기술혁신학회지 제20권 1호
2017년 3월 pp.175~204

산업생태계의 기술혁신과 가치창출 구조 변화†

Technology Innovation and Changes on Structure of Value Creation in an Industrial Ecosystem

한은정(Eunjung Han) , 홍순구(Soon-Goo Hong)**

목 차

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 이론적 배경
Ⅲ. 실증분석
Ⅳ. 네트워크 분석 결과
Ⅴ. 결론 및 시사점

국 문 요 약

산업과 지역의 혁신성과를 높이기 위한 기존의 정책이나 전략들은 지속적인 혁신 활동을 이끌어내고 기술혁신을 확산시키는 데는 한계가 있었다. 이에 대한 대안으로 최근에 혁신생태계가 떠오르고 있다. 이는 혁신 과정에 관련된 주체들의 상호작용이 지속적으로 변화하면서 혁신이 확산된다고 설명한다. 그러나 이 분야의 관련 연구들은 대부분 이론적 프레임웍을 제시하는데 그치고 있으며, 생태계의 구조적 동태성을 실증한 연구는 거의 없다.

본 연구는 산업생태계의 기술혁신에 따른 구조적 동태성을 실증하기 위해 산업기술의 활용을 둘러싼 기업 협력 네트워크에 대해 종단적 네트워크 분석을 수행하였다. 실증분석을 위해 기업 간 상호작용을 네트워크 데이터로 작성하여 구조적 등위성 분석을 실시하였다. 분석 결과에 따르면, 기술혁신의 확산과 관련된 기업 간 상호작용의 변화는 크게 세 가지의 패턴으로 요약된다. 즉, 기술 활용 방식의 제도화, 규모의 경제에 의한 혁신 확산, 기술 개방에 의한 롱테일 가치창출의 산업 구조가 만들어지면서 기술혁신의 성공적 확산이 가능해진다고 할 수 있다. 본 연구는 기술의 상업적 확산을 위한 기술활용 네트워크의 구성 및 기술혁신 관리에 있어 전략적 시사점을 제시하며, 지역혁신을 위한 전략 수립 시 활용될 수 있을 것이다.

핵심어 : 혁신생태계, 기술사업화, Co-Creation, 사회네트워크분석, 구조적 등위성

※ 논문접수일: 2017.1.11, 1차수정일: 2017.2.23, 게재확정일: 2017.3.7
* 동아대학교 공동가치창출혁신연구소 연구원, ejhan.biz@gmail.com, 051-206-0483
** 동아대학교 경영정보학과 교수, shong@dau.ac.kr, 051-200-7488, 교신저자
† 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015S1A3A2046781).

ABSTRACT

The existing innovation policies and strategies mainly focused on the influencing factors for improvement of innovation outcome. However, these strategies were not always successful in driving innovative activities that make technology innovation disseminated. In this regard, innovation ecosystems approach has recently been coming to the force to establish a successful innovation strategy. The innovation ecosystems concept describes that innovation processes are evolved through collaborative networks of economic actors. In an innovation ecosystem, different organizations collaborate for technology development and its use. They interact for value co-creation by sharing mutual resources. The organizational networks are re-organized by dynamic changes of actors' interactions, which drive innovation mechanism of the networks.

Recent studies on innovation ecosystems mostly have paid attention on developing theoretical frameworks to describe dynamics of an innovation ecosystem. There have hardly been empirical tests on the theoretical ecosystem models. In this vein, we investigated dynamics of an innovation ecosystem by analyzing structural characteristics of a collaborative network among organizations which are involved in the use of innovative technologies. Particularly, we examined the longitudinal changes of the interaction patterns among the organizations. This test was performed by an analysis of structural equivalence on the network dataset transformed from the organizational interactions. This result provides a guideline for an organization in developing an innovation strategy under a systemic perspective.

Key Words : Innovation Ecosystem, Technology Commercialization, Co-Creation, Social Network Analysis, Structural Equivalence

I. 서 론

산업이 지속적으로 성장하고 경제적 가치를 창출하기 위해서는 새로운 기술의 개발과 상업적 확산이 원활히 이루어져야 한다. 개발된 기술로부터 실질적인 수익을 창출할 수 없다면 산업의 혁신은 완성될 수 없다. 이러한 관점에서 혁신에 대한 연구들은 혁신을 지식이나 기술의 창출로부터 활용에 이르는 일련의 순환 과정으로 설명한다(Jalonen, 2011; Rogers, 1995; Sotarauta and Srinivas, 2006). 한편, 정보기술의 급격한 발전에 따라 협력적 기술혁신이 중요해지면서, 기업이 혼자 기술을 개발하고 혁신을 실행하는 것으로는 시장에서의 성공을 보장하기 어렵게 되었다. 이에 최근에는 기업 간 공동 연구개발, 산학연 네트워크, 산업 클러스터 등과 같은 협력에 기반을 둔 혁신이 주목 받고 있다. 이에 따라 국가나 지역의 산업 지원 정책들도 협력적 혁신 관점에서 혁신 전략을 제시하고 있다. 이러한 혁신 전략들은 대부분 R&D와 같은 혁신 영향 요인에 대한 투자 확대를 통해 혁신 성과를 높이고자 하였다. 그러나 이와 같은 기존의 혁신 전략은 지속적인 혁신 활동을 통해 기술혁신을 확산시키는 데는 성공적이지 못했다(Mercan and Göktaş, 2011; Yawson, 2009).

협력적 기술혁신이 성공하기 위해서는 새로운 기술을 개발하고 상업화하여 확산하는 전 과정에 걸쳐 다양한 혁신주체들이 협력하여 시너지를 만들어야 한다. 이러한 점에서 혁신생태계(innovation ecosystem) 개념은 산업의 기술혁신을 협력적 가치창출 과정으로 설명하기 위한 이론적 틀을 제공한다. 혁신생태계란 기술혁신과 관련하여 다양한 조직들이 공생하면서 협력적으로 기술을 개발하고 활용하는 환경을 말한다(Mercan and Göktaş, 2011). 혁신생태계에서 이해관계자들은 협력적 기술 개발과 활용을 통해 경제적 공동체로 발전한다(Iansiti and Levien, 2004; Moore, 1996). 이때 혁신생태계에서 창출되는 가치는 단일 기업 혼자서는 창출할 수 없는 것으로 여러 기업들이 보유한 자원을 교환적으로 활용하여 제품이나 서비스에 통합함으로써 창출된다(Adner, 2006; Vargo and Akaka, 2012). 이러한 관점에서 혁신생태계를 협력적 자원교환 네트워크라고 할 수 있으며, 기업 간 협력 관계는 자원 의존성 관계로 정의될 수 있다.

혁신생태계의 개념은 단순히 협력적 기술의 개발이나 그것의 제품화에 국한된 것이 아니라 기술의 응용을 통해 새롭고 다양한 비즈니스 모델을 창출하는 환경을 포괄한다. 즉, 새로운 기술의 개발 없이도 기술 활용을 둘러싼 기업 간 공생관계와 상호작용에 의해 생태계의 혁신이 창출될 수 있다(Fransman, 2010). 생태계의 혁신 메커니즘은 혁신주체들의 상호작용 패턴에 따라 다양한 양상으로 변화한다(Leydesdorff and Zawdie, 2010). 이때 혁신주체간 상호작용이 시장 및 기술 환경의 변화와 맞물리면서 혁신생태계는 성장하거나 쇠퇴하는 동태성을 보이게 된다(Leydesdorff and Zawdie, 2010; Mercan and Göktaş, 2011).

기존의 혁신 관련 연구들은 주로 혁신 영향 요인에 초점을 맞추어 시스템 차원의 구조적 변화를 설명하는 데는 한계가 있었다(Yawson, 2009). 최근 혁신생태계 관점의 연구들이 구조적인 관점에서 산업의 혁신을 다루기는 하나, 대부분 이론적 논의에 그칠 뿐 실증조사는 부족하다. 더욱이 혁신생태계의 동태성을 살펴보기 위해서는 혁신의 순환적 주기를 따라가며 협력 네트워크의 구조적 변화를 살펴봐야 하는데, 이와 관련된 종단적 실증연구는 거의 없다(Durst and Poutanen, 2013). 이에 본 연구는 혁신생태계의 동태성을 실증하기 위해 기술혁신에 따른 기업 간 협력 네트워크의 구조적 변화에 대한 종단적 실증분석을 수행하였다. 특히 기술혁신의 상업적 확산에 초점을 맞추어, 산업기술의 활용을 둘러싼 기업 간 상호작용이 기술혁신의 확산 과정에서 어떻게 변화하는지를 살펴보았다.

실증조사를 위해 본 연구는 홈네트워크 분야 기술표준화 협력기구를 대상으로 기술 활용에 협력하는 기업들의 상호작용 특징을 분석하였다. 종단적 분석을 위해 기술혁신의 과정을 기술 활용 범위의 확장에 따라 세 개 시기로 구분하고, 네트워크 분석 기법인 구조적 등위성 분석을 통해 기업 간 상호작용 패턴이 어떻게 변화했는지 비교하였다.

II. 이론적 배경

1. 산업의 기술혁신에 대한 생태계 개념

정보기술의 급격한 발전과 확산은 기업의 가치창출 방식과 산업구조를 변화시켰다. 전통적인 산업에서는 Porter(1985)의 가치사슬(value chain) 모형에 의해 제품이나 서비스의 가치는 연속적인 기업 활동의 과정을 통해 창출된다고 설명한다. 이에 따르면, 기업은 가치사슬 내의 여러 활동들을 통합함으로써 전략적으로 자원을 확보하고 경쟁우위를 달성하게 된다. 그러나 기술과 산업의 복잡성이 증가하면서 개별 기업 혼자 모든 역량을 확보하기 어렵게 되었고, 기업들은 보완적인 자원을 가진 다양한 조직들과의 협력을 통해 가치를 창출하게 되었다(박웅, 박호영, 2014). 이에 따라 기존의 선형적이고 단방향적인 가치사슬 모형으로는 다양한 이해관계자들 간 복잡한 상호작용을 설명하기 어렵게 되면서 네트워크 수준에서 협력적으로 가치를 창출하는 가치네트워크(value network) 개념이 전략경영 분야에서 제시되었다(Peppard and Rylander, 2006; Stabell and Fjeldstad, 1998). 기업들은 경쟁전략을 달성하는데 필요한 지식이나 기술을 기업 간 협력 네트워크를 통해 교환하면서 외부 환경의 변화에 공동으로 대응한다(Gulati, 1999). Tapscott et al.(2000)은 기업들이 공동으로 가치를 창출하기 위해 기술이나

서비스를 교환하는 협력 네트워크를 가리켜 가치 집합체(value constellation)라고 하였다. 기업들은 가치네트워크를 통해 기술, 재화, 정보 등의 자원을 교환하면서 상호작용하게 된다.

최근 기업들은 보완적 기업들과의 전략적 협력 관계를 넘어 보다 많은 경제주체들과 유기적으로 상호작용하는 경향을 보이고 있다. 특히 정보기술에 의해 다양한 제품, 서비스, 기술들이 융합되면서 기업 간 협력 네트워크의 목표는 기업의 경쟁전략 달성 보다는 네트워크 전체의 가치를 증대시켜 참여 기업들의 공생과 지속가능성을 높이는데 초점을 맞추고 있다. 이와 같이 기업 간 협력 네트워크가 다른 기업들과의 공존(co-exist)과 공진화(co-evolution)를 위한 공동운명체로 발전하게 되면서 생태계 개념이 산업에 도입되게 되었다. 전략경영 관점에서 생태계는 구성원들이 유기적으로 상호작용함으로써 고객에게 가치를 제공하는 경제 공동체라고 할 수 있다(Moore, 1996). Iansiti와 Levien(2004)은 다양한 경제주체들 간의 상호작용 네트워크를 비즈니스 생태계로 개념화하였다. 비즈니스 생태계 내에서 기업은 공급자나 유통업자와 같은 가치사슬 상의 다른 기업들뿐만 아니라, 아웃소싱 업체, 투자사, 기술개발사, 고객, 심지어는 경쟁사와도 상호 협력한다. 비즈니스 생태계에서 기업들은 자사의 서비스나 제품의 가치를 창출하기 위해 다른 기업이나 기관 또는 개인이 보유한 자원이나 서비스에 의존하는 느슨한(loose) 연결 관계를 유지하게 된다(Iansiti and Levien, 2004). 이와 같이 생태계는 다양한 구성원들의 상호의존적인 네트워크로서, 생태계에 참여하는 모든 구성원은 생태계 전체의 가치를 증대시키기 위해 상호 협력하면서 생태계와 운명을 공유하게 된다.

비즈니스와 산업에 대한 생태계 개념은 혁신의 창출과 확산을 설명하기 위한 틀로 활용되기도 한다. 혁신은 새로운 지식이나 기술 자체만으로는 얻어지는 것이 아니라 경제적인 가치를 창출할 때 완성된다(Bessant and Tidd, 2007; Durst and Poutanen., 2013; Jalonen, 2011). 즉, 혁신은 지식이나 기술로부터 실질적인 수익을 창출하는 활동이라고 할 수 있다(Jalonen, 2011; Rogers, 1995; Sotarauta and Srinivas, 2006). 기업이 새로운 기술을 개발하였더라도 혁신으로 성공하기 위해서는 기술을 상업적인 제품이나 서비스로 만들어서 시장에 확산시켜야 한다. 이러한 과정에서 단일 기업 혼자 모든 혁신 활동을 수행하기는 어려우므로 다양한 조직과의 협력이 필요하다(Edquist, 2006). 혁신생태계(innovation ecosystem)는 새로운 지식의 창출부터 활용에 이르는 혁신 과정을 다양한 혁신주체들의 협업으로 설명하기 위해 등장한 개념이다(Durst and Poutanen, 2013). Adner(2006)는 비즈니스 전략 관점에서 혁신생태계를 개념화하면서, 공동의 협의(collaborative arrangements)를 통해 각 기업들이 보유한 자원을 통합하여 고객 니즈에 부합하는 솔루션을 일관되게 제공함으로써 높은 고객가치가 창출된다고 설명한다. 기술과 산업의 혁신은 사회경제의 패러다임 변화를 촉발한다는 점에서, 혁신생태계를 지식의 창출 및 활용을 둘러싼 다양한 조직, 기술, 사회의 하이브리드 네트워크로 정의하기

도 한다(Mercan and Göktaş, 2011; Rubens et al., 2011). 혁신생태계는 복잡하고 동태적으로 변화하는 기술혁신 환경 하에서 다양한 참여자들의 역할과 관계, 관련 제도 등으로 구성된 상호작용 네트워크라고 할 수 있다.

한편, 산업이나 사회경제 수준에서 혁신을 다루는 연구들은 혁신체제(innovation system) 이론에서도 활발하게 진행되어 왔다(Cooke et al., 1997; Lundvall, 1992; Malerba, 2002). 이러한 연구들에서는 국가나 지역의 산업 활성화 관점에서 다양한 혁신체제 모형을 개발하여 혁신 전략 수립의 틀로 제시하고 있다. 기존의 혁신체제 이론들은 혁신의 상업적 확산을 혁신 주체들의 상호작용 측면에서 설명하고 있기는 하지만, 혁신 성과를 투입-산출의 선형적인 관계로 보고 투입요소의 확대를 통해 혁신 활동을 활성화할 수 있다고 주장한다(Yawson, 2009). 이에 따라 지역산업 혁신을 위한 기존의 정책이나 전략들은 대부분 R&D나 과학기술 인력 양성을 위한 투자 확대 또는 테크노파크, 창업보육센터, 중소기업지원센터와 같은 지원 기관의 설립에 초점을 맞추어 수립되어 왔다(김영수 외, 2015). 그러나 이와 같은 혁신 구성 요소들에 대한 전략적 투자 확대는 연속적인 혁신 활동으로 이어지지는 못했다(Mercan and Göktaş, 2011; Yawson, 2009).

혁신 구성요소에 초점을 맞추는 혁신체제 이론과 달리, 혁신생태계 이론은 구조적인 관점에서 혁신 활동의 순환적 연계를 강조한다. 즉, 혁신생태계에서 산업의 혁신 과정은 혁신주체 간 상호작용 패턴이 역동적으로 변화하면서 원활히 진행된다는 것이다(Mercan and Göktaş, 2011; Papaioannou et al., 2007). 이와 같이 혁신생태계는 참여자들의 역할과 상호작용, 시장 수요, 기술 환경의 변화에 따라 성장하거나 쇠퇴하는 동태성을 특징으로 한다. 혁신생태계의 동태적 변화는 지식의 창출(knowledge production), 확산(dissemination), 활용 및 변형(use and adaptation)의 진화 과정으로 설명된다(Carayannis and Campbell, 2012). Leydesdorff와 Fritsch(2006)는 혁신 기능을 지식 개발(knowledge development), 경제적 교환(economic exchange), 자원 통제(resource control)의 세 가지로 제시하면서, 이러한 기능들이 상호작용하면서 혁신생태계가 역동적으로 변화한다고 설명한다. 따라서 산업의 지속적인 혁신이 가능하기 위해서는 혁신 기능이 제대로 작동될 수 있도록 협력 네트워크를 조정하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 혁신주체들의 협력과 상호작용에 의해 혁신 기능이 제대로 작동될 때 산업의 혁신적인 발전이 이루어진다고 할 수 있다.

2. 자원 의존에 따른 가치의 공동창출

자원의존이론(resource dependency theory)은 어떠한 조직도 필요한 모든 자원을 스스로

충족할 수 없기 때문에 외부 조직으로부터 부족한 자원을 제공받아야 한다는 것을 전제로 조직 간 협력 관계를 설명한다(Pfeffer and Salancik, 1978). 기업은 생존을 위해서 환경과 끊임없이 상호작용한다. 여기서 환경이란 원자재 공급사, 투자사, 각종 규제기관 등 비즈니스 주변의 다양한 조직들을 포괄한다. 기업이 필요한 자원을 내부에서 확보하지 못하면 부족한 자원을 다른 기업이나 조직으로부터 공급받기 위해 제휴, 파트너십, 합병 등의 다양한 형태로 협력하게 된다(Drees and Heugens, 2013). 전통적인 자원의존이론은 여러 조직들이 서로의 자원이나 서비스에 의존하여 상호작용한다는 점에서 생태계 개념과 연결된다. 그러나 자원의존이론은 개별 기업의 자원 확보 관점에서 협력을 강조하는 반면, 생태계 관점에서는 기업들이 협력 네트워크를 통해 자원 교환뿐만 아니라 전체 시스템의 가치를 높이기 위해 기여한다는 점에서 차이가 있다.

한편, Service-dominant(S-D) logic은 생태계에서 공동의 가치창출을 구성원 간 자원의존에 기반을 둔 협력 관계로 설명한다. S-D logic은 지식기반 서비스 산업의 동태적 변화를 설명하기 위해 Vargo와 Lusch(2004)에 의해 제안된 이론이다. 정보기술의 발전에 따라 많은 기업들이 제품 자체 보다는 제품 위에서 제공되는 서비스를 통해 고객 가치를 창출하고 있다. 이에 S-D logic은 산업에서의 경제적 가치 창출의 원리를 서비스 중심으로 설명한다. 서비스란 지식이나 기술, 기능, 제품 등과 같은 유무형의 자원을 활용하는 것으로 정의되며, 제품은 서비스를 전달하기 위한 매개체로서 기능한다. 이러한 서비스 중심의 경제 패러다임에서는 고객은 제품 자체를 원하는 것이 아니라 제품에 내제된 서비스를 통해 가치를 획득한다고 볼 수 있다(Lusch et al., 2007). 즉, 서비스의 가치는 서비스 수혜자가 제공받은 자원을 어떻게 활용하는가에 따라 달라진다.

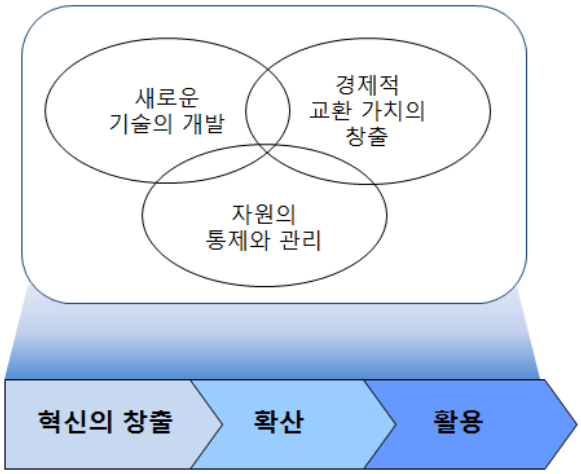
S-D logic에 따르면, 사회경제 시스템은 다양한 이해관계자들이 서로 서비스를 교환하는 거대한 상호작용 네트워크이다. Vargo와 Akaka(2012)는 서비스 중심의 상호작용 네트워크를 서비스 생태계(service ecosystem)로 개념화하였다. 서비스 생태계에서 모든 구성원들은 서비스의 교환을 통해 시스템 전체의 가치를 창출하기 위해 협력한다. Vargo와 Akaka(2012)는 생태계 구성원들 간의 서비스 교환을 가치의 공동창출(value co-creation)로 설명한다. 즉, 생태계 내에서 기업들은 서로의 자원을 활용하여 자사의 제품이나 서비스에 통합함으로써 공동으로 고객가치를 창출하고 전체 생태계의 가치를 증대시키게 된다. 이와 같이 생태계의 가치창출은 구성원 간 자원 의존성 협력 관계로 설명될 수 있는데, 이때 구성원들이 어떤 자원을 어떻게 통합해서 가치를 창출할지는 자원 교환을 통제하는 규칙(rule)이나 제도(institution)에 의해 결정된다(Vargo and Akaka, 2012). 다시 말해, 생태계의 자원교환 방식을 조정함으로써 이해관계자 간 협력 네트워크가 재구성되고 진화한다고 할 수 있다.

산업생태계에 대한 자원의존 관점의 논의를 정리하면, 기업들은 생태계를 통해 생존에 필요한 자원을 확보하고 자사의 자원을 다른 기업과 공유함으로써 자원 활용을 위한 협력 네트워크를 형성하게 된다. 따라서 산업생태계는 일종의 자원 교환 네트워크로서, 기업들은 이러한 협력 네트워크를 통해 서로의 자원을 활용하여 공동으로 고객가치를 창출한다고 할 수 있다.

III. 실증분석

1. 혁신생태계 분석의 프레임웍

혁신생태계는 기술혁신의 창출 및 활용에 관여하는 다양한 구성원들 간 협력 네트워크로서, 구성원들의 상호작용 패턴이 역동적으로 변화하면서 혁신이 창출되고 확산되게 된다(Mercan and Göktaş, 2011). 혁신은 지식의 창출, 확산, 활용의 과정으로 설명되는데(Carayannis and Campbell, 2012), 혁신 과정이 지속적으로 순환되기 위해서는 생태계 구성원들이 협력하여 기술을 개발하고, 경제적 가치를 창출해야 한다(Leydesdorff and Zawdie, 2010). 이때 협력적 기술혁신의 과정은 생태계의 자원 교환 방식을 조정함으로써 통제될 수 있다(Leydesdorff and Zawdie, 2010; Vargo and Akaka, 2012). 결국 산업이 지속적으로 혁신하기 위해서는 이해관계자들의 협력에 의해 기술 개발, 경제적 교환, 자원 통제의 세 가지 혁신 기능이 작동하면서



(그림 1) 산업 협력 네트워크의 혁신 기능과 동태성

산업이 역동적으로 변화해야 한다(그림 1). 혁신이 확산되어 경제적 가치를 창출할 수 있으려면, 혁신 과정 전반에 걸쳐 혁신 기능이 적절한 방식으로 작동될 수 있도록 혁신주체들의 상호작용 패턴을 조정해야 할 것이다.

본 연구는 기술혁신의 상업적 확산을 산업생태계의 협력적 가치창출 구조 관점에서 설명하는데 초점을 두고 있다. 즉, 기술이 확산되는 과정에서 기술 활용을 둘러싼 기업 간 상호작용 패턴이 어떻게 변화하는지를 살펴보고, 이러한 변화가 산업에 미친 영향을 논의해보고자 한다. 본 논문에서는 혁신생태계의 혁신 기능 중에서도 경제적 가치 교환에 초점을 맞추어 기업 간 상호작용의 동태적 변화를 분석하였다. 이를 통해 산업의 혁신과 가치창출을 위한 기업 간 협력 네트워크의 전략적 구성방안을 제시하고자 한다.

새로운 기술로부터 경제적 가치가 창출되기 위해서는 개발된 기술을 상업화하여 제품이나 서비스의 형태로 고객에게 제공해야 한다. 혁신생태계 관점에서는 표준화된 기술을 여러 기업들이 활용하여 다양한 응용 제품이나 서비스를 만드는 것이, 특정 기업이 독점적으로 그 기술을 상업화할 때보다 더 높은 고객가치를 창출할 수 있다. 이에 본 연구는 기술표준화와 관련된 기업 간 협력 네트워크를 대상으로 협력적 가치창출을 위한 기업 간 상호작용의 동태적 변화를 정량적으로 측정하고, 그 변화의 양상을 혁신 관점에서 살펴보았다. 이를 위해 우선 기업 간 협력 네트워크를 기업 상호 간의 보완적 자원 활용을 통한 공동의 가치창출 네트워크로 개념화하고, 혁신에 따른 기업 간 상호의존 관계의 변화를 분석하였다. Vargo와 Akaka(2012)에 따르면, 생태계에서의 공동의 가치창출은 서비스의 교환을 통해 이루어진다. 즉, 생태계 내에서 모든 기업들은 서로의 지식, 정보, 기술, 제품 등의 다양한 자원을 서비스의 형태로 공동으로 활용함으로써 높은 고객가치를 창출하게 된다. 실증연구를 위해 본 연구에서는 서비스 교환을 기술표준에 의해 호환 가능한 제품들의 보완적 활용 관계로 정의하고, 생태계의 가치를 고객의 제품 활용 가치로 보았다. 그리고 기업들이 출시한 제품들의 기능적 보완 관계에 근거하여 기업 간 협력 네트워크를 구조화하고, 기술표준 활용 방식의 변화에 따라 각 기업의 제품 포트폴리오가 어떻게 변화하는지를 정량적으로 측정하여 기업 간 상호작용 관계의 동태성을 분석하였다.

2. 실증분석 개요

본 연구는 홈네트워크 기술 표준화를 위한 멀티미디어 디바이스 제조사들의 제휴 네트워크인 DLNA(digital living network alliance)를 대상으로 기업 간 상호작용 관계의 변화를 분석하였다. DLNA는 홈네트워크 환경에서 멀티미디어 데이터의 공유를 위해 2003년 Sony의 제안에 의해 설립된 기술 표준화 기구이다. 2004년 대형 가전사들의 협력에 의해 DLNA 가이드라

인 1.0이 발표된 이후, 지속적인 기술 혁신과 개선을 통해 참여사들의 범위가 확대되어 왔다. 현재 전 세계 200여개 기업들이 DLNA 네트워크에 참여하고 있으며, 약 25,000 종의 전자제품이 DLNA의 기술 인증을 받아 시장에 출시되었다. DLNA 기술은 TV, PC, 스마트폰, 셋톱박스, 오디오/비디오 시스템, 게임콘솔, 프린터 등 다양한 멀티미디어 디바이스에 적용될 수 있는데, 소비자들은 이러한 DLNA 제품들을 홈네트워크 내에서 함께 활용함으로써 손쉽게 데이터를 공유할 수 있다. 디바이스 제조사들이 DLNA 생태계에 참여하기 위해서는 DLNA로부터 제품의 기술 호환성에 대한 인증을 받아야 한다. 이를 위해 DLNA에서는 DLNA certification program을 운영하여 제조사들의 DLNA 제품 개발을 돕고, DLNA 제품 인증 마크를 부여하고 있다.

DLNA는 혁신생태계 관점에서 몇 가지 특징적인 면을 보인다. 첫째, DLNA 기술이 적용된 제품들은 상호 보완적으로 활용될 수 있는데, 이를 통해 고객이 제품에 대해 느끼는 효용 가치는 더욱 높아지게 된다. 예를 들어, 고객은 PC에 저장된 영화를 TV를 통해 재생하거나, 스마트폰에 저장된 음악을 가정 내 오디오시스템을 통해 즐길 수 있다. 이때 고객이 제품에 대해 느끼는 효용 가치는 얼마나 다양한 디바이스를 연동하여 사용할 수 있는가에 의해 영향 받기 때문에, DLNA 네트워크에 참여하는 디바이스 제조사들이 많아질수록 더 높은 고객가치가 창출된다고 할 수 있다. 따라서 DLNA 제품을 통해 고객이 느끼는 가치는 DLNA 생태계에 참여하는 기업들에 의해 공동으로 창출된다고 할 수 있다. 둘째, DLNA 네트워크에서 기업들은 직접적인 제휴가 아닌 상호 의존적인 자원 활용 관계로 연결된다. 즉, 기업들은 DLNA 제품 간 기능적인 보완성으로 연결되어 서로의 기술 자원이나 서비스를 공유한다. 이와 같이 DLNA 네트워크는 기업들이 제품을 통해 상호 느슨하게 연결된 자원 교환 네트워크라고 할 수 있다(Iansiti and Levien, 2004; Vargo and Akaka, 2012). 셋째, DLNA 네트워크는 기술의 개선과 개방을 통해 역동적으로 변화하는 특징을 보인다. DLNA는 기술 가이드라인의 지속적인 개선을 통해 DLNA 인증 제품 범위를 확대하여 참여 기업들의 수를 늘려왔다. 또한 DLNA 기술을 개방하여 보다 다양한 제품과 소프트웨어가 DLNA 인증 디바이스와 호환되도록 지원하고 있다. 이와 같이 DLNA는 기술 활용 방식을 조정함으로써 생태계의 규모를 확대하고 기술혁신을 홈네트워크 산업 전반에 확산시키고 있다.

DLNA 생태계는 DLNA 기술의 개발 및 활용에 관련된 일종의 공동체(community)로서, 기업들은 다양한 DLNA 제품들의 기능적 상호작용에 의해 공동의 가치 창출 네트워크를 형성한다. 이때 가치 네트워크는 노드(node)와 링크(link)로 구성된 시각적인 네트워크 구조로 표현되며, 노드들은 상호 보완적인 관계로 연결되어 서비스를 교환한다(Peppard and Rylander, 2006). 따라서 본 연구에서는 DLNA 생태계를 DLNA 제품을 출시한 기업들을 노드로 하는 상호작용 네트워크로 구조화하고, 노드(기업) 간에는 제품을 통한 보완적 서비스 교환 관계가

존재한다고 보고 연결 관계를 구축하였다. 예를 들어, 멀티미디어 플레이어 제조사와 서버 제조사 간 관계에 있어서, 이 기업들이 생산하는 두 제품 유형은 기능상 상호 보완적으로 활용되므로 두 기업 간에는 상호 의존적인 관계가 성립된다고 보았다.

본 연구의 초점은 혁신의 확산 과정에 따른 생태계의 동태성을 실증적으로 규명하는데 있다. 이를 위해 2006년부터 2015년 까지 10년 간의 DLNA 생태계의 진화 과정을 기술 가이드라인의 개선과 운영방식의 변화에 따라 세 시기로 구분하였다. 첫 번째 시기는 2006년~2007년 사이 기술 가이드라인 1.0에 의해 DLNA 제품을 인증했던 시기이다. 이 기간은 DLNA 생태계 조성 초기로서, 소수의 초기 기술 수용 기업에 의해 생태계의 가치가 형성되던 시기이다. 두 번째 시기는 2008년~2010년 사이 새로운 가이드라인 버전이 운영되던 시기이다. DLNA는 2008년 가이드라인 버전 2.0을 발표하면서 DLNA 적용 제품의 범위를 기존 2개 카테고리에서 12개 카테고리로 확장하였다[1]. 즉, 기존의 DLNA 생태계는 서버와 클라이언트 디바이스의 2개 제품 유형만으로 가치창출 구조가 구성되었던 반면, 2008년 이후부터는 다양한 미디어 디바이스의 유형을 포괄하게 되면서 가전 시장 전반에 DLNA 기술이 침투하게 되었다. 이에 따라 DLNA 생태계의 규모도 급격하게 확장되었다. 세 번째 시기는 2011년~2015년 사이이다. 2011년 이후 DLNA는 디바이스뿐만 아니라 소프트웨어에 대해서도 DLNA 기술의 적용을 허용하게 되었다[2]. DLNA 소프트웨어의 활용으로 DLNA 호환 제품을 보다 저렴한 비용으로 손쉽게 활용할 수 있게 됨에 따라 DLNA 생태계의 범위가 더욱 확대되었다. 이상과 같은 세 개 시기를 거치면서 DLNA 생태계는 기술적인 혁신을 거듭하고 혁신의 상업적 활용 범위를 더욱 넓혀 나갔다. 본 연구는 DLNA 생태계의 기술 확산 과정을 세 개 시기로 구분하고, 각 시기 동안의 DLNA 생태계의 구조적 특징을 사회네트워크 분석 기법을 이용해 분석하였다. 네트워크 분석 지표는 UCINET 6.0의 알고리즘을 사용하여 계산하였다.

3. 자료의 수집 및 처리

본 연구에서는 사회네트워크 분석을 위해 2006년부터 2015년 까지 10년간의 DLNA 제품 인증 데이터 18,443개를 수집하여 기초 데이터로 활용하였다. 네트워크 분석을 수행하기 위해서는 수집된 제품 인증 데이터를 관계 데이터(relational data)로 변환하여 노드 간에 관계적 속성을 부여해야 한다. 이를 위해 먼저 기초 데이터로부터 각 제품의 디바이스 유형을 추출하였다. DLNA 홈네트워크를 구성하기 위해서는 기본적으로 PC와 같은 서버와 미디어 재생장치와

1) http://www.dlna.org

2) ABI Research (2011), https://www.abiresearch.com/press/increasing-dlna-software-certification-will-propel/

같은 클라이언트 디바이스가 필요하다. 이러한 원리는 DLNA 기술 프로토콜에 적용되어 다양한 제품들을 제조사에 관계없이 연결하여 상호 보완적으로 사용할 수 있다. DLNA는 제품 인증을 위해 제품의 보완 기능에 따라 총 12가지의 디바이스 유형을 제시하고 있으나, 본 연구에서는 추가적인 기술이나 중복 기능을 제거하고 대표적인 기능을 기준으로 DMP(digital media player), DMR(digital media renderer), DMS(digital media server), DMC(digital media controller)의 네 가지로 디바이스 유형을 구분하였다.

다음으로, 제품 인증 데이터를 기업을 기준으로 하는 관계 데이터로 변환하였다. 이를 위해 기업별로 제품 유형에 따라 DLNA 인증 건수를 취합하였다. 이때 만일 개별 제품이 두 개 이상의 유형에 속하는 경우에는 이 제품이 다중적인 기능을 수행하므로 각 유형 별로 제품 인증 건수를 구분하여 합산하였다. 예를 들어, 어떤 기업이 TV에 대하여 DMP와 DMR 두 가지 기능에 대하여 중복적으로 DLNA 인증을 받았다면, DMP와 DMR 각각에 대하여 중복적으로 인증 건수를 합산하는 방식이다. 그리고 각 기업의 제품 유형별 DLNA 인증 건수는 그 기업이 DLNA 생태계에서 제공하는 보완 기능에 대한 가중치로 사용하였다. 즉, 각 제품 유형에 대한 가중치는 해당 기능에 대한 기업의 서비스 제공 능력을 의미한다. 이와 같은 과정을 거쳐 기업을 행으로 하고 제품 유형을 열로 하는 기업별 DLNA 제품 인증 건수에 대한 2-mode 행렬을 작성하였다.

기업을 노드로 하여 네트워크 분석을 하기 위해서는 기업과 제품 간 2-mode 행렬을 기업 간의 1-mode 행렬로 변환하여야 한다. 2-mode 행렬로부터 1-mode 행렬을 만들기 위해서는 유사성(similarity)이나 상이성(dissimilarity) 계수를 사용할 수 있다(이수상, 2012). 유사성에 의해 개체 간 상호작용을 정의하는 경우에는 개체x사건의 2-mode 데이터로부터 상관계수나 코사인 유사도를 계산하여 1-mode 행렬을 작성하는 것이 일반적이다. DLNA 생태계에서 기업 간 상호작용은 제품을 통한 상호 보완적 서비스 교환 관계를 전제로 구성된다. 즉, 두 기업의 DLNA 제품 구성이 상이할수록 이들 기업 간에는 보다 강한 보완관계가 작용한다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 상이성(dissimilarity) 계수를 이용하여 개체 간 상호작용을 계산하였다. 이와 같은 전제를 바탕으로 각 기업별로 인증 받은 DLNA 제품 유형이 얼마나 상이한지를 계산하였다. 두 개체가 얼마나 다른지 측정하기 위해서는 주로 거리 계수가 이용된다(이수상, 2012). 본 연구에서는 기업x제품의 2-mode 행렬로부터 기업 간 제품 구성의 차이를 유클리드 거리로 측정하여 기업 간 상호작용 관계를 나타내는 1-mode 행렬을 작성하였다. 예를 들어, 기업별 DLNA 제품 인증 데이터가 〈표 1〉과 같은 형태로 집계되었다면, 기업 간 제품 구성의 차이를 유클리드 거리로 계산하여 〈표 2〉와 같은 1-mode 데이터를 구성할 수 있다. 즉, A사와 B사의 보완적 상호관계의 강도는 상이성 척도인 유클리드 거리 ($\sqrt{(500-100)^2+(0-20)^2+(100-30)^2+(30-1)^2}=407.604$)로 계산된다.

〈표 1〉 기업x제품 2-mode 데이터의 예

제품 / 기업	DMP	DMR	DMS	DMC
A사	100	20	30	1
B사	500	0	100	30
C사	200	150	10	40
D사	1500	500	2000	500

〈표 2〉 유클리드 거리를 이용한 기업x기업 1-mode 데이터의 예

기업 / 기업	A사	B사	C사	D사
A사	.000	407.604	169.767	2514.021
B사	407.604	.000	347.419	2254.085
C사	169.767	347.419	.000	2446.262
D사	2514.021	2254.085	2446.262	.000

DLNA 생태계의 가치는 고객이 여러 제품들을 보완적으로 함께 활용할 때 더욱 높아진다. 따라서 두 기업의 DLNA 제품 유형이 서로 상이할수록, 기업 간 기능적인 보완 관계에 의한 강한 상호작용이 존재한다고 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 기업 간 제품 포트폴리오의 상이성 정도를 기업 간 상호작용의 크기로 개념화하고 상이성 행렬을 기업 간 관계 데이터로 활용하였다.

한편, 2-mode 행렬을 1-mode 행렬로 변환할 때에는 측정 단위의 영향력을 제거해야 한다 (Borgatti et al., 2013). 2-mode 데이터로부터 기업 간 인증 건수의 차이를 비교해 보니, 기업 규모나 생산능력의 차이에 따라 인증 제품 건수의 차이가 매우 큰 것으로 나타났다. 또한 기업

〈표 3〉 혁신 시기별 DLNA 제품 인증 건수

네트워크 구분	시기	혁신 내용	DMP	DMR	DMS	DMC
T1	2006~2007년	기술표준 가이드라인 도입	641		578	
T2	2008~2010년	기술 개선에 의한 제품화 범위 확대	4,382	1,396	2,433	660
T3	2011~2015년	기술 개방에 의한 소프트웨어 호환	13,420	9,312	5,772	1,708
합계			18,443	10,708	8,783	2,368

별 자원 확보의 불균형으로 제품 유형에 따른 기업 간 제품 인증 건수에 있어서도 큰 차이가 나타났다. 따라서 기업 특성에 의한 영향력을 제거하기 위해 Borgatti et al.(2013)가 제안한 2-mode 행렬의 정규화 기법을 이용해 각 측정치를 각 행과 열에 대한 정규값으로 변환한 다음에 상이성 행렬을 계산하였다.

모든 데이터는 세 개의 혁신 시기에 따라 취합되어 변환되었다. 각 시기별 제품 유형에 따른 DLNA 제품 인증 건수는 〈표 3〉과 같다.

4. 네트워크 분석의 방법

본 연구에서는 기업 간 협력 네트워크의 구조적 변화를 살펴보기 위해 두 가지 관점에서 네트워크 분석을 수행하였다. 먼저 네트워크 형태의 변화를 살펴보기 위해 네트워크 수준의 지표들을 비교하였다. 이를 통해 네트워크가 진화하면서 네트워크 전체의 연결성이나 응집성, 집중도 등에 어떤 차이가 있는지를 살펴보고, 산업생태계로서의 특징을 네트워크 지표로 설명하였다. 다음으로 네트워크의 구조적 변화를 살펴보기 위해 구조적 등위성 분석을 통해 네트워크 참여자들의 위치와 역할을 분석하였다. 본 논문에서 이용한 네트워크 분석 기법은 아래와 같다.

1) 네트워크 수준의 분석 지표

본 연구에서는 기업 간 상호작용이 네트워크 전체 수준에서 어떻게 변화했는지를 비교하기 위해 연결정도(degree), 밀도(density), 연결집중도(degree centralization)를 측정하였다. 연결정도는 노드에 연결된 이웃 노드의 수로서, 노드에 연결된 링크 수로 측정한다. 연결정도는 노드의 활동성을 의미하는데, 모든 노드의 연결정도를 평균하면 네트워크 내 노드들의 평균적인 활동성을 측정할 수 있다(곽기영, 2014). 본 연구에서는 노드의 연결정도를 네트워크 내에서 기업들의 상호작용 정도로 개념화하고, 평균적인 연결정도를 계산하여 기업들의 전반적인 상호작용 정도를 살펴보았다. 평균 연결정도는 각 노드의 연결정도를 합산한 후 노드의 개수로 나누어 계산한다(식 (1)).

$$\overline{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d(L_i)}{n} \tag{1}$$

n : 노드의 개수
$d(L_i)$: i번째 노드의 링크 수

밀도는 네트워크의 응집성(cohesion)을 측정하는 대표적인 지표로서 노드 간의 전반적인 연결정도를 나타낸다. 밀도는 전체 노드들이 연결된 링크 수로 측정되는데, 일반적으로는 네트워크 크기를 반영하여 최대 링크 수 대비 실제 링크 수의 비율로 측정한다. 밀도는 0에서 1 사이의 값을 가지게 되는데, 링크가 많을수록 그 네트워크의 밀도는 높다. 본 연구에서는 밀도를 기업 간 전반적인 연결성으로 개념화하고, 식 (2)와 같이 연결성 밀도를 계산하였다. 밀도는 네트워크의 유형에 따라 다르게 측정되는데, 본 연구의 실증 대상인 기업 네트워크는 기업 간 자원의 보완적 활용에 근거하여 구축되었으므로 방향성을 고려하지 않고 밀도를 계산하였다.

$$D_b = \frac{L}{\frac{n(n-1)}{2}} \tag{2}$$

n : 노드의 개수
L : 링크의 개수

한편 가중 네트워크의 경우에는 식 (3)과 같이 연결된 링크의 가중치를 합산한 후 이를 최대 연결 가능한 링크 수로 나누어 측정한다.

$$D_v = \frac{\sum L_{ij}}{\frac{n(n-1)}{2}} \tag{3}$$

n : 노드의 개수
L_{ij} : 노드 i와 j를 연결하는 링크의 가중치

가중 네트워크에서의 밀도는 노드 간 평균적인 연결 강도를 의미한다(곽기영, 2014). 본 연구의 분석 대상인 기업 네트워크는 기업 간 보완적 의존 관계를 정량화한 가중 네트워크이다. 본 연구는 네트워크의 변화를 구조적으로 파악하기 위하여 두 가지의 밀도 개념을 모두 살펴보았다. 즉, 전반적인 연결성 밀도(D_b)로 네트워크의 응집성을 측정하였고, 노드들의 평균 연결 강도 밀도(D_v)로 네트워크 내 노드들의 결속력을 측정하였다.

연결집중도는 전체 네트워크에서 특정 노드에 대한 집중화 정도를 측정하는 지표로서, 개별 노드들의 연결정도 중심성(degree centrality)을 측정하여 계산한다. 연결정도 중심성은 식 (4)와 같이 직접 연결된 노드의 수로 측정된다.

$$C_D = \frac{d(n_i)}{n-1} \tag{4}$$

n : 노드의 개수
$d(n_i)$: 노드 i의 연결정도

연결 집중도는 식 (5)와 같이 노드 간 연결정도 중심성의 차이로 측정되는데, 특정 노드에 대한 쏠림 현상을 알 수 있다.

$$\text{연결집중도} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left[C_D(N^*) - C_D(N_i)\right]}{(n-1)(n-2)} \tag{5}$$

n : 노드의 개수
$C_D(N^*)$: 네트워크에서 연결정도중심성이 가장 큰 값

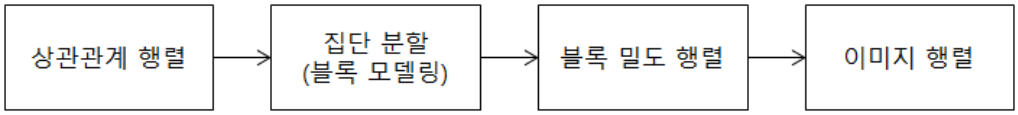
2) 구조적 등위성 분석

구조적 등위성(structured equivalence)이란 연결망 내의 행위자들이 서로 어느 정도 같은 유형의 관계를 맺고 있는지를 나타내는 개념이다. 행위자 A와 행위자 B가 서로 직접적으로 연결되어 있지 않더라도 같은 행위자들과 연결되어 있다면 이 둘은 구조적으로 같은 위치에 있다고 볼 수 있다(손동원, 2002). 즉, 구조적으로 등위적인 노드들은 다른 노드들과 동일한 관계 패턴을 갖는다고 간주한다.

본 연구에서는 혁신의 진화 과정에 있어 네트워크의 구조적 특징이 관련되었다고 보고, 네트워크 내 기업 간 자원 의존 관계의 유사성을 기준으로 CONCOR 분석을 수행하여 기업들의 구조적 위치와 역할을 탐색하였다. CONCOR 분석은 상관관계분석을 반복적으로 수행하여 적정한 수준의 유사성 집단을 찾아내는 방법이다. 이 분석에 의해 구분된 구조적 등위 집단을 블록(block)이라고 하는데, 블록을 대상으로 추가적인 분석을 수행하여 구조적 관계를 알아내기 때문에 블록 모델링(block modeling)이라고도 한다.

일반적인 CONCOR 분석의 절차는 다음과 같다. 먼저, 네트워크 노드 간의 연결 관계에 대한 인접 행렬(adjacent matrix)을 가지고 노드 간 상관계수를 계산한다. 이렇게 얻어진 상관계수 행렬을 가지고 블록모델링을 수행한다. 이때 전체 네트워크가 블록이라 불리는 하위 집단으로 분할되는데, 하나의 블록 내에 있는 노드들은 구조적으로 동등한 위치를 갖는다. 이렇게 분할된 블록 간의 관계를 밀도를 이용하여 행렬로 표현하게 되는데, 이를 블록밀도 행렬(blocked matrix)이라고 한다. 블록밀도는 블록 내 노드 간 연결 가능한 총 수에 대한 실제 연결된 수의

비율로 계산된다. 마지막으로, 블록 간 관계를 단순화시켜 이해하기 위해 블록이미지 행렬(block image matrix)을 작성한다. 블록이미지 행렬은 블록 행렬로부터 변환되는데, 블록 행렬의 각 셀 값이 기준값(cut-off) 이상이면 관계가 있는 것으로 간주하여 1의 값을 부여하고, 기준값보다 작으면 관계가 없는 것으로 여겨 0의 값으로 치환한다. 또한 블록이미지 행렬을 그래프 형태로 표현한 축소 그래프(reduced graph)를 가지고 각 블록 간의 연결 관계를 시각적으로 파악할 수 있다. CONCOR 분석의 과정을 요약하면 (그림 2)와 같다.



(그림 2) CONCOR 분석의 절차

본 연구에서는 기업 간 자원 의존 관계의 유사성을 기준으로 네트워크의 구조적 등위성을 분석하였다. 기업 간 상호작용 네트워크에서 각 기업들은 특정한 위치를 차지하면서 네트워크 전체의 연결성에 기여하게 된다. 이때 다른 기업들과의 관계 패턴이 유사한 기업들은 동일한 위치에서 동일한 역할을 수행한다고 할 수 있다. 예를 들어, 기술 중심의 산업생태계가 활성화되기 위해서는 혁신을 적극적으로 전파하는 역할자가 필요한데, 구조적 등위성 분석을 통해 네트워크 내 중요한 역할자들을 파악할 수 있을 것이다.

IV. 네트워크 분석 결과

1. 네트워크 규모와 응집성

네트워크의 전반적인 특징은 네트워크 수준의 지표로 설명될 수 있다. 〈표 4〉는 네트워크가 T1, T2, T3 시기로 진화함에 따라 네트워크 규모나 연결성, 밀도, 집중도 등이 어떻게 변화되었는지를 보여준다. 먼저 노드 크기와 평균 연결정도를 보면, 시간에 따라 네트워크의 규모가 기하급수적으로 증가함을 알 수 있다. 또한 각 시기의 평균 연결정도가 노드 크기와 거의 비슷하게 높게 나타났는데, 이는 거의 대부분의 노드들이 연결 관계를 갖고 있다는 것을 의미한다. 특히 세 시기에 걸친 연결성 밀도는 0.938(T1), 0.966(T2), 0.955(T3)로 1에 가까운 높은 수치를 보였다. 이는 이 네트워크가 완전 연결망(fully connected network)에 가깝게 대부분의

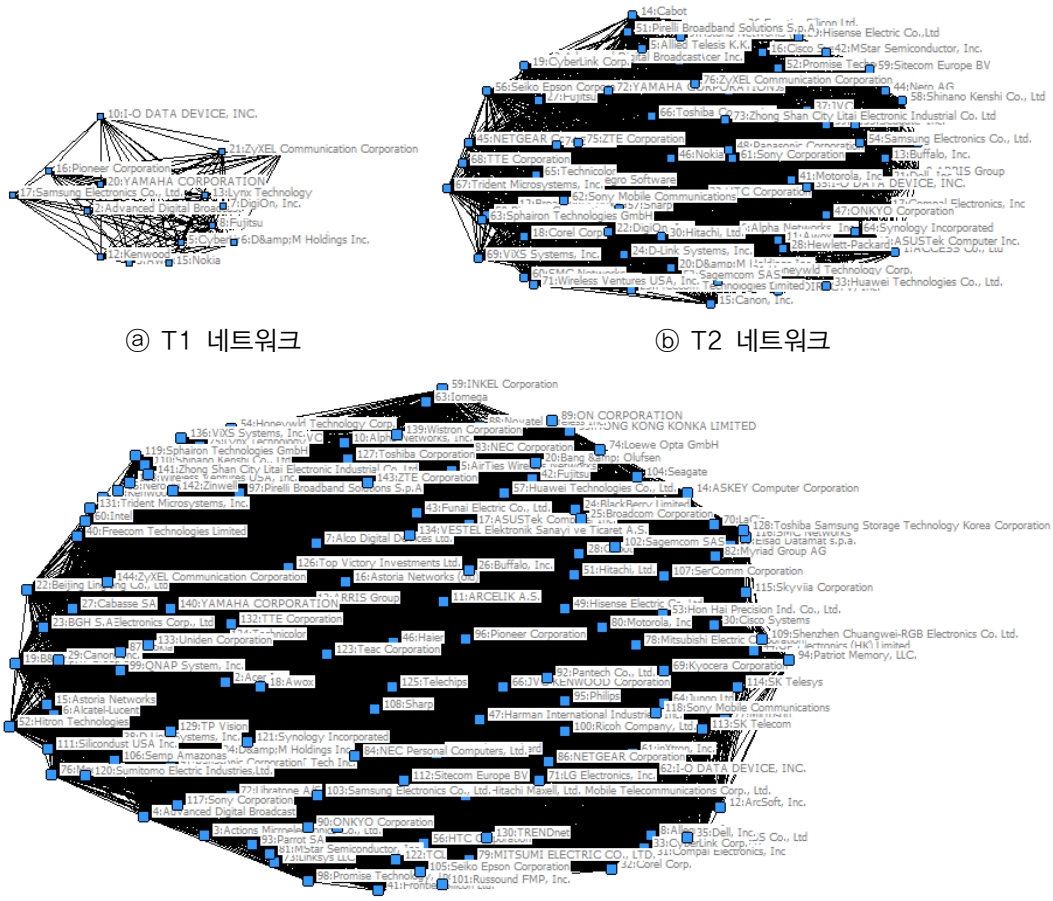
노드들이 촘촘하게 연결되어 응집성이 크다는 것을 의미한다. 또한 네트워크 내 노드들은 상호 보완적 기술 특성에 의해 강력하게 결합되어 있어서, 노드의 증가에도 네트워크의 응집성은 거의 변화가 없는 것으로 보인다.

〈표 4〉 네트워크 수준 지표

네트워크 구분	T1	T2	T3
시기	2006 ~ 2007	2008 ~ 2010	2011 ~ 2015
노드 크기	21	76	144
평균 연결정도	18.762	72.447	136.5
연결성 밀도(D_b)	0.938	0.966	0.955
연결강도 밀도(D_v)	0.173	0.106	0.079
연결 집중도	0.068	0.035	0.046

연결성 밀도에 비해, 연결강도 밀도는 상대적으로 매우 낮게 나타났다. 이는 대부분의 노드들이 상호 연결되어 있기는 하나 연결 강도는 약하다는 것을 의미한다. 즉, 이 네트워크는 구조적으로 느슨하게 연결된 생태계의 특징을 반영한다고 할 수 있다. DLNA에 관여하는 기업 간 상호작용 관계는 직접적인 제휴나 협업에 의한 것이 아니다. 기업들은 기술표준을 중심으로 제품을 통해 간접적으로 상호작용한다. 기업 간 상호작용은 제품 기능에만 의존하기 때문에, 기업들은 상호 느슨하고 약한 연결 관계를 보인다고 할 수 있다. 〈표 4〉에서 연결강도 밀도는 네트워크의 성장에 따라 0.173(T1), 0.106(T2), 0.079(T3)로 점점 약화되는 것을 볼 수 있다. 네트워크에 참여하는 기업의 수가 증가할수록, 고객 입장에서는 보완 제품 선택의 폭이 넓어지게 된다. DLNA 네트워크에서 기업 간 상호작용 관계는 제품 간 보완적 활용 관계에 의해 결정되므로, 보완 제품의 수가 많아질수록 개별 제품에 대한 평균적인 의존성은 낮아지고 기업 간 연결강도는 약해지게 된다. 한편, 연결집중도는 모든 시기에 걸쳐 매우 낮은 수치를 나타냈다. 연결집중도는 특정 노드에 대한 집중화 정도를 나타내는 지표이다. DLNA 네트워크는 대부분의 노드들이 상호 촘촘히 연결되어 있어서 연결 관계가 특정 노드에 쏠리는 현상은 거의 없다고 할 수 있다.

(그림 3)의 네트워크 그래프는 기술혁신 시기에 따라 네트워크 규모가 급격하게 확장되는 상황을 시각적으로 보여준다. 기술이 발전하고 네트워크가 성장함에 따라 네트워크의 복잡성은 더욱 커진다. 특히 DLNA 생태계는 보완적 기술 특성에 의해 노드(기업)들이 강력하게 연결되므로 세 네트워크 모두 촘촘하고 고른 연결 구조를 보인다. 그러나 〈표 4〉에 의하면 연결강도 밀도는 기술혁신에 따라 낮아지는 것으로 나타났는데, 연결강도 밀도, 즉 노드 간 평균 연결강



ⓐ T1 네트워크 ⓑ T2 네트워크

ⓒ T3 네트워크

(그림 3) 기술혁신 시기에 따른 네트워크 시각화

도가 달라졌다는 것은 네트워크 내부에 어떤 구조적 변화가 있었음을 의미한다. 이에 본 연구는 네트워크 구조 측면의 추가적인 분석을 수행하였다.

2. 네트워크의 구조적 변화

DLNA 네트워크의 구조적 변화를 살펴보기 위해 CONCOR 분석을 수행하였다. 이 분석은 네트워크 내 구조적으로 등위적인 노드들을 파악하고, 다른 노드들과의 관계 패턴을 분석하는 기법이다. 기술혁신 시기에 따라 등위적인 노드 집단 간 관계가 어떻게 변화하였는지 살펴보기 위해서 T1, T2, T3 각 네트워크에 대하여 동일한 수의 집단 분할을 가정하였다. 이를 위해

분할횟수를 3으로 동일하게 지정하여 분석을 수행하였다. 기술혁신 시기에 따른 CONCOR 분석의 결과는 (그림 4), (그림 5), (그림 6)과 같이 각 기술혁신 시기별로 모든 노드들을 4가지 등위 집단으로 구분한 블록 모델로 나타났다.

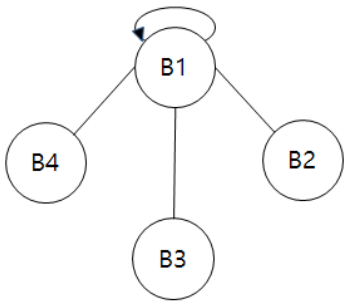
ⓐ 블록밀도 행렬

	B1	B2	B3	B4
B1	0.225	0.571	0.630	0.609
B2	0.571	0.041	0.097	0.138
B3	0.630	0.097	0.013	0.065
B4	0.609	0.138	0.065	0.052

ⓑ 블록이미지 행렬

	B1	B2	B3	B4
B1	1	1	1	1
B2	1	0	0	0
B3	1	0	0	0
B4	1	0	0	0

ⓒ 축소 그래프



(그림 4) T1 (2006~2007년) 시기의 블록 모델링

(그림 4)는 2006년 DLNA 기술 가이드라인이 처음 발표된 이후 생태계 조성 초기의 네트워크 구조를 보여준다. T1 네트워크의 블록밀도 행렬(ⓐ)을 보면, B1 블록이 다른 모든 블록에 대해 연결 강도가 가장 높게 나타난다. 블록 간 관계를 좀 더 단순화시켜서 분석하기 위해 T1 네트워크 전체의 평균적인 연결강도 0.173을 기준점으로 하여 블록이미지 행렬(ⓑ)을 작성하였다. 블록이미지 행렬로부터 T1 네트워크에 전체적으로 가장 영향력 있는 그룹은 블록1이었으며, 다른 모든 블록들은 블록1과의 연결 관계에 의존하여 네트워크에 연결되는 것으로 나타났다. 블록이미지 행렬을 시각화한 축소 그래프(ⓒ)를 보면, B1 블록에 의해 전체 네트워크가 연결되는 것을 알 수 있다. 이는 B1 블록에 속한 노드들이 이 네트워크 구조에서 가장 중요한 위치를 차지한다는 것을 의미한다.

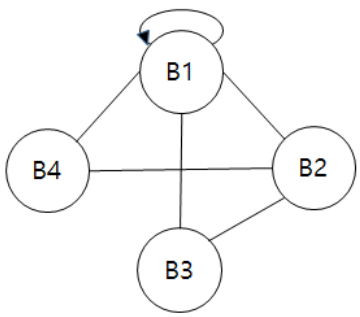
ⓐ 블록밀도 행렬

	B1	B2	B3	B4
B1	0.362	0.342	0.403	0.403
B2	0.342	0.090	0.111	0.124
B3	0.403	0.111	0.026	0.054
B4	0.403	0.124	0.054	0.038

ⓑ 블록이미지 행렬

	B1	B2	B3	B4
B1	1	1	1	1
B2	1	0	1	1
B3	1	1	0	0
B4	1	1	0	0

ⓒ 축소 그래프



(그림 5) T2 (2008~2010년) 시기의 블록 모델링

(그림 5)의 블록 모델은 2008년 기술 가이드라인의 개선으로 DLNA 인증 제품 범위가 다양한 멀티미디어 디바이스들을 포괄할 수 있도록 확산되던 시기의 네트워크 구조를 보여준다. (그림 4)와 (그림 5)의 블록밀도 행렬을 비교해 보면, T2 네트워크의 블록 간 밀도의 편차가 T1 네트워크 보다 줄어들었다는 것을 알 수 있다. 즉, T1 네트워크 보다 T2 네트워크의 연결 관계가 좀 더 고르고 평평하다고 할 수 있다. 이는 기술혁신이 더욱 폭넓게 확산되어 보다 많은 기업들에게 혁신이 확산되었음을 의미한다. 블록 간 관계를 축약한 블록이미지 행렬(ⓑ)을 보면, T1 네트워크와 비교하여 T2 네트워크에서 보다 많은 블록들이 상호 연결됨을 알 수 있다. T2 네트워크에서도 블록1이 가장 중심적인 위치에서 있는 것으로 나타났으며, 블록 2도 다른 모든 블록들과 연결 관계를 갖는 것으로 나타났다. (그림 5)의 축소 그래프(ⓒ)를 보면, B1 블록은 다른 모든 블록들과 연결되어 가장 중요한 위치에 있으며, B2 블록도 네트워크 전체의 연결성을 향상시키는 촉매제 역할을 하는 것으로 해석할 수 있다.

2011년 이후 DLNA는 소프트웨어에도 DLNA 기술을 활용할 수 있도록 허용했다. 이에 따라 소프트웨어적인 방식으로 DLNA 기술 가이드라인과 호환 가능한 다양한 제품을 개발할 수 있게 되면서 DLNA 생태계가 더욱 확산되었고, 생태계의 중심인 디바이스 제조사들의 협력 네트

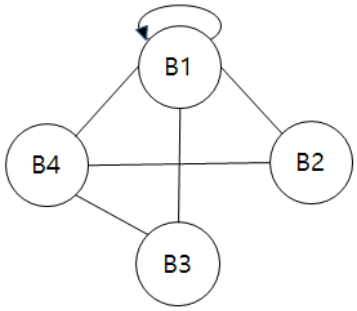
ⓐ 블록밀도 행렬

	B1	B2	B3	B4
B1	0.257	0.273	0.292	0.242
B2	0.273	0.062	0.073	0.125
B3	0.292	0.073	0.018	0.100
B4	0.242	0.125	0.100	0.064

ⓑ 블록이미지 행렬

	B1	B2	B3	B4
B1	1	1	1	1
B2	1	0	0	1
B3	1	0	0	1
B4	1	1	1	0

ⓒ 축소 그래프



(그림 6) T3 시기(2011~2015년)의 블록 모델링

워크 규모도 같이 커지게 되었다. (그림 6)은 2011년 이후 DLNA 네트워크의 구조적 등위성 분석 결과이다. T3 네트워크의 블록밀도 행렬(ⓐ)을 T2 네트워크와 비교해 보면, T3 네트워크의 블록 간 밀도의 편차가 T2 네트워크보다 더 줄어들었음을 알 수 있다. 이는 T3 네트워크에서 노드 간의 연결 관계가 더 고르게 퍼져있음을 의미한다. 좀 더 명확한 비교를 위해 블록이미지 행렬(ⓑ)과 축소 그래프(ⓒ)를 살펴보면, B1 블록이 T3 네트워크의 중심적인 위치에서 다른 모든 노드들과 연결되어 있음을 알 수 있다. 또한 B4 블록도 다른 블록들과 연결 관계를 갖는데, 이를 통해 T3 네트워크의 연결성이 더욱 향상되었다고 볼 수 있다.

구조적 등위성의 분석결과를 종합해 보면, 모든 기술혁신 시기에 걸쳐 네트워크 연결구조에서 중요한 역할을 수행하는 핵심 블록 그룹이 존재하였고, 그 구조적 위치가 기술혁신에 따라 변화해왔다는 것을 알 수 있다. 네트워크에 참여하는 기업들의 위치가 어떻게 달라졌는지를 보다 구체적으로 분석하기 위해 〈표 5〉에서 T1, T2, T3 시기별로 핵심 블록에 속한 기업들의 차이를 비교하였다. 네트워크 연결 관계에서 중요한 위치를 차지하는 핵심 블록에 소속된 구성원들이 누구인가에 따라 그 블록이 네트워크 내에서 가지는 지위나 역할도 변화할 것이다. 따라서 본 연구에서는 종단적으로 변화하는 네트워크에서 핵심 블록에 소속된 기업들의 면모를 비

〈표 5〉 기술혁신에 따른 네트워크 구조의 종단적 변화

등위 집단	T1	T2	T3
핵심그룹 [Block 1]	Sony Corporation NEC Corporation	LG Electronics, Inc. NEC Corporation Panasonic Corporation Samsung Electronics Co., Ltd. Sony Corporation Toshiba Corporation	LG Electronics, Inc. NEC Corporation NEC Personal Computers, Ltd. Panasonic Corporation Samsung Electronics Co., Ltd. Sharp Sony Corporation Sony Mobile Communications Toshiba Corporation TP Vision
중간그룹 [Block 2]		Acer, Inc. Dell, Inc. Hitachi, Ltd. ONKYO Corporation Philips Pioneer Corporation Sharp	
주변그룹 [Block 4]			Access Co., Ltd.외 109개 기업

교하여 네트워크의 구조적 변화를 설명하고자 하였다. 〈표 5〉는 앞서 세 시기의 블록 모델링 분석 결과 각 네트워크의 연결성에 영향을 미치는 것으로 파악된 주요 블록별 구성 기업들을 보여 준다.

〈표 5〉에서 Block 1은 모든 종단적 네트워크에 있어서 연결 관계의 중심에 있는 그룹으로 볼 수 있다. Block 1을 구성하는 기업들은 기술혁신에 따라 계속 증가하고 있다. Block 1은 각 네트워크의 연결 관계를 중재하는 중심 역할을 수행하는 그룹으로서, 이 그룹에 속하는 기업들의 역할에 의해 네트워크 내에서 기술혁신이 확산된다고 볼 수 있다. T1의 Block 1 구성원들은 생태계 조성 초기 DLNA 기술 표준화와 제품 도입을 적극적으로 추진했던 기업들이다. 혁신이 본격적으로 확산된 T2 네트워크에서 Block 1을 보면 네트워크 내에서 연결 관계의 중추 역할을 하는 기업들이 더욱 많아진 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 T3 네트워크에서도 이어진다. 특히 T3 네트워크의 새로운 구성원들을 보면, Sharp, Sony Mobile, TP Vision과 같이 스마트 디바이스 제조 및 판매 전문 업체들이 생태계에 새롭게 참여하여 네트워크의 연결성에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 실제로 Block 1에 속하는 기업들은 대부분 DLNA를 공식적으로 후원하면서 적극적으로 DLNA 기술을 채택하여 제품을 생산하는 주요 회원사들이다. 이들은 네트워크 연결구조의 중심으로서 생태계 초기에는 혁신의 초기 수용자(early adopter)가

되어 DLNA 기술의 가치를 전파하고 기술 활용 방식을 제도화하였으며, 혁신의 상업화가 본격화된 이후 보다 많은 기업들이 Block 1에 편입되어 DLNA 기술 도입을 적극 지지하게 되면서 DLNA의 기술혁신이 홈네트워크 산업 전반에 확산되도록 기여하였다.

한편, 앞서 (그림 5)와 (그림 6)의 블록 모델링 결과로부터 기술혁신이 확산되면서 Block 1뿐만 아니라 Block 2와 Block 4도 네트워크 구조의 변화에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. Block 2가 네트워크 구조에 영향을 미치는 시기는 DLNA 인증 제품의 범위가 확대되던 시기로, 이 시기 T2 네트워크의 Block 2를 구성하는 기업들을 보면 컴퓨터, 홈씨어터, 오디오/비디오 시스템 등 다양한 멀티미디어 기기를 포괄한다. 이들 다양한 제품 모델을 보유한 멀티미디어 제조사들의 참여는 가전 소비 시장 전반에 DLNA 기술을 침투시키는 계기가 되었다고 볼 수 있다. 즉, 소비자들은 일상적으로 활용하는 다양한 멀티미디어 기기를 통해 DLNA 기술을 더 많이 접하게 되었다. 이에 따라 소비자들은 이미 보유한 DLNA 제품을 홈네트워크 환경에서 사용하기 위해 새로운 멀티미디어 기기 구매 선택에 있어 DLNA와의 호환성 여부를 중요한 요소로 고려하게 되었다. 이러한 분석결과로부터 가전 및 홈네트워크 산업 전반에 DLNA 기술이 확산되는데 있어 Block 2의 기업들이 지렛대 또는 촉매제로서의 역할을 수행했다고 볼 수 있다.

2011년 DLNA 기술의 개방으로 소프트웨어에도 DLNA 기술이 적용됨에 따라 기존의 DLNA 인증 제품들과 호환되는 제품과 애플리케이션 서비스의 수가 더욱 늘어나게 되었다. 이 시기 T3 네트워크에서는 Block 1과 함께 Block 4도 네트워크 구조에 영향을 미치는 것으로 나타났다. Block 4에서는 DLNA 생태계 참여 기업 144개사 중 109개 기업들이 같은 위치를 공유한다. DLNA 기술의 개방적 혁신은 보다 많은 생태계 참여자들을 끌어들였다. 즉, 기존에는 소수의 대형 가전업체들이 주로 DLNA 기술의 확산에 영향을 미쳤다면, 이제는 다수의 소규모 제조사들의 참여가 기술의 경제적 가치창출 능력을 제고하고 있다고 말할 수 있다. 이는 디지털 기술의 롱테일 법칙(long-tail theory)에 부합하는 결과로, 생태계 참여자들에 의해 공동으로 창출되는 네트워크의 경제적 가치는 소규모의 경제주체들이 더욱 많이 참여할수록 극대화된다고 볼 수 있다.

V. 결론 및 시사점

본 연구의 목적은 기술혁신에 따른 산업생태계의 동태성을 실증하는데 있다. 특히, 기술혁신의 상업적 활용을 둘러싼 기업 간 상호작용을 구조적으로 분석하고, 혁신이 산업 전체에 확산되

는 과정에서 기업 간 상호작용 패턴이 어떻게 변화하는지를 살펴봄으로써 산업의 지속적 성장을 위한 혁신 전략의 방향성을 제시하고자 하였다. 실증조사를 위해 홈네트워크 분야의 기술표준화 기구인 DLNA를 대상으로 기술 활용을 위한 기업 간 협력 네트워크의 구조적 특징을 분석하였다.

분석결과는 기술혁신의 과정에서 기업 간 상호작용 패턴의 동태적 변화를 보여준다. 즉, 기술혁신에 의해 기술 활용 방식이 변화하면서 기술 활용 네트워크에 참여하는 기업들의 상호작용 패턴이 변화된 것을 확인할 수 있었다. 기술혁신에 따른 기업 간 상호작용 패턴의 변화는 크게 세 가지로 나타났다. 첫째, 기술혁신의 초기 수용 기업들에 의해 기술 활용 방식이 제도화되었다. 둘째, 규모의 경제를 실현할 수 있는 기업들을 중심으로 혁신이 산업 전반에 확산되었다. 셋째, 기술 개방에 의해 보다 다양하고 효율적인 기술 활용 방식이 확산되면서 다수의 소규모 제조사나 소프트웨어 개발자들의 참여가 촉진되어 더욱 높은 경제적 가치를 창출하게 되었다. 결국 기술의 활용 범위가 점차적으로 확대됨에 따라 기술 활용 네트워크가 재조직되면서 혁신이 확산된다고 할 수 있다.

산업의 기술혁신이 성공하기 위해서는 혁신으로부터 높은 경제적 가치가 창출되어야 한다. 이를 위해서는 혁신이 산업 전반에 확산되고 다양한 제품 및 서비스에 통합되어 소비자에게 편익을 제공할 수 있어야 한다. 생태계 관점에서 혁신의 경제적 가치는 다양한 혁신주체들의 상호작용에 의해 창출된다. 따라서 혁신이 성공적으로 확산되기 위해서는 관련 주체들이 적극적으로 혁신을 채택하고 활용할 수 있도록 효율적인 자원 활용 네트워크를 구축해야 한다.

결국 기술혁신은 생태계 관점에서 산업 내 다양한 경제주체들을 포괄할 수 있도록 이루어져야 한다. 이를 위해서는 단순히 기술의 기능적인 개선이나 용량의 확장에 국한되기 보다는 기술의 제품화 범위를 확대하는 방향으로 기술혁신이 이루어져야 한다. 이때 기술의 제품화에서 더 나아가 제품 간의 호환성과 보완적 활용을 증대시킴으로써 기술자원의 교환적 활용을 위한 기업 간 네트워크를 전략적으로 구축할 수 있을 것이다.

본 연구는 산업생태계의 동태성을 정량적으로 실증했다는데 학문적 의의가 있다. 기존의 혁신 관련 연구들은 주로 혁신 영향 요인에만 초점을 맞추었기 때문에 산업이나 사회경제 시스템의 역동적인 변화를 설명하는 데는 한계가 있었다(Mercan and Göktaş, 2011). 최근에는 몇몇 연구들이 구조적인 시각에서 산업의 혁신을 다루기도 하나, 대부분 이론적인 논의에 그칠 뿐 실증적인 분석은 거의 이루어지지 못했다. 본 연구에서는 사회네트워크분석 기법을 적용하여 기술혁신의 활용을 둘러싼 기업들의 상호작용 패턴의 변화를 측정함으로써 산업의 구조적 동태성 연구를 위한 실증적 접근법을 제시하였다. 기술혁신이 성공하기 위해서는 기술 활용과 관련된 산업 네트워크를 효과적으로 조직하고 관리해야 한다. 이러한 관점에서 본 연구가 산업 구조

화 전략에 대한 후속연구를 유발할 것으로 예상된다.

한편, 본 연구는 실무적으로도 활용 가치가 높다. 최근 기업, 정부기관, 산업계 등에서 생태계 관점에서 혁신 문제를 다루려는 시도가 많아졌다. 그러나 대부분의 혁신 정책들은 여전히 과거 혁신체제의 관점을 벗어나지 못하고, 기술개발이나 인적자원 확충 또는 조직 기구의 설치에 초점을 맞추고 있다. 생태계 관점에서 볼 때 혁신의 성공은 경제주체들이 얼마나 효율적으로 기술혁신을 활용할 수 있는가에 달려 있으므로, 혁신 전략의 수립은 기술의 상업화 관점에서 기술 활용 네트워크를 구축하는데 초점을 맞추어야 한다. 이때 기술혁신의 확산이 지속되기 위해서는 기술 활용 네트워크를 끊임없이 재조직하고 역동적으로 변화시켜야 한다. 본 연구는 기술 활용 네트워크에서 참여자들의 역할 중심으로 네트워크의 변화 패턴을 설명함으로써 기술혁신의 확산을 위한 기술 활용 네트워크의 구조화 전략을 제시하였다. 본 연구가 제시한 전략적 접근은 기업의 기술혁신 뿐만 아니라 산업경제 활성화와 지역혁신에 있어서도 혁신 전략 수립 시 참고가 될 수 있을 것이다. 또한 혁신에 대한 시계열적 시각은 혁신성과가 일련의 전략적 프레임에 의해 중장기적이고 지속적으로 관리될 필요가 있음을 시사한다. 기술의 급격한 발전으로 기술혁신의 주기는 보다 단축되고 산업 구조의 재편도 더욱 빨라지고 있다. 특히 지난 10년 간 모바일을 중심으로 한 정보통신기술의 놀라운 발전은 사람들의 삶의 패턴과 사회경제 구조마저 완전히 새롭게 변화시켰다. 더욱이 최근 화두가 되고 있는 4차 산업혁명은 전통적인 제조업과 정보통신산업의 경계를 허물고 사물인터넷이 중심이 되는 지능형 사회로의 변화를 촉진할 것으로 예상된다. 따라서 앞으로의 혁신정책은 기술, 산업, 사회 전체의 진화를 고려하여 추진되어야 한다. 이에 본 연구가 제시하는 혁신생태계의 구조적이고 역동적인 관점은 미래 사회 변화를 위한 혁신정책의 전략적 방향 설정에 있어 시사하는 바가 크다.

본 연구는 혁신 확산에 있어서 협력적 가치창출의 양상을 실증하였다는 점에서 연구의 가치가 높지만, 실증조사와 분석 결과의 확장에 있어서 몇 가지 한계점을 갖는다. 첫째, 본 연구는 제품 간 기능적 상호작용으로부터 기술 활용에 관련된 기업 간 네트워크를 유추하여 실증분석을 수행하였다. 즉, 실증조사를 위해 구성된 네트워크는 기술 특징에 의해 기업들이 간접적으로 상호작용하는 네트워크로서, 기업 간에 물리적인 자원을 직접적으로 교환하는 것이 아니라 제품 기능에 의해 서비스를 교환하는 네트워크이다. 따라서 실증분석에서 기업들은 모두 단일한 계층 수준에서 상호작용하는 것으로 다루어졌다. 그러나 실제 산업의 구조는 동일한 수준의 제품 제조사로만 구성된 것이 아니다. 원천 기술의 개발, 기술의 모듈화, 기술적용 인프라, 컨설팅 등 다양한 영역에서 활동하는 주체들이 기술 사업화에 관여한다. 이에 본 연구는 산업의 다양한 계층 구조를 포괄적으로 반영하지 못했다는 한계점을 갖는다. 둘째, 본 연구는 기업 간 상호작용 관계를 구성하기 위해 원래의 2-mode 데이터를 1-mode 행렬로 변환하여 분석에

활용하였다. 따라서 행렬 변환의 과정에서 정보의 손실이 있었을 가능성이 있다. 셋째, 본 연구의 실증분석의 대상은 기업 간 협력적인 기술 활용 네트워크이다. 기술 중심의 생태계는 기술의 보완적 활용 특성에 크게 의존하기 때문에 분석결과로부터 도출된 기업 간 상호작용 네트워크의 구조적 특징이 모든 종류의 혁신 상황을 설명할 수 있다고는 할 수 없다. 따라서 보다 다양한 산업생태계에 대하여 혁신 과정을 구조적으로 규명하고 그 차이를 비교하는 후속 연구가 필요할 것이다. 넷째, 본 연구는 기술표준을 둘러싼 기업 네트워크 구조의 변화 패턴을 분석하여 산업의 동태성을 설명하고자 하였다. 그러나 산업구조에 영향을 미치는 요인은 기업 간 상호작용뿐만 아니라, 요소기술이나 응용기술의 유기적 발전, 규제 및 정책, 시장수요의 변화 등 다양하다. 따라서 10년 간 네트워크 구조가 변화한 것은 기술이나 제도, 시장에서의 중요한 변화에 의해 유발되었을 가능성이 있다. 본 연구는 네트워크 분석에만 집중하여 산업 변화를 유발할 수 있는 다양한 영향요인들을 충분히 고려하지 못했다는 한계점을 갖는다. 다섯째, 본 연구는 혁신생태계의 이론적 관점을 채택하고는 있으나, 연구의 결과를 국가나 지역과 같은 거시적 차원의 혁신시스템으로 확장하는 데는 다소 무리가 있다. 본 연구에서 지칭하는 혁신생태계는 기술표준을 중심으로 하는 기업 협력 네트워크로 기술적 특수성에 기인한 관계 구조를 보인다. 일반적인 혁신생태계는 보다 다양한 혁신주체들이 관여하고, 기술의 활용뿐만 아니라 사회·경제적 특징, 문화 등 다양한 환경요소와 상호작용하게 된다. 따라서 혁신생태계에 대한 보다 확장된 함의를 도출하기 위해서는 다양한 사회경제 시스템에 대하여 혁신생태계의 특징을 규명하는 실증연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

곽기영 (2014), 「소셜 네트워크 분석」, 도서출판 청람.

김영수·김선배·김현우·최남희 (2015), 「지역의 산업기술 혁신생태계 구축 방안」, 산업연구원.

박웅·박호영 (2014), "기술사업화의 비즈니스 생태계 모형에 관한 연구", 「기술혁신학회지」, 17(4): 786-819.

손동원 (2002), 「사회 네트워크 분석」, 도서출판 경문사.

이수상 (2012), 「네트워크 분석 방법론」, 부산대학교 사회과학연구원 연구총서.

Adner, R. (2006), "Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem", *Harvard Business Review,* 84(4): 98-107.

Bessant, J. and Tidd, J. (2007), *Innovation and Entrepreneurship,* John Wiley and Sons.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., and Johnson, J. C. (2013), *Analyzing Social Networks*, SAGE Publications Limited.

Carayannis, E. G. and Campbell, D. F. (2012), *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems*, Springer.

Cooke, P., Uranga, M. G. and Etxebarria, G. (1997), "Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions", *Research Policy,* 26(4): 475-491.

Drees, J. M. and Heugens, P. P. (2013), "Synthesizing and Extending Resource Dependence Theory a Meta-Analysis", *Journal of Management*, 39(6): 1666-1698.

Durst, S. and Poutanen, P. (2013), "Success Factors of Innovation Ecosystems: A Literature Review", In Smeds, R. and Irrmann, O. (eds.), *CO-CREATE 2013: The Boundary-Crossing Conference on Co-Design in Innovation*, 16-19.

Edquist, C. (2006), "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges", In Fagerberg, J. and Mowery, D. C. (eds.), *Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press: New York.

Fransman, M. (2010), *The New ICT Ecosystem: Implications for Policy and Regulation*, Cambridge University Press.

Gulati, R. (1999), "Network Location and Learning: The Influence of Network Resources and Firm Capabilities on Alliance Formation", *Strategic Management Journal*, 20(5): 397-420.

Iansiti, M. and Levien, R. (2004), "Strategy as Ecology", *Harvard Business Review,* 82(3): 68-81.

Jalonen, H. (2011), "The Uncertainty of Innovation: A Systematic Review of the Literature", *Journal of Management Research*, 4(1): 1-47.

Leydesdorff, L. and Fritsch, M. (2006), "Measuring the Knowledge Base of Regional Innovation Systems in Germany in Terms of a Triple Helix Dynamics", *Research Policy,* 35(10): 1538-1553.

Leydesdorff, L. and Zawdie, G. (2010), "The Triple Helix Perspective of Innovation Systems", *Technology Analysis and Strategic Management*, 22(7): 789-804.

Lundvall, B.-Å. (1992), *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London: Anthem Press.

Lusch, R. F., Vargo, S. L. and O' Brien, M. (2007), "Competing through Service: Insights

from Service-Dominant Logic", *Journal of Retailing*, 83(1): 5-18.

Malerba, F. (2002), "Sectoral Systems of Innovation and Production", *Research Policy,* 31(2): 247-264.

Mercan, B. and Göktaş, D. (2011), "Components of Innovation Ecosystems: A Cross-Country Study", *International Research Journal of Finance and Economics,* (76): 102-112.

Moore, J. F. (1996), *The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems*, New York: HarperCollins.

Papaioannou, T., Wield, D. and Chataway, J. (2007), "Knowledge Ecologies and Ecosystems? An Empirically Grounded Reflection on Recent Developments in Innovation Systems Theory", *Environment and Planning C: Government and Policy*, 27(2): 319-339.

Peppard, J. and Rylander, A. (2006), "From Value Chain to Value Network: Insights for Mobile Operators", *European Management Journal,* 24(2-3): 128-141.

Pfeffer, J. and Salancik, G. R. (1978), *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*, New York: Harper and Row.

Porter, M. E. (1985), *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance,* New York: The Free Press.

Rogers, E. M. (1995), *Diffusion of Innovations*, New York: The Free Press.

Rubens, N., Still, K., Huhtamaki, J. and Russell, M. G. (2011), "A Network Analysis of Investment Firms as Resource Routers in Chinese Innovation Ecosystem", *Journal of Software* 6(9): 1737-1745.

Sotarauta, M. and Srinivas, S. (2006), "Co-evolutionary Policy Processes: Understanding Innovative Economies and Future Resilience", *Futures,* 38(3): 312-336.

Stabell, C. B. and Fjeldstad, Ø. D. (1998), "Configuring Value for Competitive Advantage: On Chains, Shops, and Networks", *Strategic Management Journal*, 19(5): 413-437.

Tapscott, D., Lowy, A. and Ticoll, D. (2000), *Digital Capital: Harnessing the Power of Business Webs*, Harvard Business Press.

Vargo, S. L. and Akaka, M. A. (2012), "Value Cocreation and Service Systems (Re)Formation: A Service Ecosystems View", *Service Science,* 4(3): 207-217.

Vargo, S. L. and Lusch, R. F. (2004), "Evolving to a New Dominant Logic for Marketing",

Journal of Marketing, 68(1): 1-17.

Yawson, R. M. (2009), "The Ecological System of Innovation: A New Architectural Framework for a Functional Evidence-Based Platform for Science and Innovation Policy", *The Future of Innovation Proceedings of the XXIV ISPIM 2009 Conference*, Vienna, Austria.

한은정

숙명여자대학교에서 경영학 박사학위를 취득하고, 현재 동아대학교 공동가치창출혁신연구소 연구원으로 재직 중이다. 관심분야는 디지털컨버전스, 혁신시스템, 비즈니스모델, 플랫폼비즈니스 등이다.

홍순구

네브라스카-링컨 대학교에서 경영학 박사학위를 취득하였다. 현재 동아대학교 경영정보학과 교수로 재직 중이며, 공동가치창출혁신연구소 소장을 겸임하고 있다. 관심분야는 IT 기반 지역혁신, Co-creation, 중소기업 정보화, 웹 접근성, 정보시스템 평가 등이다.