W_{X,j,C}$: 기술 X의 IPC 동시네트워크에서 IPC j의 연결중심성, 매개중심성, 인접중심성, $SIPC_{i,X,j}$: 기술 X와 관련한 IPC j중 기업 i가 차지하는 비중, TA_X: 기술 X의 기술 매력도, D_X: 기술 X의 상대적 네트워크 밀도, N_X: 기술 X의 상대적 네트워크 크기)

Bresnahan and Greenstein(1996)은 기술의 경제적 가치가 단순히 기술 그 자체만으로 중요해지는 것이 아니라 사용자들의 이용과 경험에 의해 더 가치가 높아진다고 지적하였다. 즉, 그는 기술을 사용하는 사용자의 증가가 기술의 경제적 가치를 상승시키는 일련의 과정을 일종의 공동발명(co-invention)활동으로 보았다. 개별 기업의 공동발명 능력은 기업의 기술 점유율로 나타낼 수 있으며, 보유한 기술의 시장점유율과 해당 기술에 대한 기술적 선호도는 정의 관계에 있다(Belleflamme, 1998).

개별 기업의 기술 경쟁력은 해당 기업이 보유하고 있는 IPC의 점유율을 합산한 값에 각 IPC의 중요 정도를 반영한 기술의 정규화된 연결 중심성(Degree Centrality, 식 (7)), 매개 중심성(Betweeness Centrality, 식 (8)), 인접 중심성(Closeness Centrality, 식 (9))의 합을 곱한 함수를 계산하여 기업이 중요한 기술요소를 얼마나 많이 보유하고 있는지를 측정한다. 위 세 지표들은 네트워크 분석에서 네트워크를 구성하는 노드 단위의 대표 지표로서(Scott, 2003; Contractor et al, 2006), 연결 중심성은 각 노드를 중심으로

하는 주변 노드와의 연결 집중의 정도, 매개 중심성은 특정 노드가 타 노드간의 지식 흐름에 기여하는 정도, 인접 중심성은 다른 노드 간의 거리상 근접 정도(김원준 외, 2012)와 같은 네트워크상에서 각 기술의 포지션과 기술적 중요도를 나타낸다.

$$C_D(v) = \deg(v) \cdots\cdots \quad (7)$$

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \cdots\cdots \quad (8)$$

$$C_C(v) = \frac{\left[\sum_{s \neq v \neq t \in V} d_{st}\right]^{-1}}{(N-1)} \cdots\cdots \quad (9)$$

($C_D(v)$: 노드 v의 연결 중심성, $C_B(v)$: 노드 v의 매개 중심성, $C_C(v)$: 노드 v의 인접 중심성, $\sigma_{st}(v)$: 노드 s, t의 최단거리 중 노드 v를 지나는 수, σ_{st}: 노드 s, t의 최단거리 수, d_{st}: 노드 s, t의 최단거리, N: 노드의 수)

개별 기술의 기술 매력도에서 사용되는 네트워크 밀도는 네트워크에 포함된 기술 노드 사이의 전반적인 연결성 정도를 확인하기 위해 사용되는 지표로서, 네트워크의 밀도가 큰 기술일수록 응용 가능한 기반 기술이 많아 혁신적인 활동을 할 유인이 크다고 볼 수 있다. 네트워크 밀도를 측정하기 위해서는 노드 간 연결 유무로 이루어진 이진 네트워크(binary network)를 이용하며, 아래와 같이 노드 상에서 가능한 연결 수 대비 실제 연결 수의 비율로 표현된다(식 (10)). 마지막으로 네트워크 크기는 네트워크를 구성한 IPC 수의 합으로

대리되며, 해당 값이 클수록 기술의 활용 범위가 크다고 볼 수 있다.

네트워크의 밀도(network density, d) $= \frac{L}{N(N-1)}$ …… (10)

(N: 노드의 수, L: 링크의 수)

개별 기술의 차별화 정도(d)

동일한 기술을 사용한다 할지라도 해당 기술군 내의 제품 간에는 차별화 정도가 존재하며(Belleflamme, 1998), 이는 특정 기술이 얼마나 많은 기술적 레이어에 걸쳐 사용되고 있는지에 따라 좌우된다. 기존의 전기전자기술 관련 IPC의 분류는 이러한 기술적 레이어 구분이 가능한 형태로 구성되어 있으므로, 본 연구에서는 IPC를 이용한 다변화 지수를 통해 표준화 대상인 개별 기술군의 차별화 정도를 측정한다. 다변화 지수에는 주로 Shannon index를 많이 이용되나 그 범위가 [0,1]이 아니기 때문에 본 연구의 모델링에서는 Gini-Simpson index를 이용하였다(Jost, 2006).

3.2 연구 자료

기존 연구에서 특허는 기술 혹은 권리 검색을 통해 기술동향을 분석하거나 특허출원 및 등록에 관한 다양한 통계자료를 이용해 기술경쟁력을 비교·분석하는 도구로서 사용되어 왔다(김대기 외, 2014). 그러나, 특허 자료를 활용할

경우 분석에 있어 몇 가지 한계점이 존재한다. 먼저, 특허가 활성화 되지 않은 산업이나 기술 특성 파악이 어렵다. 특허는 기술 규모의 크기에 따라 특허의 양과 질이 달라지기 때문에, 분석의 대상이 되는 기술 시장의 특허가 활성화되어 있지 않을 경우에는 왜곡된 결과를 초래할 수 있다. 또한 특허 자료의 크기가 워낙 방대해 정보 수집에 있어 어려움이 있다. 특히 특허는 여러 국가별 혹은 개발자 별로 개별 기술에 대한 명칭과 설명이 각기 다르기 때문에 검색 키워드를 잘 구성해야 한다. 즉, 특허 자료를 활용할 경우 분석의 대상이 되는 기술 혹은 산업 선정과 키워드 구성은 이러한 한계점을 극복하는데 있어 매우 중요하다.

최근 표준 연구에서는 기업과 국가의 축적된 기술적 역량과 표준화 정도를 분석하기 위한 수단으로 재평가 받고 있다(Kang et al, 2014). 특허 자료의 가장 큰 특징은 다양한 기술적인 특징들과 정보들을 집약하고 있다는 것이며, 그 중 IPC는 각 나라의 특허 출원 시 공통으로 기입하게 되어 있어 본 연구와 같이 다양한 국가의 특허 자료를 사용하거나 여러 국가를 아우르는 기술비교 분석에 매우 용이하다. IPC는 등록된 특허의 기술적 집합을 구성하고(Strumsky et al., 2012), 기술 영역의 중첩 없이 대부분의 기술 영역을 표현하기 때문에 기업 혹은 산업의 전반적인 기술적 특성을 분석하는데 유용할 뿐만 아니라(Choi et al., 2007; Joo and Kim, 2009), 필요 시에는 검색 범위를 분류 등급에 따라 조절할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 특허는 보통 하나 이상의 IPC 코드를 포함하고 있기 때문에 이러한 정보는 특허 간의 연관성과

관련성을 파악하고, 각 특허를 보유한 기업 혹은 국가의 경쟁력과 시장 포지셔닝(Market Positioning)을 분석하는 데 사용될 수 있다.

따라서 본 연구는 이러한 특허 자료의 한계점을 감안하여 한국과학기술정보연구원(Korea Institute of Science and Technology Information, KISTI)이 제공하는 특허정보DB NDSL(National Digital Science Library)을 통해 확보한 미국, 한국, 유럽, PCT(Patent Cooperation Treaty) 특허의 IPC 코드, 국가, 출원인(단체), 출원날짜 정보를 기본 분석 자료로 사용하였다. PCT 특허 출원 자료는 조약에 가입한 회원국가에서 동일하게 적용할 수 있는 보다 더 광범위한 특허 권리를 제공하기 때문에 상대적으로 중요도가 높다고 판단되는 기술 풀(Technology Pool)을 다루는데 적합하다고 판단하였다. 또한 특허를 통한 지적재산권의 주장에 초점을 둔 것이 아니라 시장 참여자의 기술적 경쟁력과 기술채택의 형태를 분석하는 것이 목적이므로 등록 특허가 아닌 출원 특허를 분석 대상으로 삼았다.

4. 연구 결과

본 연구에서 제안하고자 하는 표준 연구 방법론은 기술이 주는 가치와 그 관계가 제공하는 경제적 효과에 초점을 맞추고 있어 기술의 상호호환성과 간접적인 네트워크 효과가 강조되는 기술 시장에서의 표준을 연구하는데 적합하다. 이에 본 연구는 앞장에서 제안한 방법론의 실증 분석 대상으로 사물인터넷 기술 표준의 주요 쟁점 중 하나인 무선 팬 기술(Wireless Personal Area Network, WPAN)을 선정하였다.

4.1 선정 배경

사물인터넷은 모든 물리적 객체들이 연결되는 새로운 네트워크 패러다임으로서, 홈·가전, 의료, 자동차, 환경, 건설, 에너지 등으로 적용 범위가 넓고 잠재된 경제적 가치 또한 매우 큰 분야로 주목 받고 있다(Borgja, 2014; 문태희 외, 2014). 이에 많은 선진국들은 다양한 정책적 및 제도적 지원을 통해 사물인터넷 분야의 국가 경쟁력을 확보하기 위한 노력을 기울이고 있으며, 우리나라 역시 미래창조과학부를 중심으로 기술 개발과 산업 활성화에 박차를 가하고 있다.

사물인터넷의 핵심 기술들에는 RFID, EPC 기술, 지그비(Zigbee), 블루투스(Bluetooth), Wireless Sensor Network와 같은 통신 기술, cloud

computing, data mining, sementic web과 같은 데이터 처리 기술, 그리고 미들웨어/플랫폼 기술 등이 있다. 이는 크게 물리적 사물에서 소비자로 이어지는 센싱, 네트워크, 미들웨어, 어플리케이션 기술 계층으로 분류될 수 있으며(Atzori et al, 2010; Li and Yu, 2011; ITU-T, 2012), 앞서 언급한 핵심 기술들은 주로 네트워크와 미들웨어 계층에 집중되어 있는 것으로 나타났다. 특히, 모든 기기들의 연결을 가능하게 하는 기술의 상호호환성은 사물인터넷의 핵심 가치(Bandyopadhyay and Sen, 2011; Gubbi et al, 2013)이자 네트워크와 미들웨어 기술 계층에서 극복해야 할 구조적 한계로 주목 받아 왔으며, 이에 기술 표준은 이러한 구조적 한계를 극복하고 시장 선점과 산업 활성화를 달성하기 위한 전략적 요소로 평가된다.

실제로, 사물인터넷의 핵심 기술과 표준화 연구는 주로 네트워크와 미들웨어 계층의 기술들을 중심으로 진행되고 있다(Qiuping et al, 2011; Chen and Jin, 2012; Gubbi et al, 2013; Borgja, 2014). 사물인터넷의 네트워크 기술은 인간과 사물, 사물과 사물을 연결시킬 수 있는 모든 유무선 네트워크를 포함하며, 그 중 무선 팬(Wireless Personal Area Network)은 개별 장치의 고유한 네트워크를 무선으로 구현하기 위한 수단으로 단순히 통신 기능뿐만 아니라 소형 기기의 통신과 배터리 수명 향상을 위해 저전력과 저대역폭을 사용하는(IDG Deep Dive, 2014) 다수의 기기들과의 연결 서비스를 제공하기 때문에 기타 네트워크보다 이동성과 연결성의 측면에서 뛰어나다.

무선 팬의 대표적인 기술 규격으로는 블루투스(IEEE 802.15.1), UWB(IEEE 802.15.3), 지그비(IEEE 802.15.4) 등이 있다. 개발 초기에 세

기술들은 각각의 기술적 특성과 사용 목적에 따라 지향하는 분야가 달랐으나, 최근에는 각 기술들이 성능적인 측면에서 발전을 거듭하고 새로운 유사 통신 기술들이 등장하게 되면서, 여러 기술들이 시장 내에서 경쟁하는 모양새를 띄기 시작하였다. 따라서 본 연구에서는 무선 팬 기술의 표준 분석을 통해 이러한 기술 표준의 경쟁 구도를 파악하고 실증적인 분석 결과를 도출해내고자 한다.

4.2 분석을 위한 특허 자료 구성

먼저, 특정 국가 내에서 나타나는 경쟁 구도가 아닌 국제적인 차원에서의 경쟁 구도를 파악하기 위해 무선 팬 기술의 키워드로 만든 PCT 특허 자료를 사용해 기술 표준의 경쟁 구도를 분석하여 경쟁 관계에 있는 두 기술을 선정하였으며, 최종 분석에서는 선정된 기술들의 미국, 유럽, 한국, PCT 특허들로 종합한 최종 특허 풀을 이용하였다. 사용한 자료의 기간은 출원일 기준으로 1999년 8월 10일부터 2015년 5월6일까지였다. 무선 팬 기술군에 속한 블루투스, 지그비, Z-웨이브, UWB의 기술 키워드를 NDSL에서 검색한 다음 각각의 검색 결과들 중 관련성이 없거나 중복되는 기술들을 분류한 특허 자료를 구성하였다(표 2). NDSL의 경우 특허 제목 위주의 검색 결과를 도출하기 때문에, 기술 키워드는 검색 결과 내에서의 중복 우려가 없다는 점을 착안하여 구성하였다.

[표 2] 기술 검색 키워드

기술명	기술 키워드
블루투스	(Bluetooth) or (블루투스)
저전력 블루투스	(Bluetooth Low Energy) or (BLE) or (Bluetooth 4.0) or (저전력 블루투스) or (블루투스 4.0)
지그비	(zigbee) or (zig bee) or (지그비) or (직비)
Z-웨이브	(Z-wave) or (Z-웨이브) or (지웨이브) or (지-웨이브)
UWB	(UWB) or (Ultra Wire Band) or (초광대역통신) or (초광대역 통신)

최종적으로 확보된 특허 풀의 중복성 체크 및 클렌징 작업 후, 이를 토대로 각 기술들이 보유하고 있는 IPC 정보의 유무와 빈도수 정보로 기술 구조를 분석하였다. 특허 데이터가 제공하는 각 기술이 보유한 정규화된 개별 IPC 코드 수 정보는 각 기술 간의 거리를 나타내는 기술 유사도 정보를 제공하기 때문에 이는 비교대상인 두 사물인터넷 관련 네트워크 기술이 포함하고 있는 정규화된 개별 IPC 코드 수를 벡터로 하는 제곱 유클리디안 거리(squared Euclidean Distance)로 계산 가능하다(Jeong and Kwon, 2013). 그 결과, IEEE 802.15 WG에서 지원하는 기술들인 UWB-지그비, 지그비-저전력 블루투스(Bluetooth Low Energy, BLE)가 가장 기술적으로 유사한 것으로 나타났으며(표 3), 이는 특히 저전력 블루투스와 지그비가 경쟁 관계 혹은 유사 관계에 있다는 기존의 문헌과 시장 정보를 보여준다(Ekstrom et al, 2012; Chunhong, 2014). 따라서 본 연구에서는 저전력 블루투스와 지그비 기술을

대립 관계에 있는 대표 기술로 선정하고, 이에 대한 기술 풀을 구성하였다.

[표 3] 사물인터넷 주요 네트워크 기술 간 거리

	지그비	Z-웨이브	UWB
Z-웨이브	0.374		
UWB	0.217	0.400	
저전력 블루투스	0.314	0.493	0.394

분석에 사용되는 각 기술별 특허 통계는 표 4에 명시하였으며, 최종적으로 총 7,729개의 특허 정보를 사용하였다.

[표 4] 분석 데이터

	PCT	미국특허	유럽특허	국내특허	합계
블루투스	1,248	3,280	811	1,363	6,702
저전력 블루투스	41	88	24	12	165
지그비	100	194	36	532	862
합계	1,389	3,562	871	1,907	7,729

4.3 네트워크 분석

저전력 블루투스는 지그비와 서로 중복되는 기술 특성을 공유하고 있으나 이는 블루투스로부터 파생되어 나온 기술이기 때문에, 잠재적으로 블루투스의 기술적 배경과 적용 분야를 보유하고 있다고 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는

무선 팬 기술의 대표 표준을 잠재적인 경쟁 관계를 반영한 블루투스-지그비의 관계와 유사 경쟁 관계에 있는 저전력 블루투스-지그비의 관계로 구분하여 분석을 수행한다.

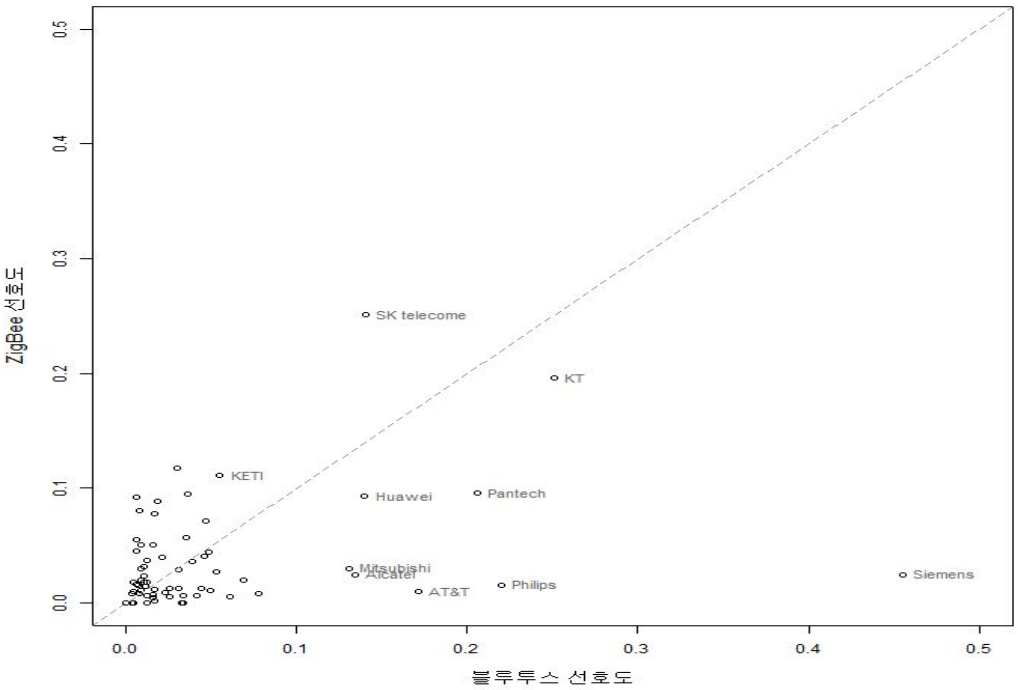
[표 5] 무선 팬 기술의 네트워크 분석 결과

기술	네트워크 크기	네트워크 밀도
블루투스	511	0.011178
저전력 블루투스	72	0.048318
지그비	188	0.01738

분석 결과, 각각의 경우는 서로 다른 기술 차별화 정도와 기술 선호도 양상을 보였으며, 개별 기업의 기술별 기술 선호도는 각각의 절대적인 선호도 값을 축으로 하는 그래프로 표시하였다. 먼저, 각 기술의 매력도는 기술별 네트워크 크기와 밀도로 구성되며(표 5), 각각의 경우는 기술 경쟁력(d)과 기술 선호도(θ)에 따라 다른 경쟁 양상을 보였다. 먼저 표 6과 표 7에서는 각각의 경우에서 나타난 기업들의 기술별 경쟁력과 절대적 선호도 정보와 이 정보들을 통해 도출한 두 기술 간의 상대적인 기술 선호도를 기술하였으며, 이는 이후에 다루게 될 게임이론 분석의 보상체계 변수로 사용된다. 그림 4와 그림 5에서는 기술 경쟁 구도를 파악하기 위해 개별 기업의 기술별 기술 선호도를 각각의 절대적인 선호도 값을 축으로 하는 그래프로 표시하였다.

[표 6] 블루투스 대비 지그비의 기술 경쟁력 및 기술 선호도

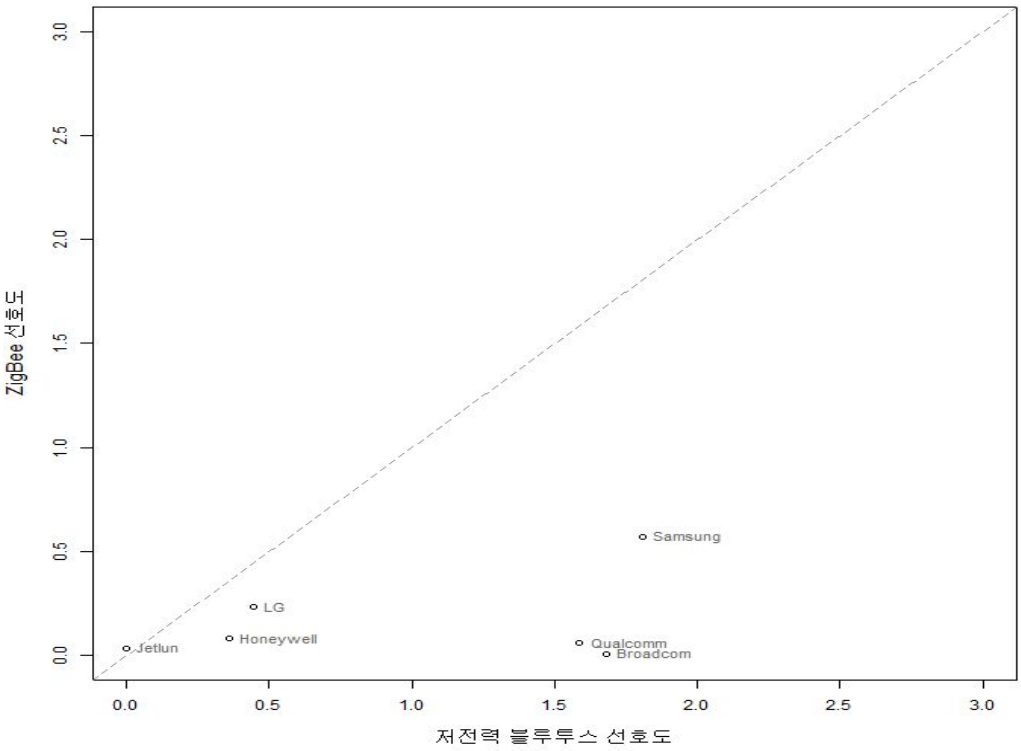
기업	BT 기술경쟁력	블루투스 기술선호도	지그비 기술경쟁력	지그비 기술선호도	지그비-블루투스 선호도
SK Telecom	0.114	0.141	0.345	0.251	0.359
KT	0.204	0.251	0.269	0.196	0.561
Siemens	0.369	0.455	0.034	0.025	0.949
Philips	0.179	0.220	0.021	0.016	0.934
Huawei	0.114	0.140	0.128	0.093	0.601



[그림 4] 블루투스 대비 지그비 선호도

[표 7] 저전력 블루투스 대비 지그비의 기술 경쟁력 및 기술 선호도

기업	저전력 블루투스 기술경쟁력	저전력 블루투스 기술선호도	지그비 기술경쟁력	지그비 기술선호도	지그비-저전력블루투스 선호도
Broadcom	1.472	1.680	0.009	0.006	0.996
Honeywell	0.314	0.358	0.111	0.081	0.816
LG	0.388	0.443	0.317	0.230	0.658
Qualcomm	1.391	1.587	0.078	0.057	0.965
Samsung	1.585	1.808	0.784	0.570	0.760



[그림 5] 저전력 블루투스 대비 지그비의 기술 경쟁력 및 기술 선호도

기술 차별화 정도를 계산한 결과, 블루투스-지그비 경우에는 0.954, 저전력 블루투스-지그비 경우에는 0.964의 차별화 정도를 갖는 것으로 나타났다. 이 경우, 블루투스-지그비와 저전력 블루투스-지그비 간의 간 차이가 크지는 않았으나, 각각의 기술의 차별화 정도가 매우 높은 것으로 나타났다.

4.4 게임 이론 분석

본 단계에서는 앞서 도출한 기업의 기술 선호도와 기술 차별화 정도로 기술 표준의 보상 함수와 이에 따른 각 블루투스-지그비, 저전력 블루투스-지그비의 균형을 구하고, 기업의 기술 선호도가 일치하는 경우와 불일치하는 두 경우의 결과를 비교하여 기술 균형에 대한 함의를 도출한다.

먼저 블루투스-지그비의 관계를 분석한 결과, 각 진영별로 클러스터가 형성됨을 확인할 수 있었으며, 이에 각각의 선호도를 기반으로 두 집단과 대표성을 갖는 기업을 선택하였다. 먼저, 블루투스 진영은 블루투스 대비 지그비 선호도가 0.5 이하인 KT, Huawei, Pantech, Mitshubish, Alcatel 등과 같은 기업들로 구성되었으며, 반대로 지그비 진영은 위 선호도가 0.5 이상인 SK Telecom, Kyocera, Honeywell International 등의 기업들로 구성되었다. 각 진영에서 선호도가 가장 작은 기업과 가장 높은 기업의 값으로 최소 선호도와 최대 선호도에 따른 게임의 보상체계로 게임의 균형을 도출한 결과, 두 경우 모두 블루투스와 지그비에 대한 개별 선호에서 균형이 형성되며, 블루투스에서 지그비로 가는 이동하는 보상의 유인이 지그비에서 블루투스로 가는 유인

보다 상대적으로 작음을 확인할 수 있었다(표 8).

[표 8] 블루투스-지그비 보상체계

각 진영의 최소 선호도 비교(θ=0.4386, 0.6411, d=0.954)		
	블루투스	지그비
블루투스	1.561, 0.483	0.704, 0.747
지그비	0.535, 0.299	0.531, 1.727
각 진영의 최대 선호도 비교(θ=0.0090, 0.9157, d=0.954)		
	블루투스	지그비
블루투스	3.803, -1.385	1.973, 0.886
지그비	-0.062, 0.160	-1.711, 3.646

저전력 블루투스-지그비의 관계의 경우, 앞서 언급한대로 저전력 블루투스가 지그비에 비해 상대적으로 우월하게 나타났다. 따라서, 본 게임에서는 저전력 블루투스 진영과 지그비 진영을 클러스터링 하지 않고 전체 시장의 주요 사업자인 삼성전자와 LG전자의 개별 선호도를 반영한 보상 체계를 구성하였으며(표 9), 분석 결과, 저전력 블루투스에서 균형이 형성됨을 확인할 수 있었다.

[표 9] 저전력 블루투스-지그비 보상체계

(θ=0.2398, 0.3424, d=0.964)		
	저전력 블루투스	지그비
저전력 블루투스	<u>1.773, 1.214</u>	1.292, −0.048
지그비	−0.154, 1.086	0.299, 0.907

5. 결론

5.1 결론

과거 기술 표준은 품질에 대한 정보의 비대칭성으로 인해 발생되는 시장 내 저품질 문제를 해결하기 위한 수단으로 사용되었으나, 기술의 네트워크 효과가 점점 중요시됨에 따라 기술 표준은 서로 다른 기술의 상호호환성을 보장하면서 시장을 선점하기 위한 주요한 전략적 요인으로 자리매김하였다. 그러나 기술 표준에 있어 기술 고유의 상호호환성과 그 기술적 가치가 중요함에도 불구하고 기존의 연구 방법에서는 기술적인 측면보다는 시장적인 측면을 더 많이 고려하고 있다는 점에서 한계가 존재하였다.

이에 본 연구는 기술 네트워크 분석을 게임 이론 모형에 반영한 기술 가치 중심적인 표준 연구 방법론을 제안하였다. 본 연구에서는 기본 모형으로 정보통신 산업과 같은 기술 시장을 가정한 Belleflamme의 2단계 균형 모형을 선정하였으며, 그 중 개별 기업의 기술 선호도(θ)와 기술 차별도(d)에 기술 네트워크 분석 결과를 반영하여 보다 기술 가치 중심적인 실증 분석 프레임워크를 수립하였다. 개별 기업의 기술 선호도는 기업이 보유한 기술의 경쟁력과 기술의 매력도를 합산한 함수, 기술 차별화 정도는 IPC로 분류된 기술 레이어의 정보로 구성하였다.

실증 연구로서 사물인터넷의 무선 팬 기술에 대한 분석을 실시한 결과, 기

술적 유클리디안 거리가 가깝게 나온 블루투스와 지그비가 서로 유사 관계에 있음을 알 수 있었으며, 이에 본 연구에서는 기술 표준 경쟁과 관련된 기술 범위를 달리하여 잠재 경쟁 관계에 있는 블루투스-지그비와 유사 경쟁 관계에 있는 저전력 블루투스-지그비의 두 가지 사례를 구분하여 분석하였다. 분석 결과, 블루투스-지그비에서는 각 기술별 기업 클러스터의 선호도 차이에 의해 두 기술이 공존하는 표준이 형성되었으며, 하나의 표준으로 합치는 유인에 있어서는 블루투스로 이동하는 유인이 더 작음을 확인할 수 있었다. 저전력 블루투스-지그비에서는 저전력 블루투스가 상대적으로 우월하게 나타나 해당 기술에서 균형이 형성됨을 알 수 있었다.

본 연구에서 제안하는 방법론은 기존의 기술 표준 연구 방법론 대비 다음과 같은 장단점을 갖는다(표 10). 먼저, 자료적인 측면에서 특허를 사용하기 때문에 자료를 수집하고 가공하는데 있어 유리하다. 기존의 연구에서는 기업을 상대로 설문 조사를 실시하거나 표준화 기관에서 제공하는 자료를 사용하였는데, 전자의 경우엔 질문 회수율이 높지 않아 자료 확보에 어려움이 있고 후자의 경우엔 기관에 속하지 않은 기업이나 국가에 대한 분석을 수행할 수 없다는 단점이 있다. 본 연구는 특허 자료를 위주로 사용하고 있기 때문에 특허권이 약한 산업에 적용하기엔 어려움이 있지만, 특정 표준화 기구나 기업의 조건에 상관 없이 일관적인 정보를 사용할 수 있다는 장점이 있다.

또한, 방법론적인 측면에서 기술적인 요소 분석이 가능하다는 이점이 있다. 이전 연구에서는 주로 경제학적인 효과를 분석하기 위해 비용 최소화 문제나 패널 회귀 분석, 이중차분법과 같은 계량경제학 방법론을 주로 사용하였다.

이 경우, 연구자가 보이고자 하는 기술 표준의 특징으로 나타나는 여러 효과를 보일 수 있으나 기술적인 요소에 대한 분석을 담아내기에는 한계가 발생한다. 본 연구는 기존의 방법론처럼 다양한 효과들을 분석하지는 않았지만, 특허 자료를 이용해 기술 요소들의 네트워크를 구성하고 이를 통해 도출한 실질적인 기술 요소 분석 결과를 게임 이론에 접목시켰기 때문에 보다 기술 표준의 상호호환성이 주가 되는 분석이 가능하다는 장점이 있다.

[표 10] 타 연구와 장단점 비교

	Weitzel (2004)	Leiponen (2008)	Simcoe (2012)	김경외
자료	설문조사	3GPP 자료, 특허 수, 기업 자료	IETF 자료	특허 정보
분석	비용 최소화와 게임 이론	패널 회귀 분석	이중차분법 (Difference in Difference Estimator)	네트워크 분석과 게임 이론
장점	생산 비용이나 표준 수립으로 창출되는 이익과 같은 실질적인	다양한 정보를 활용한 시사점 도출 가능	기술 표준 생성 과정에서 발생하는 순수 효과 분석 가능	자료 수집이 용이하고 기술 중심적인 분석 결과 도출 가능

	결과 도출 가능			
단점	설문 조사의 낮은 회수율로 데이터 확보가 어려움	분석 대상에 대한 자료의 일관성이 결여되어 내생성 문제 발생	IETF 자료만을 사용하기 때문에 일반화에 한계 발생	특허권이 약한 산업에 적용 어려움

5.2 시사점

본 연구는 다음과 같이 크게 세 가지 시사점을 제시한다. 첫 번째로, 본 연구는 특허 데이터를 이용하여 기술 표준의 실증적인 경쟁 구도 분석 방법론을 제안한다. 표준 분석을 수행하는데 있어 각 기술 간의 경쟁 관계 혹은 협력 관계를 파악하는 것은 매우 중요하다. 이에 기술 네트워크 분석은 동일 영역에 있는 표준화 대상 기술과 관련 기술들 간의 관계를 통해 기술 표준 내 경쟁 구도에 대한 정보를 제공할 수 있다. 기술 표준과 관련된 여러 논의들을 보게 되면, 다수의 기술 표준이 경쟁하거나 초기의 시장이 제대로 형성되지 않아 주요 기술들이 무엇인지 파악하기 어려운 경우가 종종 발생한다. 본 방법론은 기술적 유사도와 경쟁 구도에 대한 실증적인 분석을 수행하기 때문에 기술 표준의 경쟁 구도가 명확하지 않거나 잠재적으로 경쟁하고 있는 표준화 현황에 파악이 가능하다.

두 번째로, 본 연구는 기술의 특성과 기술 간 구조를 반영한 새로운 연구

방법론을 제안한다. 기술 표준의 상호호환성이 그 어느 때보다 강조되는 현 시점에서 기술이 주는 네트워크적 가치는 기술 표준을 평가하는 핵심적인 요소임에도 불구하고, 기존의 연구에서는 이러한 측면을 고려한 기술 표준 연구가 부족하였다. 네트워크 기술 시장을 모델링한 Belleflamme의 두 단계 게임 모형으로 홈 네트워킹 미들웨어 산업의 표준화 정책을 분석했던 박재범(2004)은 개별 기업의 기술 선호도를 기업의 시장 점유율 정보나 특허 보유량으로, 기술 차별화 정도는 각 기술이 제공 혹은 구현 가능한 서비스의 수로 측정하였다. 이처럼 단순히 특허나 서비스의 수로만 측정할 경우, 분석의 초점이 기술 시장의 크기나 시장 내 특허화 정도와 같은 표면적인 요소들에 초점을 맞추기 때문에 기술 표준의 핵심 기술을 파악하기가 힘들고, 실질적인 상호호환성을 왜곡할 수 있다는 문제가 발생한다. 본 연구는 특허 정보로 네트워크 분석을 수행하여 기술이 보유하고 있는 기술적인 특성과 그 상호호환성을 고려한 기술 선호도 및 기술 차별화 정도를 도출하였기 때문에 보다 기술 가치 중심적인 분석이 가능하다. 즉, 단순히 기술의 크기나 서비스의 종류가 아닌 기술적 요소들로 이루어진 네트워크의 가치 구조를 분석함으로써 보다 기술적인 요소가 고려된 분석 결과를 제공할 수 있는 것이다. 이러한 접근 방식은 전 산업에 걸쳐 존재하는 개별 기술들의 여러 구성 요소들을 활용해 분석하기 때문에 기술 표준이 개별 산업에 국한되지 않고 사물인터넷과 같이 여러 산업에 걸쳐 나타날 경우에도 적용 가능하다는 점에서 그 방법론적인 가치가 있다.

마지막으로, 본 방법론을 통해 도출해낸 기술 표준 분석 결과는 표준화 격차나 기술 표준의 불균형 상태와 같은 문제가 발생할 경우, 각 변수들의 조절

을 통해 이를 해결하기 위해 반영되어야 할 실증적인 정책적 시사점과 그에 대한 근거를 제공할 수 있다. 무선 팬 기술 표준 분석에서 보았듯이, 본 방법론 하에서 개별 기업의 기술 선호도와 기술 차별화 정도, 그리고 잠재 시장과 현 시장의 크기는 기술 표준의 균형에 영향을 미치는 주요한 요인으로 나타났다. 이러한 분석의 결과로 나온 기술 선호도와 기술 차별화 정도 값은 최적의 균형을 도출하는 주요 조절 값으로 활용될 수 있다. 예를 들어, 시장의 균형이 복수 표준에서 생성되고 그 이윤의 크기가 단일 표준일 때보다 작다면 후자인 단일 표준으로 균형을 유도하는 것이 더 낫다. 이러한 경우, 개별 기업의 기술 선호도와 차별화 정도 값을 조절하여 단일 표준에서 균형을 형성할 수 있는 조건을 구하고 기존의 상태에서 이를 달성하기 위한 여러 대안을 도출함으로써 실증적인 정책 시사점 도출이 가능하다.

5.3 한계점

본 연구에서 제안하고 있는 방법론은 특허 정보를 사용하고 있기 때문에 다양한 기술적인 분석이 가능하나 또 이와 동시에 특허를 활용한 지적재산권이 활성화되어 있는 산업의 표준 분석에 적합하다는 한계점이 있다. 또한, 본 연구에서는 새로운 기술 표준 시장을 분석하였기 때문에, 다양한 표준화 사례 분석을 통해 본 방법론 자체가 갖는 실효성이나 그 효과에 대한 추가적인 검증이 필요하다. 과거 경쟁 사례 분석을 수행할 경우 표준 이론에 대한 논의와 함께 방법론 자체의 실효성과 활용성을 보일 수 있으며, 이러한 연구 결과는

많은 이론 혹은 실증 연구에 사용될 수 있다.

특허가 중요 요소로 작용하는 표준 경쟁의 대표 사례로는 크게 미디어와 통신이 있다. 먼저, 대표적인 미디어 표준 경쟁 사례에는 2000년대 중반에 소니를 주축으로 하는 블루레이와 도시바를 주축으로 하는 HD-DVD간의 표준 경쟁이 있다. 이 경우, 실제로 두 진영이 기술 표준을 선점하기 위해 자신의 세력을 키우고 기술 적용 분야를 넓히는 식의 경쟁 양상을 보였기 때문에 기술 표준의 직접적인 양상을 확인하고 검증하는데 있어 적합하다. 통신 표준의 경우, 많은 기술 표준 경쟁 사례가 있었으나, 앞서 언급한 IMT-2000 서비스 내 동기식(CDMA 2000)표준과 비동기식(W-CDMA)표준간의 경쟁이 좋은 사례로 볼 수 있다. 이 사례는 국가 기술 표준 정책의 중요성을 보여 주는 사례이기 때문에, 본 방법론이 말하고자 하는 정책적 시사점의 효과를 설명하는데 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

김대기·이필우·김재성 (2014), “특허정보를 활용한 에너지 하베스팅 기술의 기술경쟁력분석: 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국을 중심으로,”「기술혁신연구」 제17권, 제1호, pp. 25-44.

김원준·조용래·김남일 (2012), “모바일산업에서의 특허기반 기술지식 네트워크 패턴과 산업혁신 전략,” 한국지식재산연구원.

문태희·김태훈·안현철 (2014), “사물인터넷의 사업화 영역에 대한 우선순위 선정에 관한 연구,” 「디지털융복합연구」, 제14권, 제11호, pp. 183-195.

박상인 (2007), 표준화 정책, 행정노총. 제47권, 제1호.

박재범 (2004), “게임이론을 통한 최적 기술 표준화 정책에 관한 연구: 홈네트워킹 미들웨어 산업을 중심으로,” 서울대학교 석사학위 논문

성지은 (2004), “우리나라 기술표준정책의 진화 과정에 대한 분석: 이동통신 기술표준화 과정을 중심으로,” 「한국사회와 행정연구」, 제15권, 제3호, pp. 181-205.

윤병운·이욱·박용태 (2005), “특허 인용 자료를 활용한 동북아 국가의 산업간 기술지식 흐름 및 구조 분석: 한국, 일본, 대만을 중심으로,” 「기술혁신연구」, 제13권, 제3호, pp. 197-224.

조성도·이천무·현명환 (2013), “생명공학분야 특허정보를 활용한 한중일 기술경쟁력 및 기술-산업연계구조 분석,” 「기술혁신연구」, 제21권, 제1호, pp.

141-163.

하영선·김상배 (2006), “네트워크 지식국가: 21세기 세계정치의 변환,” 을유문화사.

IDG Deep Dive(2014), “사물인터넷 현황과 의미 분석, 그리고 기업에게 주어진 과제.”

Akerlof, G. A. (1970), “The market for ‘lemons’: quality uncertainty and the market mechanism,” *Quarterly Journal of Economics*, Vol.84, No.3, pp.488-500.

Alstyne, M. V. (1997), “The State of organization: a survey in three frameworks,” *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, Vol.7, No.2&3, pp.83-151.

Amatulli, C., Caputo, T., Guido, G. (2011), “Strategic analysis through the general electric/mckinsey matrix: An application to the Italian fashion industry,” *International Journal of Business and Management*, Vol.6, No.5.

Arthur, W. B. (1989), “Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events,” *The Economic Journal*, Vol.99, pp.116-131.

Atzori, L., Iera, A., Morabio, G. (2010), “The internet of things: a survey,” *Computer Networks*, Vol.54, pp.2787-2805.

Bandyopadhyay, D. and Sen, J. (2011), “Internet of Things: Applications

and Challenges in Technology and Standardization," *Wireless Personal Communication*, Vol.58, pp.49-69.

Barnett, G. A., Danowski, J. A., Richards, W. D. (1993), "Communication networks and network analysis: a current assessment," Progress in communication science, Vol.12, Ablex, Norwood, NJ, pp.1–19.

Belleflamme, P. (1998), "Adoption of network technologies in oligopolies," *International Journal of Industrial Organization*, Vol.16, pp.415-444.

Besen, S. M. and Johnson, L. L. (1986), Compatibility Standards, Competition, and Innovation in the Broadcasting Industry, Santa Monica, Calif.: Rand Corporation.

Bloch, F. (1995), "Endogenous structures of association in oligopolies," *RAND Journal of Economics*, Vol.26, pp.537-556.

Braunstein, Y. M. and White, L. J. (1995), "Setting technical compatibility standards: An economic analysis," *Antitrust Bulletin*, Vol.30, pp.337-355.

Bresnahan T. F. and Greenstein, S. (1996), "Technical progress and co-invention in computing and in the uses of computers," Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics, pp. 1-77.

Borgja, E. (2014), "The internet of things vision: Key features, applications and open issues," *Computer Communications*, Vol.54, pp.1-31.

Chen, X. Y. and Jin, Z. (2012), "Research on Key Technology and Application for Internet of Things," *Physics Procedia*, Vol.33, pp.561-566.

Choi, C., Kim, S., Park, Y. (2007), "A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact: The case of information and communication technology," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.74, No.8, pp.1296–1314.

Chunhong, G., Yu Z., Qingwei, Y., Xiadong, W. (2014), "Zigbee and bluetooth protocol converter on multi-sinks wireless sensor network," *Journal of Networks impact Factor and Information*, Vol.9, No.7, pp.1854-1860.

David, P. (1985), "CLIO and the Economics of QWERTY," *American Economic Review*, Vol.75, pp.332-337.

David, P. A. and Greenstein, S. (1990), "The economics of compatibility standards: an introduction to recent research," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.1, pp.3-41.

Ekstrom, M. C., Bergblomma, M., Linden M., Bjorkman, M., (2012), Comparison study on zigbee and bluetooth with regards to power consumption, packet-error-rate and distance, Malardalen University, School of Innovation, Design and Engineering.

Farrell, J. and Saloner, G. (1985), "Standardization, compatibility, and

innovation," *RAND Journal of Economics*, Vol.16, pp.70-83.

Farrell, J. and Saloner, G. (1986), "Installed base and compatibility: Innovation, product preannouncements, and predation," *American Economic Review*, Vol.76, pp.940-955.

Feess, E. (2000), mikroökonomie – Eine spieltheoretisch- und anwendungsorientierte Einführung, 2. Auflage, Marburg 2000.

Gandal, N. (1994), "Hedonic price indexes for spreadsheets and empirical test for network-externalities," *RAND Journal of Economics*, Vol.25, Issue 1, pp.160-170.

Gandal, N. (2002), "Compatibility, standardization, & network effects: Some policy implications," *Oxford Review of Economic Policy*, Vol.18, No.1, pp.80-91.

Gibson, C. S. (2007), "Globalization and technology standards game: balancing concerns of protectionism and intellectual property in international standards," *Berkeley Technology Law Journal*, Vol.22, pp.1404-1484.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M. (2013), "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, Vol.29, No.7, pp.1645-1660.

Hartmann, R. S. and Teece, D. J. (1990), "Product emulation strategies in the presence of reputation effects and network externalities: Some

evidence from minicomputer industry," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.1, Issue 1-2, pp.157-182.

Hemphill, T. A. (2005), "Technology standards development, patent ambush, and US antitrust policy," *Technology in Society*, Vol.27, pp.55-67.

Hemphill, T. A. (2009), "Technology standards-setting in the US wireless telecommunications industry: A study of three generations of digital standards development," *Telematics and Information*, Vol.26, pp.103-124.

ITU-T. (2012), Overview of the Internet of Things, Recommendation Y.2060

Jain, S. (2012), "Pragmatic agency in technology standards setting: the case of Ethernet," *Research Policy*, Vol.41, pp.1643-1654.

Jeong, D. and Kwon, Y. (2013), "Similarity measurement among technologies using euclidean distance," *International Journal of Computer Science and Electronics Engineering*, Vol.1, Issue 1, pp.30-33.

Joo, S. and Kim, Y. (2009), "Measuring relatedness between technological fields," *Scientometrics*, Vol.83, No.2, pp.435–454.

Jost, L. (2006), "Entropy and diversity," *OIKOS*, Vol.113, Issue 2, pp.363-375.

Kang, B. and Motohashi, K. (2014), “The role of essential patents as knowledge input for future R&D,” *World Patent Information*, Vol.38, pp.33-41.

Katz, M. and Shapiro, C. (1986), “Technology adoption in the presence of network externalities,” *Journal of Political Economy*, Vol.95, No.4, pp.822-841.

Katz, M. and Shapiro, C. (1994), “System competition and network effects,” *Journal of Economic Perspectives*, Vol.8, No.2, pp.93-115.

Kim, K. O., Lee, J. J., Jung, H. J., Hong, S. H., Hwang, J. S., Jung, S. D. (2014), Pearl theory, The 4th international symposia Green Smart Development & Vision 2014, Seoul, Korea.

Lepionen, A. (2008), “Competing through cooperation: standard setting in wireless telecommunications,” *Management Science*, Vol.54, pp.1904-1919.

Li, B. and Yu, J. (2011), “Research and application on the smart home based component technologies and Internet of Things,” *Procedia Engineering*, Vol.15, pp.2087-2092.

Lundvall, B. and Boras, S. (2005), Science, technology and innovation policy, *The Oxford Handbook of Innovation*, pp.599-631, Oxford University Press.

Monge, P. R. and Contractor, N. S. (2003), Theories of communication

networks, Oxford University Press, New York.

Ohashi, H. (2003), "The role of network effects in the U.S. VCR market, 1978-86," *Journal of Economics & Management Strategy*, Vol.12, No.4, pp.447-494.

Popper, S. W. and Wagner, C. S. (2002), New foundations for growth: The US innovation system today and tomorrow, RAND Science and Technology Policy Institute (MR-1338.OSTP), Washington, DC.

Rogers, E. M. and Kincaid, D. L. (1981), "Communication networks: toward a new paradigm for research," *American Journal of Sociology*, Vol.89, No.4, pp.986-988.

Rosenberg, N. (1976), Perspectives on Technology, Cambridge University Press, NY.

Rosenberg, N. (1982), Inside the Black Box: Technology and Economics, Cambridge University Press, Cambridge.

Scott, J. (2003), Social Network Analysis, 2nd edition, Sage Publications, London.

Shankar, V. and Bayus, B. L. (2003), "Network effects and competition: An empirical analysis of the video game industry," *Strategic Management Journal*, Vol.24, pp.375-394.

Shin, D. H., Kim, H., Hwang, J. (2015), "Standardization revisited: A critical literature review on standards and innovation," *Computer*

Standards & Interfaces, Vol.38, pp.152-157.

Simcoe, T. (2012), "Standard setting committees: consensus governance for shared technology platform," *American Economic Review*, Vol.102, No.1, pp.305-336.

Stango, V. (2004), "The economics of standards wars," *Review of Network Economics*, Vol.3, Issue 3.

Strumsky, D., Lobo, J., Leeuw, S. V. (2012), "Using patent technology codes to study technological change," *Economics of Innovation and New Technology*, Vol.21, Issue 3, pp.267-286.

Tassey, G. (2000), "Standardization in technology-based markets," *Research Policy*, Vol.29, Issue 4-5, pp.587–602.

Qiuping, W., Shunbing, Z., Chunguan, D. (2011), "Study on Key Technologies of Internet of Things Perceiving Mine," *Procedia Engineering*, Vol.26, pp.2326-333.

Weitzel, T. (2004), Economics of standards in information networks, Physica-Verlag.

Wasserman, S. and Faust, K. (1994), Social network analysis: methods and applications, Cambridge University Press, New York, 1994.

Westrap, F. V., Weitzel, T., Buxmann, P., Konig, W. (2000), The Standardization Problem in Networks, Research Program 403, Competitive Advantage by Networking, Economics of Standards.

부록: 분석 결과

무선 팬 기술의 네트워크 분석 결과

기술	네트워크 사이즈	네트워크 밀도	엔트로피	정규화된 엔트로피
Bluetooth	511	0.011178	2.25059	0.969833
Bluetooth LE	72	0.048318	2.014383	0.971571
ZigBee	188	0.01738	1.848122	0.97397

저전력 블루투스 기술 네트워크 분석 결과

	연결중심도	매개중심도	근접중심도
H04J-003	0.34	0.00	0.10
H04L-001	0.34	0.00	0.10
G01R-031	0.17	0.00	0.10
G06F-011	0.17	0.00	0.10
G08C-015	0.17	0.00	0.10
H04W-064	0.14	0.00	0.10
G06Q-010	0.27	0.00	0.09
H04L-012	0.59	0.01	0.10
H01Q-003	0.10	0.00	0.10
G06F-015	0.10	0.00	0.10
G01S-001	0.30	0.01	0.10
H04W-004	0.89	0.20	0.10
H04B-007	0.58	0.24	0.10
H04J-001	0.21	0.01	0.10
H04W-052	0.48	0.09	0.10
H04W-076	0.46	0.12	0.10

H04W-084	0.56	0.10	0.10
G01S-005	0.14	0.00	0.10
H04W-088	0.24	0.03	0.10

블루투스 기술 네트워크 분석 결과

	연결중심도	매개중심도	근접중심도
H04B-007	2.61	0.26	0.02
H04L-012	3.13	0.12	0.02
H04B-001	1.86	0.12	0.02
H04M-001	2.04	0.10	0.02
H04W-004	1.35	0.06	0.02
A61B-005	1.31	0.05	0.02
H04W-084	1.10	0.03	0.02
H04L-029	1.44	0.02	0.02
G06F-003	0.69	0.03	0.02
H04B-005	0.54	0.03	0.02
H04W-088	0.93	0.02	0.02
G06F-001	0.40	0.02	0.02
G06F-015	0.45	0.02	0.02
H04Q-007	0.86	0.01	0.02
G06F-017	0.23	0.02	0.02
H04R-001	0.38	0.04	0.02
G06Q-050	0.17	0.03	0.02
H04L-009	0.31	0.01	0.02
H04N-005	0.28	0.01	0.02

지그비 기술 네트워크 분석 결과

	연결중심도	매개중심도	근접중심도
H04L-012	2.76	0.20	0.03
H04W-084	0.92	0.15	0.03
H04B-007	0.81	0.09	0.03
H04Q-009	0.34	0.11	0.03
G08C-017	0.39	0.08	0.03
H04W-004	0.37	0.05	0.03
H05B-037	0.29	0.08	0.03
H04B-001	0.40	0.03	0.03
G08B-025	0.42	0.02	0.03
G06Q-050	0.15	0.07	0.03
H04L-029	0.59	0.01	0.03
G06K-017	0.16	0.02	0.03
H04L-009	0.30	0.01	0.03
H04W-088	0.35	0.01	0.03
G08C-019	0.20	0.02	0.03
G01S-005	0.14	0.03	0.03
G08B-021	0.19	0.02	0.03
G05B-019	0.12	0.02	0.03
H04W-012	0.21	0.00	0.03

저전력 블루투스 기업 네트워크 분석 결과

기업	특허 수	기술 점유율
Broadcom Corp.	24	14.63%
NOKIA Corp.	20	12.20%
Samsung Electronics Co., Ltd.	20	12.20%
Apple Inc.	11	6.71%
NA	11	6.71%
QUALCOMM INC	9	5.49%
Texas Instruments Inc.	6	3.66%
Bluegiga Technologies Oy	4	2.44%
HTC CORP	4	2.44%
STARKEY LAB INC	4	2.44%
BOSE CORP	2	1.22%
eBay Inc.	2	1.22%
GM Global Technology Operations LLC	2	1.22%
Hillyard,	2	1.22%
LG ELECTRONICS	2	1.22%
MEDIATEK INC	2	1.22%
NXP B.V.	2	1.22%
ONBEOND LLC	2	1.22%
Terahop Networks, Inc.	2	1.22%
AZOGUI, TAL	1	0.61%

기업	특허 수	기술 점유율
Samsung Electronics Co., Ltd.	423	6.36%
NOKIA Corp.	245	3.68%
Broadcom Corp.	232	3.49%
LG ELECTRONICS	230	3.46%
QUALCOMM INC	172	2.59%
SONY	164	2.47%
PHILLIPS	127	1.91%
ERICSSON	96	1.44%
ZTECORP	76	1.14%
Apple Inc.	71	1.07%
Microsoft Corporation	69	1.04%
Hyundai Motor Company	66	0.99%
MOTONETCOLTD	56	0.84%
RESEARCH IN MOTION LTD	54	0.81%
Texas Instruments Inc.	54	0.81%
SIEMENS	49	0.74%
INTEL CORP	46	0.69%
PANTECH CO.,LTD.	44	0.66%
Toshiba	43	0.65%
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP	40	0.60%

블루투스 기업 네트워크 분석 결과

지그비 기업 네트워크 분석 결과

기업	특허 수	기술 점유율
Electronics and Telecommunications Research Institute	48	5.57%
Samsung Electronics Co., Ltd.	45	5.22%
SAMSUNG Electro- Mechanics, Co., LTD	42	4.87%
PHILLIPS	30	3.48%
LG INNOTECH	21	2.44%
SK TELECOM CO., LTD.	20	2.32%
LG ELECTRONICS	15	1.74%
KT Corporation	13	1.51%
AMX LLC	10	1.16%
Chung-Ang University Industry-Academy Cooperation Foundation	10	1.16%
Chungbuk National University Industry-Academic Cooperation Foundation	9	1.04%
HUAWEI	9	1.04%
KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION	7	0.81%
Seoul National University Research and Business Foundation	7	0.81%
Industry-Academy Cooperation Corps of Sunchon National University	6	0.70%
University-IndustryCooperationGroupofKyungHee University	6	0.70%

AT&T	5	0.58%
Atmel Corporation	5	0.58%
Busan National University Research and Business Foundation	5	0.58%
DAEWOO Electronics	5	0.58%

Abstract

Technology standard continues to exist as a social agreement throughout all industry. With development of Information and Communication, it is recently considered as a strategic factor for enhancing interoperability and increasing market dominance. Hence, technology standard research (standardization research) has significance in analyzing the process of standard adoption and its economic effect and deriving theoretical and political implications. However, as existing researches are lack in consideration on indigenous value of technology and its interoperability, there exists limitation in drawing the result of technology centered analysis.

The goal of this study is to suggest new technology centered standard method by implying function of technology differentiation rate and firm's technology preference that are deduced by technology network analysis in to two stage game theory model. As an example of empirical case, we selected wireless pan technology of Internet of Things, and derived its technological structure and implications related to standard.

Keywords: Technology Standard Model, Standardization Research, Technology Network Analysis, Game Theory, Internet of Things

Student Number: 2014-20616