

ICT 공급자에 의한 기술 융합의 가능성: 자동차 산업에서의 실증적 연구

Possibilities of Technological Convergence by ICT Suppliers:
An Empirical Study on Automotive Industry

함경선(Kyung Sun Ham)*, 정재원(Jae Won Jung)**, 이정훈(Jung Hoon Lee)***

목 차

| | |
|------------|----------|
| I. 서 론 | IV. 연구방법 |
| II. 이론적 배경 | V. 분 석 |
| III. 가설 설정 | VI. 결 론 |

국 문 요 약

빠르게 변화하는 경쟁 환경에서 ICT 기업은 다른 산업 기술과의 결합을 통해 경쟁 우위를 얻으려 하고 다른 산업의 기업 또한 ICT와의 결합을 통해 혁신을 얻고자 한다. ICT 공급자에게 이전에는 완전히 다른 산업이 일단 ICT가 적용되면 그들의 시장으로 볼 수 있는 융합 현상이 나타나는 것이다. 본 연구는 ICT 기업이 기술 융합을 위해서 어떠한 노력을 해야 하는지에 대한 연구문제를 가지고 진화론적 관점에서 ICT 공급자의 행동과 기술 융합과 관계에 관심을 갖는다.

실증적으로 ICT 융합이 가장 활발하게 진행되는 자동차 분야를 대상으로 나스닥 등록 기업의 특허 활동에 따른 10년간의 기술 변화를 관찰하였다. ICT 공급자에 의한 기술적 시도의 혁신성은 기술 융합의 가능성을 높이지만 그 다양성은 그렇지 못하다는 결론을 얻음으로써 급변하는 환경에 대응하기 위해서 ICT 기업은 다양한 대안을 마련하는 것 보다는 집중이 필요하다는 시사점을 전달한다.

핵심어 : ICT 융합, 기술혁신, 범용기술, 진화론, 특허분석

※ 논문접수일: 2016.11.20, 1차수정일: 2017.1.2, 게재확정일: 2017.1.19

* 전자부품연구원 융합시스템연구본부 책임연구원, ksham@keti.re.kr, 031-789-7524

** 연세대학교 일반대학원 기술경영학협동과정 박사과정, jwjung0307@gmail.com

*** 연세대학교 정보대학원 교수, jhoonlee@yonsei.ac.kr, 02-2123-4529, 교신저자

ABSTRACT

By the means of pervasiveness of ICT, ICT firms in the dynamic competition try to get the competitive advantage through the combination with the other industrial technologies and the firms in other industries also seek innovations in this way. To ICT suppliers, the application industries were completely different before but if ICT is applied to that industries once, the convergence phenomenon could occur as a part of an ICT industry. So, this research focuses the causality between ICT supplier's behavior and technological convergence according to the research question about what should ICT firms do for ICT convergence.

We observed technological changes in the automotive industry through the Nasdaq listed firms' patent activities of 10-year period from the perspective of evolutionary theory. As a result, while the innovativeness of technological trials by ICT suppliers enhances the possibility of technological convergence, diversity of those can reduce the emergence of ICT convergence. This implies that ICT firms should focus specialized technologies for convergence rather than various technological options for the uncertain future.

Key Words : ICT convergence, Technological Innovation, General Purpose Technology, Evolutionary Theory, Patent Analysis

I. 서 론

기술 발전이 빠르고 경제적, 제도적 환경이 급변하는 ICT 산업의 기업들은 성장과 생존을 위해 새로운 영역에서 가치를 찾고 우위를 잡하기 위해 끊임없는 노력을 지속해야 하고(Basole, et al., 2015), 이러한 역동성이 ICT 생태계를 치열한 경쟁 환경으로 만들어 가고 있다(Iansiti and Richards, 2006; Basole and Rouse, 2008). 혁신의 확산 측면으로 ICT 융합을 볼 수 있는데, 관련된 연구는 주로 혁신의 수용 관점이고(Oliveira and Martins, 2011), 공급자 관점에서의 행동 전략에 관한 연구는 제한적이다. 기술 탐색의 관점으로 ICT 융합을 볼 수도 있다. 기업의 국지적, 원거리 탐색에 관한 연구(Hernández-Espallardo; Sánchez-Pérez et al., 2011; No, et al., 2014)와 마찬가지로 기술 융합은 서로 관련성이 적은 기술을 조합하는 불확실성이 높은 탐색으로 볼 수 있고, 이종성으로 인해 잠재적 가치를 갖는다고 볼 수 있다. 급변하는 경쟁 속에서 ICT 기업은 새로운 지식을 탐색하고 다양한 산업으로의 기술 융합을 시도할 것임에도 불구하고 먼 거리 탐색을 수행하는 ICT 기업에 대한 연구가 많지 않으며(Hwang and Lee, 2010), 특히 ICT 공급 관점에서의 기술 융합에 영향을 주는 요인에 관한 연구는 극히 드물다.

기술 융합은 서로 다른 지식이 기반이 되어(Hacklin, Marxt et al., 2009; Hacklin and Wallin, 2013) 다른 지식 영역에 존재하는 기술들의 통합을 개념화하는 것으로 다학제적 수준에서 다양한 분야의 기술적 지식들이 혼합되는 것으로 다뤄지고 있다(Pennings and Puranam, 2001; Lee, Olson et al., 2012). 이러한 기술 융합을 시작하는 촉발 요인과 그 원동력에 대해서 Hacklin은 서로 다른 기술의 결합을 통한 혁신이 융합을 촉발한다고 주장한다(Hacklin et al., 2009). 융합현상은 완전히 구분된 산업의 경계 지점에서 일어나기 때문에 각 산업에서의 후속적인 효과는 더욱 커지고 Nyström(2008)은 기술의 경계를 넘나드는 혁신을 통해 새로운 기회를 찾는 기업의 노력이 융합을 촉발한다고 강조한다. 그들의 연구는 융합이 시작되는 내·외부적인 요인과 그것이 지속될 수 있는 원동력에 대해 언급하고는 있으나, 불가지론적 입장에서 기술하고 있을 뿐 실증적인 뒷받침이 부족하다.

기술혁신은 이미 존재하는 기술을 재조합하여 얻을 수 있는데, 오늘날의 다양한 분야에서 나타나고 있는 기술 융합 현상도 이러한 과정으로 이해할 수 있다. 다양한 산업에 적용됨으로써 새로운 가치를 만들어내는 ICT 융합¹⁾은 ICT 기업에게는 급변하는 경쟁 환경 속에서 얻을 수

1) “이미 존재하는 응용 영역에 또 다른 기술이 같이 접목되어 나타나는 새로운 기술 흐름”의 정의(Adner et al., 2000)를 따르고, ICT는, “전송과 표시를 포함하는 전자적인 수단에 의해 정보 처리와 통신 기능을 주로 제공하는 제품”의 정의(OECD 2011)를 사용한다.

있는 효과적인 기술 혁신의 수단이 된다. 따라서 동적으로 변화하는 경쟁 환경에서 ICT기업은 어떤 노력을 경주해야 하는지, 경쟁적 우위를 가져다 줄 수 있는 기술 융합을 위해 어떻게 행동해야 하는지에 대한 의문을 갖고 연구를 진행한다. 본 연구에서는 ICT 융합과 ICT 공급자의 행위의 관계를 실증적으로 분석함으로써 기술 융합을 통해 새로운 기회를 얻고자 하는 ICT 기업에게 필요한 행동을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 경쟁 환경에서의 혁신과 확산

ICT 기술자체의 발전 속도가 빠르고 시장의 선호와 경제, 제도적 환경이 급변하면서 ICT 기업들은 치열한 경쟁 환경에 놓일 수밖에 없다(Basole, et al., 2015). 기술적 진보를 통해 얻은 경쟁 우위는 경쟁자들의 모방으로 인해 쉽게 잃게 되고 또 다른 기회를 얻기 위해서는 기술적 진보를 끊임없이 반복적으로 추구하고 해야 한다. 이에 다양한 분야로 쉽게 과급될 수 있는 기술 특성으로 인해 ICT 기업은 다양한 응용을 찾아 기술을 공급하려 하고 이것은 ICT 기업 간의 경쟁에서 새로운 틈새를 찾아 경쟁적 우위를 점하려는 시도가 이어진다. 이러한 경쟁 환경은 기업이 얻을 수 있고 타당하다고 보는 정보만을 활용하여 완벽하진 않지만 만족할 만한 수준의 의사결정을 내리게 된다는 제한된 합리성(March and Simon, 1958)을 가정한다. 이로 인해 기업은 생산이나 투자, R&D, 마케팅과 같은 기업 전략 전반에 걸쳐 상황에 맞는 최적의 판단보다는 이미 마련된 규칙을 적용하게 된다. 진화론에서는 반복적이고 예측 가능한 기업의 행동 패턴을 루틴이라고 정의하고 기존의 루틴을 통해 만족할 만한 수준의 결과를 얻지 못할 때 새로운 루틴을 만들어 가는 탐색을 통하여 진화한다고 한다(Hodgson and Knudsen, 2004). 환경과의 상호 작용 속에서 스스로의 만족 여부에 따라서 루틴이 복제되거나 새로운 루틴을 찾는 과정을 거듭하는 것이다. 따라서 기업들 간의 경쟁 환경에서의 기술 진보는 탐색 루틴으로 인한 다양성에 따른 것이고 각기 다른 루틴이 선택됨에 따라 기업들간의 차등성이 생겨나는 것이다. 변화를 추구하는 기업 입장에서는 불확실성을 전제하는 탐색 과정에서 환경으로부터 어떤 선택이 있을지는 사전적으로 알 수 없고 사후적인 결과에 대한 만족 여부에 따라 또 다른 탐색 루틴을 작동한다. 결과적으로 만족할 만한 수준의 루틴은 기업의 내부적으로는 복제가 이뤄지고 성공적 결과를 기대하는 외부 조직에게는 모방의 대상이 되어 산업 전반에 걸쳐 확산되는 것이다(Nelson and Winter, 1982).

2. 기술적 패러다임과 기술진화

기술 융합은 완전히 구분된 서로 다른 산업에서 응용과 비즈니스를 창출한다는 측면에서 기술 변화로 나타나는 기술진보로 볼 수 있다(Hacklin, et al., 2010). ICT 기업에게는 다른 산업의 영역에서 새로운 조합을 찾는 탐색 루틴이 작동하는 것이다. 이러한 기술적 진보는 ICT 내재적 요인만으로 결정되는 것은 아니다. 다른 산업 기술과의 조합으로 만들어지는 기술 변화이다. ICT 수용자도 마찬가지이다. 그들에게도 혁신을 찾는 탐색 루틴이 진행되고 ICT를 수단으로 활용하여 경쟁력을 만들어내게 된다. 즉, 수용자가 속한 산업에서 ICT에 의한 기술 변화가 생겨나는 것이다. 이러한 기술 변화는 시장의 니즈에 따르는 수요 견인과 기술발전에 따른 기술 주도 관점으로 바라볼 수 있을 것이다. Dosi(1982)는 아직 존재하지 않을 수 있는 혁신에 대한 시장 니즈와 선행관계가 불분명하고 혁신에 대한 결과를 예측하기 어렵다는 이유로 이 두 가지 관점의 한계를 지적한다. 반면 사회적, 경제적, 제도적 요인과의 상호작용 속에서 혁신 행위자들의 활발한 탐색이 나타나며 환경에 의한 선택 이후 정상적인 경제적 메커니즘 속에서 수많은 기술 진보가 나타난다고 설명한다. Nelson와 Winter(1982)를 비롯한 신슈페터주의자들은 기존의 신고전경제학과는 달리 생물학적 개념을 도입하여 경제 행위자들의 다양한 행동이 시장 환경과의 동적인 상호작용 속에서 학습하고 진화해 나간다는 점을 강조한다(Nelson and Winter, 1982; Dosi and Nelson, 1994). 다양한 루틴의 반복과 복제, 새로운 루틴의 생성, 루틴의 모방의 과정을 통해서 기업 활동의 다양성이 생겨나고 시장은 이러한 활동들의 궁극적인 성공여부를 결정하며 기업은 만족할 만한 수준에서 결과를 평가하게 된다.

기술 융합과정에서 ICT 기업은 결과를 확신할 수 없는 상황에서 기술이 수용되기를 기대한다. 이때 수용자의 선택은 Dosi(1982)가 말하는 ‘선택장치’로 작동한다. ICT 기업에 의해 준비된 많은 기술적 대안이 있을 때 수용자는 그들이 갖는 문제를 해결하기 위해 준비된 대안 중 일부를 선택하게 된다. 그 후에는 독점적인 기술 성숙과 고도화, 그리고 네트워크 외부성에 의해 성공한 루틴을 모방하는 확산이 일어난다.

3. 높은 수준의 루틴인 ‘동태적 기업 역량’

자원기반 관점으로 볼 때 기업은 발전 능력이 있는 생산적 실물자원과 인적자원의 묶음으로 간주되므로 경영진의 의사결정은 그 기업만의 독특한 자원의 조합을 통해 기업의 능력을 만들어 내는 것이다(Penrose and Pitelis, 2002). 이러한 역량은 Winter(2003)가 말하는 ‘높은 수준의 루틴’으로 기업 가치를 만들어갈 수 있는 전략의 근간이 되며 제한된 합리성으로 인해 기업

마다 각기 상이하게 발전한다. 지식기반 관점으로도 지식이 기업의 생산 활동에 필요한 자원 투입을 결정한다는 것은 기업이 보유 자원을 활용할 수 있는 능력과 역량을 갖는다는 것이고 다양한 기업 활동에서의 전제 조건이 되는 것이다(Mahoney, 1995; Rahmeyer, 2007).

정태적인 자원기반관점과는 달리 동태적 경쟁 환경에서는 기업의 능력과 역량이 경쟁력과 경계를 결정한다(Teece, et al., 1997). 이것은 탐색에 의한 학습과 혁신 과정의 결과뿐만 아니라 경로에 의존적인 지식확대의 결과이기도 하다. 기술 발전에 있어서도 많은 기술들이 선행 기술로부터 영향을 받고 그것을 바탕으로 보완하여 다음 단계 기술의 기반이 된다. 타당하고 일관적인 전략이 없다면 경쟁상황에 대응하기 위한 자원 활용의 정당성은 지지를 얻지 못할 것이다. 반면 제한된 합리성을 가정하는 진화론적 접근으로는 이러한 전략을 이해하기 어렵다. 역동적으로 변화하는 상황에서 기업은 다양한 행동을 고려할 수밖에 없기 때문이다. 사후적으로 결정되는 불확실한 것에 대해 확신을 갖는 전략에 있어 딜레마가 있는 것이다(Nelson, 1991).

기업 행동에 있어서 전략적으로 큰 차이가 없더라도 다양한 행동과 국지적인 학습과 경험으로 인해 결과적인 차이는 커질 수 있다. 경험에 의해 성공적으로 적용된 루틴은 이후의 의사결정에 있어서 문제해결에 근접한 루틴으로 인식되어 반복적으로 경로 의존성을 만들어 내지만 필요한 시기에 원하는 가능한 결과를 가져다 줄 수 있으므로 이러한 숙련된 루틴을 잘 구성하고 효과적으로 사용하는 것은 성공적 기업 활동에 있어서 필수적이라고 할 수 있다(Nelson, 1991). 따라서 자원과 함께 루틴을 잘 활용할 수 있는 능력을 형성하고 그것을 성장시키거나 변화시킬 수 있는 역량은 높은 수준의 루틴으로서 기업의 경쟁력을 결정하게 된다(Dosi and Teece, 1998). 이러한 기업의 역량은 혁신을 통한 이익을 실현하는데 있어 자산과 활동을 통제할 수 있고 슈퍼타적 경쟁 환경에서는 이러한 역량에 의한 혁신과 그에 따른 전유성 확보가 반복적으로 이어지게 된다(Teece, et al., 1997).

III. 가설 설정

ICT 기업은 다른 산업에서의 기술 융합을 기회로 보고 해당 산업에서의 선택을 기대하며 만족할 만한 수준의 기술 대안을 준비하려고 노력한다. ICT를 수용하는 입장에서는 ICT 기업이 마련한 기술 대안 중 최선의 기술을 선택한 후 시장 환경에 맞는 기술로 발전시키려 한다. 이러한 진화론적 관점에서는 기술 입력과 시장 환경으로의 적합도를 결부시키기 위한 행위자의 특성과 행동을 설명할 수 있어야 한다(Dosi and Nelson, 1994). 이에 저자는 제한된 합리성으로

인해 각 행위자들의 블라인드 탐색과 선택이 이뤄지는 상황에서 ICT 기업은 어떻게 행동해야 하는지에 관한 행동에 집중한다.

가설 설정을 위해 사용되는 분석단위인 ‘기술적 시도’는 ICT 공급자가 기술 융합을 기대하며 준비하는 기술 혁신이고, ICT 수용자가 활용할 수 있는 ICT의 기술 단위이다. ICT 수용자가 이 혁신을 활용할 때 기술 융합이 이뤄졌다고 본다. 이후의 동일한 기술 대안이 ICT 수용자에 의해 반복적으로 활용될 때 ICT 융합에 의해 새로운 기술 궤도가 형성된다고 볼 수 있다.

가설 설정을 위해서 ICT 기업은 제한된 합리성에 근거해서 기술 융합을 시도하고 그렇게 마련된 대안 중 적합한 것을 선택하는 주체는 ICT 수용자가 된다고 전제한다. 따라서 가설 검증을 통해 ICT 기업은 기술 수용자의 선택을 받기 위해 어떠한 방식으로 행동해야 하는가를 알고자 하는 것이다. ICT 기업이 기술 수용자의 선택을 얻어내는 것은 ICT 융합을 촉발시키는 것으로 다음 단계의 기술 진화를 만들어 낸다. Dosi(1982)가 말하는 “기술적 궤도”는 행위자의 기회 인식에서 시작되는 기술 발전으로 기술이 주는 기대 이익에 따라 좌우된다. 결국 기술 융합을 통해 기술이 진화하는 것은 기술의 잠재 가치를 수용자가 인식할 수 있는가의 문제로 귀결된다고 볼 수 있다. 이에 저자는 ICT 기업이 기술 융합의 방식으로 기술 대안을 마련하고 ICT 수용자를 환경의 일부로 보는 관계에서 그들 사이에는 인지적인 거리가 있다고 본다. 이 인지적 거리가 작을 때에는 기술 융합이 쉽게 일어나는 반면 그렇지 않을 때는 기업들의 특성과 행동이 기술 융합에 영향을 미칠 것이라고 보는 것이다.

ICT 공급자 측면에서의 행동은 다음의 두 가지 개념으로 볼 수 있다. 첫째는 ICT 공급자에 의한 기술적 시도의 혁신성으로 ICT 공급자가 이미 갖고 있는 지식과 새로운 기술적 시도와의 지식 차이이다. ICT 공급자가 그들의 친숙함에 의지하게 되면 국지적인 혁신에 머무르게 되고 반대로 먼 거리 탐색으로 외부 지식을 활용하게 되면 그 가치는 높아지게 된다. ICT 기업이 특정의 응용 분야를 대상으로 먼 거리 탐색을 한다는 것은 ICT 수용자에게 가까운 지식을 활용한다는 것이고 ICT 공급자와 수용자간의 인지적 거리에 영향을 끼치게 되는 것이다. 둘째는 기술적 시도의 다양성에 관한 것이다. ICT 기업은 기술 수용자의 선택을 기대하지만 어떤 기술이 그들에게 선택될지는 알 수 없다. 오직 사후적인 결과에 의존하는데, 이 때 ICT 기업은 불확실한 환경에 대하여 다양한 기술적 대안을 마련하는 전략을 가질 수밖에 없다. 즉, 기업은 각기 다른 시장에 대하여 다양한 제품 혁신을 추구하는데 이 때 직접적인 우열을 비교할 수 없는 기술을 폭넓게 준비하는 기술적 다양성을 고려하게 되는 것이다(Silverberg, Dosi et al., 1988). 이 때 ICT 기업의 행동은 기술 융합의 시도를 다양하게 시도하거나, 다른 기술 융합 시도를 추종하거나, 또는 많은 기업들이 시도하는 기술 융합에 같이 참여하는 것으로 구분할 수 있다. 이러한 ICT 기업이 시도하는 기술적 시도의 다양성은 그들이 마련하는 기술 대안의

환경에 대한 적합도, 즉 수용자의 선택을 결부시킬 수 있는 기업 특성이 된다.

1. 기술적 시도의 혁신성

다른 지식을 통합하는 과정에 있어서는 가까운 거리에 있는 지식보다는 다루기 어렵지만 보다 먼 지식이 혁신적인 결과를 가져다준다(Nooteboom, 2000; Nooteboom, et al., 2007). 기술 융합은 이러한 잠재성에 기반 한다고 볼 수 있다. 수용자에게 인식된 잠재적인 기대이익은 그것에 대한 기술적 수단을 찾는 자극제가 되어 혁신 수용의 니즈를 더욱 심화시킨다. 이러한 과정은 기술 수용자의 내재적 요인만으로 결정되는 것은 아니며, 기술을 모르는 잠재 사용자와 기술을 잘 알고 있는 기술 공급자간의 소통 행위를 통해서 이뤄진다(Allen, et al., 1979; O'Reilly and Pondy, 1979). 이러한 관점에서 기술 공급자에게는 어떤 노력이 필요할 것인가? 결국 기술 수용자가 ICT라는 혁신을 받아들이는 의사결정을 돕기 위해서 ICT 융합을 통해 얻을 수 있는 유용성을 알려주고 기술 수용자가 맞닥뜨리게 되는 지식 장벽을 낮추기 위한 노력이 필요하게 된다.

ICT 공급자와 수용자가 갖는 인지적인 차이가 독창적 조합을 가능케 하는 것이고 다양성 속에서 경쟁력 있는 가치를 만들어내는 것이다. 반면, 인지적 거리가 클수록 혁신의 가치가 커지지만 행위자 각각의 상호 이해가 허용되는 수준이어야 한다는 한계가 존재한다(Nooteboom, 2005; Nooteboom, Van Haverbeke et al., 2007). 따라서 ICT 공급자는 제한된 합리성으로 초래되는 기술 수용자의 이해를 높이려는 노력해야 하는 것이다. 즉, ICT 공급자가 융합을 목적으로 먼 거리 탐색을 하는 것은 ICT 수용자에게 가까운 지식을 활용하는 것이므로 ICT 공급자의 탐색 행위는 그 과정에서 생성된 기술 대안의 잠재 가치와 ICT 수용자의 인지적 거리에 영향을 끼치게 된다.

본 연구에서는 ICT 수용자가 ICT 공급자의 기술적 시도를 쉽게 인식할 수 있도록 새로운 기술 탐색의 거리를 늘이는 정도를 '기술적 시도의 혁신성'으로 정의한다. 이는 ICT 기업이 기술 적용의 기회를 찾는 탐색 과정에서 생겨나는 기술 수용자와의 인지적 차이를 결정하게 되고 그 효과는 교육학에서 말하는 수용자 측의 근접발달영역(Vygotsky, 1978)을 형성하여 수용자의 혁신 수용 의지를 높이게 된다. 이것은 혁신의 확산을 통하여 Kaplan 외(2008)의 연구에서 말하는 총체적 기술 프레임을 형성하여 기술 진화를 유도하게 된다(Kaplan et al., 2008).

H1: ICT 공급자에 의한 기술적 시도의 혁신성은 기술 융합 가능성을 높일 것이다.

2. 기술적 시도의 다양성

Curran(2013)의 말대로 일관되지 않은 우연적인 결과로 융합이 일어난다면 기업 입장에서는 어떤 방식으로 자연 선택을 받을 만한 기술적 대안을 마련해야 할까? 이것은 기술 융합을 시도하는 ICT 공급자의 전략적 문제일 것이다.

조직생태학에서는 환경과 조직의 관계를 설명하는 적응이론을 들어 변동이 심한 환경에서는 넓은 범위에 걸쳐 다양한 행동을 하는 일반화 전략이 특성화 전략보다 유리하다고 본다(Freeman and Hannan, 1983; Davis and Powell, 1992). ICT가 특히 그러한 것은 범용기술로서 다른 분야로 쉽게 파급될 수 있는 ‘트랜지스터화 된 전자 로직’이라는 일반 기능 때문이다(Bresnahan and Trajtenberg, 1995). 다양한 용도로 사용할 수 있는 반도체 프로세서 기술이 발전함에 따라서 퍼스널 컴퓨터에서부터 스마트 폰, 심지어는 IoT에서의 사물에 이르기까지 다양한 응용 기술이 나타나고, C 언어와 같이 다양한 장치에 쉽게 이식할 수 있는 소프트웨어 기술로 인해 다양한 분야에서의 디지털화가 급속히 퍼져나가고 있는 것이다(David and Wright, 1999).

다양한 산업에 걸친 디지털화는 산업간 지식 넘침을 허용하게 되고 ICT 공급자는 그들이 가진 플랫폼을 발판으로 삼아 다양한 기술 접목을 시도할 수 있는 것이다. ICT 분야의 발명자 입장에서는 그들의 기술이 적용되는 분야의 기술적 컴포넌트를 이용하여 혁신을 추구하는데 그것에 대한 확신이 없는 상태에서도 응용 분야의 컴포넌트를 모듈화하여 다양한 혁신을 시도하게 된다(Fleming, 2001). 이러한 기술적 결합은 기술 혁신에 대한 경우의 수를 늘려 경쟁적 우위를 가질 수 있는 가능성을 높일 뿐만 아니라 시장으로부터의 신호를 얻을 수 있게 된다. 즉, 다양하게 ICT를 접목하는 시도 속에서 새로운 가치에 대한 가능성을 보게 되고 그 가능성으로 인해 혁신적인 행위가 기술 융합을 이끌게 되는 것이다.

기술 융합을 다양하게 시도하는 과정에서 지식은 구조적으로 저장된 루틴과 역량으로 녹아 들어 조직 내에 누적되고 시장에서의 선택과 경쟁의 프로세스 속에서 조직구조와 함께 진화하여 다음 단계에서 활용할 환경으로부터의 환류 신호를 얻게 되는 것이다. 반면, 자신만의 대안 마련에만 국한하지 않고 경쟁자의 성공적인 루틴을 모방하여 기술 융합의 불확실성을 줄일 수도 있다. ICT는 반도체나 시스템 소프트웨어와 같은 전문적 기술을 제외하고는 대부분 일반 기능으로 인식할 수 있으므로 경쟁자간에는 ICT에 대한 기술 장벽이 낮다. ICT 융합의 혁신성은 ICT 자체의 기술성 보다는 응용에 있다고 볼 수 있으므로 제한된 합리성이 작용함에 불구하고 선택될 가능성이 높아 보이는 경쟁자의 루틴을 모방함으로써 그들의 방식보다는 쉬운 시도가 가능해진다. 따라서 ICT 공급자가 처한 환경과의 상호작용을 바탕으로 스스로의 기술적 대안을 마련하거나 경쟁자의 혁신을 모방하는 정도를 다양성으로 정의하고 그 정도에 대해서는 다음과 같은 가설을 설정할 수 있다.

H2-1: ICT 공급자에 의한 기술적 시도의 다양성은 기술 융합 가능성을 높일 것이다.

범용기술인 ICT의 파급성은 외부 지식과의 쉬운 결합을 의미하고 기술적 대안을 다양하게 만들어 낼 수 있지만 행위자가 갖고 있는 자원의 한계를 극복하기는 어렵다. 기술 융합에서 결합되는 기술적 요소의 수와 복잡성은 혁신성을 결정하지만 새로운 지식을 누적하고 외부 지식을 수용하는 흡수역량(Cohen and Levinthal, 1990)에 의존한다. Nelson과 Winter(1982)는 루틴을 조직의 행동에 있어 일관된 연속성의 원천으로 보는데, 조직내의 하위 조직이나 그것을 구성하는 구성원에 의해 다양한 레퍼토리가 나타나고 그것은 과거의 행동에 의해 생겨나는 조직적 기억이 되는 것이다. 문제는 조직의 루틴의 근간이 되는 총체적인 지식은 사용하지 않을 경우 쉽게 파괴된다는데 있다. 심지어는 루틴을 간헐적으로 사용할 경우에는 이전 수준을 유지할 수 있는 재투자의 필요성도 줄어들게 된다. 다시 말하면 조직은 그들이 가진 루틴을 효과적으로 유지하기 위한 역량과 재투자가 필요하게 된다(Freeman and Hannan, 1983).

ICT 융합을 시도하는 기술 공급자 과거로부터의 경험으로부터 얻은 성공적인 루틴은 새로운 것을 추구하는데 있어 근접한 탐색에 의존하는 경로의 의존성을 갖지만 제한된 합리성으로 인한 불확실성의 위험성을 낮출 수 있는 결정 요인이 된다. 더욱이 혁신의 과정에서는 조직적 관성으로 인해 루틴의 생성과 수정 과정은 더딜 수밖에 없다(Hannan and Freeman, 1993; Rahmeyer, 2007). 이러한 지연성으로 인해 급변하는 환경 변화에서는 일반화 전략보다 특성화 전략이 더 유리할 수 있다. 지연되어 변화하는 루틴으로 인해 일반화 전략으로는 빈번한 환경 변화에 발 빠르게 대응할 수 없고, 오히려 특성화 전략으로 준비된 능력을 보일 수 있기 때문이다. 기업이 조직적 관성이 힘이 강할 때는 환경 변화에 대해 심각한 도전을 받지만 혁신을 시도하는 시점에서의 조직 구조나 전략은 이전까지의 자연선택에 의해 적용된 것이고 그에 따라 기업 특성이 이미 마련된 것(Winter, 2003)이므로 다음과 같이 H2-1의 대립 가설을 설정할 수 있다.

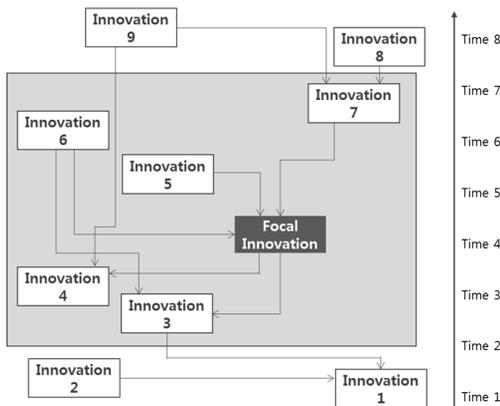
H2-2: ICT 공급자에 의한 기술적 시도의 다양성은 기술 융합 가능성을 낮출 것이다.

IV. 연구방법

1. ICT 융합을 식별하기 위한 기술 적소(technological niche)

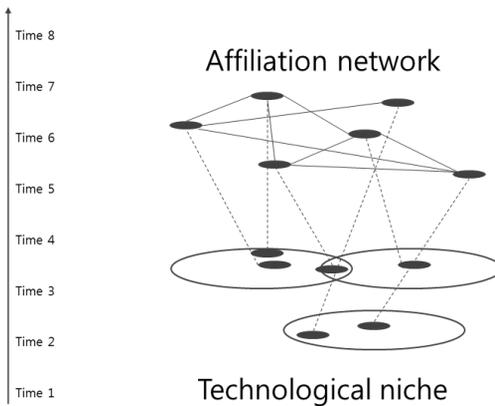
ICT 기술에 의한 타 산업에서의 기술 변화와 그 요인을 알아보기 위해서는 기술 변화를 인식

할 수 있고 그에 관련된 요인을 연관 지을 수 있는 분석적 구성 개념(analytical construct)이 필요하다. 이에 본 연구에서는 Podolny and Stuart(1995)의 기술 적소 개념을 도입하여 기술 등장과 그것에 의한 기술 변화를 관찰한다. ICT 공급자의 기술 발명을 기술적 시도로, 그것을 인용하는 후행기술의 등장을 기술 변화로 보는 것이다. 이 개념을 사용하면 진화론적 관점에서 기업의 속성, 기술간의 관계, 기술 적소의 특성 등을 기술 변화와 관련 지어 설명할 수 있게 된다. (그림 1)과 같이 기술 적소는 최초 기술 적소를 만들어 낸 관심 혁신과 그것과 직접 인용하는 후행 혁신으로 구성된다. 이때 관심 혁신은 기술 적소를 처음 만들어 내는 ICT 공급자의 기술적 시도(발명)이고 이후 그것을 활용하는 혁신들은 다른 기업들이 만들어낸 혁신들이다. 이때 ICT 융합은 비 ICT 기업에 의한 혁신에 의해 나타나는 기술적 변화이고 이것은 응용 산업에서 기술적 궤도의 시작점이 될 수 있다. 따라서 ICT 공급자에 의한 관심 혁신의 등장 이후 비 ICT 기업에 의한 혁신의 참여 사건과 그 요인들의 관계를 살펴봄으로써 ICT 융합에 대한 동태적인 기술 변화를 분석할 수 있게 된다.



Source : Podolny and Stuart (1995)

(그림 1) 기술 적소



(그림 2) 기술 적소와 사회 네트워크 연결

2. 기술 적소를 매개로 한 가입자 네트워크

경쟁 환경에 놓여 있는 조직의 행동을 설명하기 위해서는 그 조직의 내재적 특성뿐만 아니라 기업 간 관계에서의 구조적 특징을 모두 고려해야 한다. ICT 융합의 패러다임 속에서 ICT 공급자나 수용자는 그들의 행위를 통해 사회적 관계를 형성하게 되고 그 특성에 따라 그들의 행위가 영향 받게 된다(Granovetter, 1973). 따라서 본 연구에서는 ICT 융합과 행위자들의 구조적

특성과의 관계를 알아보기 위해서 기업 간 ICT 융합 네트워크 개념을 도입한다. 이것은 ICT 공급자에 의해 만들어진 기술 적소에 참여하는 행위자들 간의 관계로써 ICT 기업과 비 ICT 기업으로 구성되는 사회 네트워크이다.

ICT 융합 패러다임에서는 여러 개의 기술적소가 만들어지고 행위자들마다 참여하는 기술적소가 각기 달라진다. n 개의 기술적소에 m 개의 행위자가 참여한다고 할 때 사회 네트워크는 2-모드 $n \times m$ 행렬 X 로 나타낼 수 있고, 그 전치행렬 X' 을 곱한 행위자간 1-모드 가입자 네트워크(Affiliation network)를 얻을 수 있다(Wasserman and Faust, 1994). 이렇게 구성된 네트워크를 통해 (그림 2)와 같이 ICT 기업의 구조적 특성과 기술 적소 참여 사건과의 관계를 연관 지을 수 있게 된다.

3. 생존분석을 통한 기술 적소 참여 위험률 분석

본 연구는 기술 적소 참여 가능성에 영향을 미치는 설명변수를 도출하기 위해 생존분석을 사용한다. 종속변수인 사건 발생에 영향을 끼치는 변수를 얻기 위해서는 설명변수를 찾고 그 영향의 유의성을 검정하므로 회귀분석 형태의 통계적 분석방법이 이뤄진다. 기업의 기술적소 참여를 사건으로 할 때 그 형태는 매우 다양할 것이므로 특별한 모수 분포의 가정 없이 널리 사용되는 Cox 비례 위험 모형이 유용하다. 이 모형에서는 위험함수를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$h_i(t) = \lambda_0(t) \exp\{\beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_k x_{ik}\} \quad (1)$$

여기서, 위험함수 $h_i(t)$ 는 t 시점에서의 순간위험률이고 $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ 는 회귀모형 계수가 된다. 본 연구는 시변 공변량을 포함하므로 비례성 가정을 하지 않으며 다음과 같이 정의되는 확장된 Cox 모형이 된다(Kleinbaum, 1998).

$$h_i(t) = \lambda_0(t) \exp\{XB + Y(t)S\} \quad (2)$$

즉, 사건 발생에 대한 $h_i(t)$ 는 시불변 공변량 행렬 X 와 시변 공변량 행렬 $Y(t)$, 그리고 각 변수에 대한 회귀계수 벡터 B 와 S 로 나타낼 수 있다(Podolny and Stuart, 1995).

V. 분 석

1. 데이터 수집

본 연구는 2000년을 전후해서 유비쿼터스 컴퓨팅과 최근의 사물인터넷 등의 트렌드로 이어지면서 ICT가 본격적으로 확산되고 있다고 보고 2005년 1월부터 2014년 12월까지 최근 10년간을 관찰하여 데이터를 수집하였다.

기업 표본은 NYSE(New York Stock Exchange), AMEX(American Stock Exchange), NASDAQ(National Association of Securities Dealers Automated Quotation)에 상장된 5,730개의 기업을 대상으로 하였고, 이 중 ICT 기업은 NASDAQ에서 구분하는 625개의 ICT 기업 중 전자부품연구원²⁾ 전문가 7인이 선별한 ICT 기업 189개이다. 또한 선별된 ICT 기업의 종업원 수, R&D 투자규모 등의 기업 정보는 블룸버그 데이터베이스를 참조하였다.

특히 데이터는 전 세계 100여개 국가 특허청의 9억 개의 등록 특허 정보를 제공하는 유럽특허청의 PATSTAT 2015 Autumn을 사용하였다. 자동차 산업을 대상으로 ICT 기업이 등록된 특허를 중심으로 19,446개의 기술 적소를 추출하였고 관찰 기간 동안 기업들이 기술 적소 참여 사건들을 월 단위 시계열로 추적하였다. 본 연구는 ICT가 자동차 산업으로 적용되어 나타나는 ICT 융합을 관찰한다. 성숙된 통신, 하드웨어, 소프트웨어 등의 ICT는 자동차 산업 기술과의 융합을 통해 혁신을 가능케 하고 있고 ICT 공급자들은 기존의 시장에서 벗어나 새로운 시장을 자동차 산업에서 찾고 있기 때문이다. 자동차 산업에 속한 ICT 특허를 선별하는 기준으로 한국의 중소기업청(SMBA: Small and Medium Business Administration)이 2013년 중소기업 기술 로드맵 사업에서 사용한 ‘수송기계기술(특허)분석’에서 사용한 IPC 코드 73개³⁾를 사용하였다⁴⁾(중소기업청, 2014).

2) 전자, ICT 분야 중소기업의 기술 개발을 돕기 위해 설립된 공공연구기관이다(www.keti.re.kr).

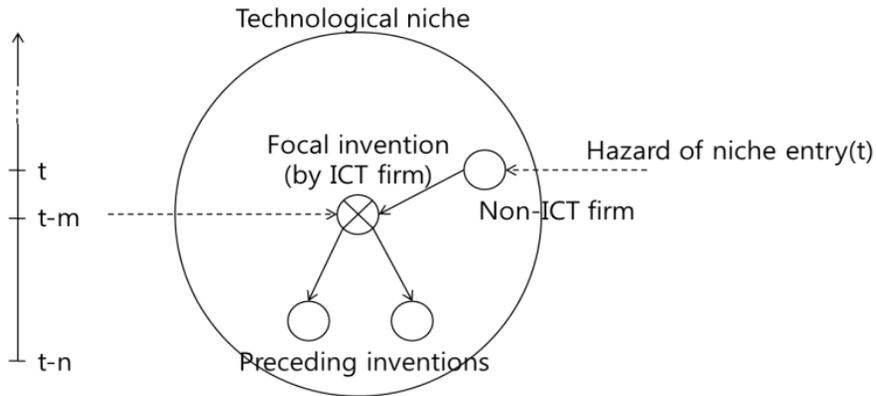
3) 분석에 사용된 73개의 ICP코드는 ‘수송기계기술(특허)분석’에서 도출된 기술트리의 IPC 코드를 사용함.

4) Intel Core 2 Duo E6700 2.66GHz 워크스테이션 상에서 Microsoft SQL Server 2014와 Visual Studio 2013 프로그래밍 도구를 사용하였다. 워크스테이션상에 로컬 데이터베이스로 PATSTAT를 구축한 뒤, 기술적소를 추출과 변수 측정을 위해 고안된 알고리즘을 SQL과 C언어로 구현하여 기술 적소 데이터베이스를 만들었다. 이 데이터베이스를 사용하여 추출한 시계열 이벤트 정보와 기술별 특성 정보를 얻어내고, 이때 기술을 수용한 기업 정보를 블룸버그 데이터와 통합하였다. 네트워크 분석은 기술 적소 데이터베이스를 기준으로 1-mode 행렬을 C 프로그래밍으로 얻고 UCINET 8.0 Windows로 특성 값을 얻어냈다. 이 값들은 특허 발생 이벤트 정보와 통합하여 SPSS v.20의 입력 값으로 사용되었다. 기술 적소에 나타난 반복된 이벤트를 분석하기 위해서 Counting Process 코딩 방식이 사용되었다.

2. 종속 변수

ICT 융합의 가능성: 비 ICT 기업의 기술 적소 참여 위험률

본 연구는 ICT로 인해 나타나는 자동차 분야의 기술 변화를 ICT 융합으로 본다. (그림 3)과 같이 기술 변화는 그 분야를 대상으로 한 ICT 공급자의 발명을 인용하는 비 ICT 기업의 발명으로 볼 수 있으므로 ICT 공급자가 만든 기술 적소에 참여하는 비 ICT 기업의 기술 적소 참여 위험률을 통해 측정할 수 있다. 즉, ICT 기업이 $t-m$ 시점에 만든 관심 발명으로 만들어진 기술 적소에 대하여 t 시점에서 비 ICT 기업이 참여할 가능성을 위험률로 측정한다. 따라서 확장된 Cox 회귀분석을 사용하여 독립변수에 대하여 시변 공변량을 다루는 식 (2)의 모형으로 회귀계수를 얻어낸다(Podolny and Stuart, 1995). 관심 발명을 인용하는 비 ICT 기업의 특허 발생 사건과 시간을 월 단위로 관찰하고 여러 개의 비 ICT 기업의 특허가 생겨날 수 있으므로 단일 사건이 아닌 반복되는 사건에 대한 시간 간격을 적용한다(Kleinbaum 1998; Allison 2010).



(그림 3) 기술 적소 참여 위험률

3. 독립 변수

1) 기술적 시도의 혁신성: 새로운 특허의 기술 거리(TechDistance)

ICT 공급자의 기술적 시도의 혁신성은 그 기업이 갖고 있는 지식을 기준으로 새롭게 시도 하는 관심 발명과 기술 거리로 측정한다. 기업의 기술적 위치를 측정하였던 Jaffe(1989)와 마찬가지로, 기업의 지식을 표현하기 위해 그 기업이 소유한 최근 5년간의 특허의 IPC

(International Patent Class)⁵⁾ 코드로 벡터를 구성하고 관심 발명의 IPC 코드로는 기술적 시도를 모델링 한다. 따라서 (식 3)의 유클리디안 거리 D_{ij} 는 기존의 지식을 기준으로 한 새로운 기술적 시도의 혁신성이 될 수 있다.

$$D_{ij} = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K (CODE_{ik} \times CODE_{jk})}{\sqrt{\sum_{k=1}^K CODE_{ik}^2 \times \sum_{k=1}^K CODE_{jk}^2}} \quad (3)$$

2) 기술적 시도의 다양성: 가입자 네트워크에서의 사이 중앙성(BetCentrality)

ICT 공급자는 자신의 기술로 기술 적소를 만들어 갈 수도 있지만 다른 ICT 경쟁자들이 만든 기술 적소에 참여하여 기술 변화를 따라갈 수도 있다. 또한 참여하고 있는 기술 적소에 다른 기업들이 참여할 수도 있으므로 그들의 참여 정도에 따라 그 효과는 달라질 수 있다. 이러한 관점으로 본다면 기술적 시도의 다양성은 여러 기업들이 참여하는 다양한 기술 적소에 참여한다는 의미를 갖는다.

기업 간 관계로 구성된 가입자 네트워크는 기술 적소를 매개로 하고 있기 때문에 특정 기술 적소에 어떤 기업들이 얼마나 참여하는지 여부에 따라 기업 간의 관계가 형성된다. 이러한 관계 속에서 ICT 기업이 여러 기술 적소에 참여한다는 것은 다른 기업들과의 관계 속에서 중심성에 놓이게 된다는 것을 의미한다. 즉, 다른 기업들이 참여하고 있는 모든 기술 적소에 참여하는 관심 기업은 기업들과의 관계에서 사이 중앙성을 갖게 되고 이때 다른 기업들끼리 관계가 없다면 그 값은 극대치가 된다. 가입자 네트워크에서 사이 중앙성은 다양한 기업들 간의 최단 거리 경로 σ_{st} 중에서 관심 기업 v 가 포함되는 경로 $\sigma_{st}(v)$ 비율의 합이다(Freeman, 1977).

$$g(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}} \quad (4)$$

가입자 네트워크에서의 사이 중앙성이 높다는 의미는 여러 기술 적소에 참여하기 때문에 이 분야에 참여하는 다른 기업들 관계 속에서 사이에 놓일 가능성이 크다는 것이고 그러한 기술 적소에 참여하는 기업들이 많기 때문에 보다 보편화 된 기술 변화에 기여한다는 의미로 해석할 수 있다(Faust, 1997; 한준, 신동엽 et al., 2004). 반면에 사이 중앙성이 낮을수록 다른

5) IPC는 국제특허분류코드: 특허분류체계를 국제적으로 통일시킬 목적으로 체결된 “국제특허분류에 관한 스트라스부르그(Strasbourg) 협정”에 따라 세계지식재산권기구(WIPO)가 1975년 10월에 제정한 기술분야별 분류기호로서 7만개의 세부 분류코드로 구성되며 발명은 그 분야에 따라 여러 개의 IPC를 사용한다. 본연구에서는 7개의 심볼로 표현된 하위 분류 코드(sub group code)를 사용한다.

기업들과는 차별화 된 기술적 시도를 하고 있는 것이고 이에 관심을 갖고 참여하는 기업의 수가 제한적인 특화된 기술적 시도를 하는 것으로 볼 수 있다.

4. 통제 변수

기술적 시도의 다양성은 기업 자신이 만든 기술 적소의 수나 참여하고 있는 다른 기술 적소의 수에 따라 달라진다. 따라서 기술적 시도의 시점 t 에서 ‘관심 기업이 만들어 낸 기술 적소 수(NumOwnNiche)’와 ‘관심 기업이 참여하는 다른 기업의 기술 적소의 수(NumOtherNiche)’를 시변 공변량으로 다루어 통제함으로써 기업들 간의 관계에 의한 효과를 얻을 수 있다. 또한 관찰 기간 동안 기업의 등록된 특허 정보를 이용한 통계 분석이므로 특허 활동에 관련된 기업 특성을 통제한다. ‘종업원 수(Employee)’, ‘매출액(Sales)’, ‘R&D 투자액(RnD)’ 등에 따라 기업의 특허 활동이 달라질 수 있고, 시기별 경영 상태에 따라 그 값들이 달라지므로 시변 공변량으로 다루어 모형에 포함시켜 통제한다.

5. 결과

〈표 2〉는 통계적 모형에 대한 검정 결과를 보여주고 있다. 모형 적합도⁶⁾가 높은 모형 5에서 TechDistance와 BetCentrality의 계수가 각각 .136($p < .001$)와 -.011($p < .001$)로 유의미하게 나왔다. 따라서 기술적 시도의 혁신성이 클수록 ICT 융합의 가능성이 높아지는 반면 기술적 시도의 다양성은 그 가능성을 낮추는 것으로 나타났다. 따라서 가설 H1과 가설 H2-2가 채택되었다. 기존과는 다른 새로운 지식으로 얻은 혁신성은 ICT 수용자에 의한 융합을 유도하고 불확실한 환경에 대응하기 위해 ICT 공급자가 취하는 다양한 기술적 시도는 오히려 그 가능성을 낮춘다고 볼 수 있다. ICT 기업이 갖는 제한된 합리성에 근거하여 기술적 대안을 폭 넓게 마련하는 것보다는 자원기반 관점으로 기업의 능력을 극대화 할 수 있는 기술 융합 시도가 필요하다는 의미로 받아들일 수 있다. 자동차 산업과 관련하여 설명한다면, ICT 기업은 자동차의 네트워크 서비스와 같이 접근하기 쉽고 이해하기 쉬운 기술 분야보다는 자동차 제어와 같이 자동차 기업에게 밀접하고 가까운, 기존 ICT와 거리가 있는 분야에 집중하는 것이 유리하다고 할 수 있다. 또한 자동차의 인포테인먼트, 네트워크 연결성, 멀티미디어 등 다양한 분야로 역량을 분산시키는 것 보다는 특정 분야에 집중하는 노력이 더 효과적일 수 있다는 것을 의미한다.

모형 2와 모형 5에서 TechDistance와 BetCentrality의 상호작용 계수가 각각 -0.005($p < .001$)

6) $-2 \log L$ 값이 작고 그 차이가 $\chi^2(df)$ 분포에서 유의할 경우 적합도가 높다고 할 수 있다(Kleinbaum, 1998).

와 $-.004(p < .001)$ 로 유의하게 나옴에 따라서 ICT 공급자에 의한 기술 융합의 가능성은 기술적 시도의 혁신성과 다양성의 상호작용에 영향을 받는다고 볼 수 있다. 기술적 시도의 혁신성에 의한 ICT 융합 가능성은 다양성으로 인해 그 효과가 줄어들 수 있고 다양성이 높은 기술적 시도에서 그 혁신성이 큰 경우 ICT 융합의 가능성은 더욱 낮아질 수 있다는 것을 의미한다. 이것은 기술 융합에 있어 특화된 영역에 집중하여 참여하면서 기술적 혁신성이 큰 기술 적소 생성에 집중하는 것이 ICT 융합의 가능성을 높인다는 것을 시사한다. 자동차 산업과 관련하여 자동차 제어와 같은 혁신적인 기술에 대해 ICT 기업이 도전할 때 다양한 기술과 함께 기술적 시도를 한다면 그 효과가 줄어들 것이라는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

모든 모형에서 유의한 것으로 나타난 BetCentrality에 대해 모형 3에서는 NumOwnNiche를

〈표 1〉 기술 통계량

| Variables | Mean | SD | Min. | Max. | 25th Percentile | 75th Percentile | 95th Percentile |
|---------------|----------|----------|------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| TechDistance | 0.65 | 0.18 | 0 | 1.0 | 0.55 | 0.79 | 0.96 |
| BetCentrality | 18.32 | 12.75 | 0 | 31.03 | 2.76 | 30.99 | 31.02 |
| NumOwnNiche | 836.35 | 1855.04 | 0 | 8431 | 0 | 168 | 5665 |
| NumOtherNiche | 52 | 188.40 | 0 | 1718 | 0 | 0 | 340 |
| Employee | 67733.93 | 40645.69 | 13 | 434246 | 17600 | 94000 | 128000 |
| Sales | 50284.54 | 33693.90 | 0 | 172795 | 6460 | 73723 | 86833 |
| RnD | 6508.42 | 4050.01 | 0 | 11381 | 1207 | 9811 | 11381 |

Note. Unit of Sales and RnD: Million USD

〈표 2〉 기술 적소 위험률에 대한 계수 추정

| Variables | Model 1 | Model 2 | Model 3 | Model 4 | Model 5 |
|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| TechDistance | .089(.017)** | .152(.024)** | .085(.017)** | .086(.017)** | .136(.025)** |
| BetCentrality | -.014(.001)** | -.010(.001)** | -.014(.001)** | -.014(.001)** | -.011(.001)** |
| TechDistance x BetCentrality | | -.005(.001)** | | | -.004(.001)** |
| NumOwnNiche | | | -1.70E-5(1.73E-6)** | | -2.20E-5(2.98E-6)** |
| NumOtherNiche | | | | -1.08E-4(1.62E-5)** | 6.13E-5(2.75E-5)** |
| Employee | 2.38E-6(2.64E-7)** | 2.33E-6(2.66E-7)** | 2.65E-6(2.61E-7)** | 2.72E-6(2.62E-7)** | 2.51E-6(2.68E-7)** |
| Sales | -3.13E-6(2.05E-7)** | -3.21E-6(2.07E-7)** | -3.15E-6(2.03E-7)** | -3.24E-6(2.04E-7)** | -3.15E-6(2.67E-7)** |
| RnD | 2.81E-5(3.01E-6)** | 2.85E-5(3.02E-6)** | 2.92E-5(3.00E-6)** | 2.93E-5(3.01E-6)** | 2.91E-5(3.01E-6)** |
| χ^2 | 587.623 | 601.437 | 684.289 | 636.821 | 696.298 |
| -2 Log L | 2860322.876 | 2860310.746 | 2860225.538 | 2860277.436 | 2860212.465 |

Note. SEs in parentheses, * $p < .01$, and ** $P < .001$

통제하여, 그 결과 계수가 $-.014(p < .001)$ 로 역시 유의하게 나타났고, 모형 4에서 NumOtherNiche를 통제하였을 경우에도 같은 값으로 유의성을 보였다. 관심 기업이 다른 ICT 기업이 만든 여러 기술 적소에 참여하는 경우나 자신이 시작하는 기술 적소를 다양하게 만들어가는 경우 모두에 있어서 기술 융합의 가능성을 낮춘다는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 다른 ICT 기업이 시도하는 다양한 기술 융합에 후속으로 참여하거나 자신이 기술 융합을 다양하게 전개해 나가는 것은 모두 기술 융합의 가능성을 낮춘다고 볼 수 있는 것이다. ICT를 이용하여 '다양한' 기술 발명을 해 나가는 것이나, 경쟁사가 시도하는 '다양한' 기술 융합을 모방하는 기술 혁신은 오히려 ICT 융합에 부정적 영향을 끼친다고 이해할 수 있다.

VI. 결 론

1. 시사점

저자는 진화론적으로 기술 공급자의 관점을 견지하여 그들의 입장에서 수용자의 선택을 유도할 수 있는 행동에 대해 관심을 가졌다. 기업의 총체적인 지식은 개인이 갖는 지식에 근간을 두므로, 본 연구는 기술 융합에 의한 기회 인식과 지식 통합의 결정을 강조한 Nyström(2008)과 Hacklin(2007)의 연구를 실증적으로 확장했다고 볼 수 있다. 이러한 연구를 통하여 불가지론적인 입장을 취하던 그간의 연구의 한계에서 벗어나 개인 수준의 인지적 요인과 기업 행동의 관계를 보일 수 있었다는 점에서 의의를 찾을 수 있다.

실무적으로는 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다, ICT 기업은 그들의 기술을 활용하는 기업들 또한 제한된 합리성이 적용된다는 전제 속에서 혁신 전략을 마련해야 한다는 것이다. 우선 기술 공급자와 수용자간에는 인지적 거리가 있다는 점이 강조된다. 이 인지적 거리는 기술 융합에 필요한 지식 통합을 어렵게 하는 장벽으로 작용하게 되므로 이 과정에 속한 혁신 행위자들은 인지적 거리를 좁히는 노력을 해야 한다. 따라서 범용기술인 ICT 공급자의 혁신 활동이 더욱 효과적일 수밖에 없는 것이다. 즉, 기술 적용 분야를 찾고 그 방법을 고안하고 그것을 통해 수용자에게 줄 수 있는 편익을 제시하는 것이 기술 융합을 위한 효과적인 탐색이 되는 것이다.

혁신과 모방이 지속적으로 반복되는 슈페터적 경쟁 환경에서 기업의 혁신 활동은 반드시 경쟁자에 의한 모방을 고려해야 한다. 수용자가 인식할 수 있는 수준의 기술 혁신을 한다는 것은 기술 융합을 통해 전유성을 얻는다는 것뿐만 아니라 반대로 같은 산업에 있는 경쟁자에게

는 인지적 거리를 늘려 장벽을 형성하는 효과를 보이게 될 것이다. 따라서 경쟁자에 의한 모방의 가능성을 낮춰줄 수 있다는 의미를 갖게 된다. 마지막으로 미래에 대한 불확실성을 고려해서 넓은 범위의 다양한 혁신 시도를 하는 것 보다는 현재의 수준에서 환경 선택의 가능성이 높다고 판단하는 것에 혁신 활동을 집중하는 것이 효과적일 수 있다. 이것은 루틴을 효율적으로 유지할 수 있다는 자원기반관점일 수 있지만 기업의 루틴이 갖는 지연된 효과로 인해 ICT와 같이 급변하는 환경에서는 준비된 루틴이 효율적이라는 연구결과에 따른 것이다. 즉, 미래가 불확실한 상황에서 ICT 융합을 통한 혁신 활동은 선택과 집중이 중요하다는 결론을 얻을 수 있게 된다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구

본 연구는 Adner and Levinthal(2000)의 기술 융합 정의를 빌어 ICT로 인해 나타나는 응용 산업에서의 기술 변화에 국한시켜 연구를 진행하게 되었다. 따라서 다양한 차원에서 복합적으로 나타나고 있는 융합현상에 대해 본 연구를 통해 얻은 결과를 일반화시켜 적용하기 어렵다는 한계를 가질 수밖에 없다. 또한 특허정보를 이용하여 ICT 공급자와 수용자와의 인지적인 상호작용을 설명하기에는 다소 무리가 있다는 점을 지적할 수 있다. 기술 발명이라는 기업의 행위에는 이미 환경과의 상호작용이 이뤄진 것이고 그것을 활용하는 수용자도 기술 특허 정보에 나타나지 않는 공급자와의 상호작용이 존재하기 때문이다. 또한 특허와 같은 기술의 공개로 인한 지식 넘침 효과도 있기 때문에 통계적 결과에만 의존해서 기업 행동을 설명하기엔 한계가 있다는 것이다. 마지막으로 진화론 관점에서 ICT 기술 수용자의 선택에 영향을 끼치는 다양한 변수들이 있을 수 있음에도 불구하고 기술 공급자의 혁신적 시도의 특성만을 다루고 있다는 한계를 지적할 수 있다. 분명 공급자 관점에서 최초의 행위는 그들의 혁신적 시도가 될 것이지만 그로 인해 생겨나는 다른 효과와 기술 융합과의 관계를 다루지 못한다는 것이다.

본 연구가 위와 같은 한계점을 갖고는 있지만, 향후 다양한 후속 연구의 가능성을 열어두고자 한다. 우선, ICT 융합에 있어서 수용자의 행위에 대한 관점으로 연구가 확장 될 수 있을 것이다. 이때는 ICT 공급자가 환경의 측면에서 서게 되는 것이다. 또 다른 하나는 ICT 융합에서의 사회적 관계에 의한 매개와 조절 효과에 관한 연구가 가능할 것으로 보인다. 기술 융합의 과정에서 형성되는 사회적 관계에 의해 나타나는 지위나(Lin, et al., 1981) 이중 산업과의 경계 지점에서 나타나는 약한 관계의 강점 등 행위자가 속한 사회적 관계 속에서의 특성이 혁신 행위와 기술 융합을 매개하거나 조절할 수 있는 잠재적인 변수가 될 수 있기 때문이다. 마지막으로, 경쟁의 관점에서 연구가 확장될 수도 있다. 기술 공급자든 수용자든 혁신적인 기술 시도

는 환경과의 상호작용을 통해 기술 융합을 촉발 할 뿐만 아니라 그 혁신성의 정도에 따라 경쟁자의 모방의 정도도 달라질 것으로 보기 때문이다.

참고문헌

- 중소기업청 (2014), 「2013 중소기업 기술로드맵」, 중소기업청.
- 한준 외 (2004), “한국 시스템통합 산업의 생태지위 (Niche) 구조와 기업간 경쟁역학: 네트워크 분석을 통한 기업 성과의 설명”, 한국전략경영학회 2004년 학술대회 발표논문집, 99-128.
- Adner, R. and Levinthal, D. A. (2000), “Technology Speciation and the Path of Emerging Technologies”, *Wharton on Managing Emerging Technologies* 5574.
- Allen, T. J., Tushman, M. L. and Lee, D. M. (1979), “Technology Transfer as a Function of Position in the Spectrum from Research through Development to Technical Services”, *Academy of Management Journal*, 22(4): 694-708.
- Allison, P. D. (2010), *Survival Analysis Using SAS: A Practical Guide*, Sas Institute.
- Basole, R. C., Park, H. and Barnett, B. C. (2015), “Coopetition and Convergence in the ICT Ecosystem”, *Telecommunications Policy*, 39(7): 537-552.
- Basole, R. C. and Rouse, W. B. (2008), “Complexity of Service Value Networks: Conceptualization and Empirical Investigation”, *IBM Systems Journal*, 47(1): 53-70.
- Bresnahan, T. F. and Trajtenberg, M. (1995), “General Purpose Technologies ‘Engines of Growth?’” *Journal of Econometrics*, 65(1): 83-108.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990), “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 128-152.
- Curran, C. S. (2013), *The Anticipation of Converging Industries*, Springer.
- David, P. A. and Wright, G. (1999), *General Purpose Technologies and Surges in Productivity: Historical Reflections on the Future of the ICT Revolution*, University of Oxford.
- Davis, G. F. and Powell, W. W. (1992), “Organization-environment Relations”, In Dunnette, M. D. and Hough, L. M. (eds.), *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, CA: Consulting Psychologists Press, 315-375.
- Dosi, G. (1982), “Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested

- Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change”, *Research Policy*, 11(3): 147-162.
- Dosi, G. and Nelson, R. R. (1994), “An Introduction to Evolutionary Theories in Economics”, *Journal of Evolutionary Economics*, 4(3): 153-172.
- Dosi, G. and Teece, D. J. (1998), “Organizational Competencies and the Boundaries of the Firm”, *Markets and Organization*, Springer, 281-302.
- Faust, K. (1997), “Centrality in Affiliation Networks”, *Social Networks*, 19(2): 157-191.
- Fleming, L. (2001), “Recombinant Uncertainty in Technological Search”, *Management Science*, 47(1): 117-132.
- Freeman, J. and Hannan, M. T. (1983), “Niche Width and the Dynamics of Organizational Populations”, *American Journal of Sociology*, 88(6): 1116-1145.
- Freeman, L. C. (1977), “A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness”, *Sociometry*, 35-41.
- Granovetter, M. S. (1973), “The Strength of Weak Ties”, *American Journal of Sociology*, 87(6): 1360-1380.
- Hacklin, F., Marxt, C. and Fahrni, F. (2009), “Coevolutionary Cycles of Convergence: An Extrapolation from the ICT Industry”, *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6): 723-736.
- Hacklin, F., Marxt, C. and Fahrni, F. (2010), “An Evolutionary Perspective on Convergence: Inducing a Stage Model of Inter-industry Innovation”, *International Journal of Technology Management*, 49(1-3): 220-249.
- Hacklin, F. and Wallin, M. W. (2013), “Convergence and Interdisciplinarity in Innovation Management: A Review, Critique, and Future Directions”, *The Service Industries Journal*, 33(7-8): 774-788.
- Hannan, M. T. and Freeman, J. (1993), *Organizational Ecology*, Harvard University Press.
- Hernández-Espallardo, M., Sánchez-Pérez, M. and Segovia-López, C. (2011), “Exploitation-and Exploration-based Innovations: The Role of Knowledge in Inter-firm Relationships with Distributors”, *Technovation*, 31(5): 203-215.
- Hodgson, G. M. and Knudsen, T. (2004), “The Firm as an Interactor: Firms as Vehicles for Habits and Routines”, *Journal of Evolutionary Economics*, 14(3): 281-307.

- Hwang, J. and Lee, Y. (2010), "External Knowledge Search, Innovative Performance and Productivity in the Korean ICT Sector", *Telecommunications Policy*, 34(10): 562-571.
- Iansiti, M. and Richards, G. L. (2006), "Information Technology Ecosystem: Structure, Health, and Performance", *The Antitrust Bull*, 51(1) 51-77.
- Jaffe, A. B. (1989), "Characterizing the "Technological Position" of Firms, with Application to Quantifying Technological Opportunity and Research Spillovers", *Research Policy*, 18(2): 87-97.
- Kaplan, S. and Tripsas, M. (2008), "Thinking about Technology: Applying a Cognitive Lens to Technical Change", *Research Policy*, 37(5): 790-805.
- Kleinbaum, D. G. (1998), "Survival Analysis, a Self-Learning Text", *Biometrical Journal*, 40(1): 107-108.
- Lee, S. M., Olson, D. L. and Trimi, S. (2012), "Co-innovation: Convergenomics, Collaboration, and Co-creation for Organizational Values", *Management Decision*, 50(5): 817-831.
- Lin, N., Ensel, W. M. and Vaughn, J. C. (1981), "Social Resources and Strength of Ties: Structural Factors in Occupational Status Attainment", *American Sociological Review*, 393-405.
- Mahoney, J. T. (1995), "The Management of Resources and the Resource of Management", *Journal of Business Research*, 33(2): 91-101.
- March, J. G. and Simon, H. A. (1958), *Organizations*, New York: Wiley.
- Nelson, R. R. (1991), "Why do Firms Differ, and How Does It Matter?" *Strategic Management Journal*, 12(S2): 61-74.
- Nelson, R. R. and Winter, S. G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press.
- No, H. J., An, Y. and Park, Y. (2015), "A Structured Approach to Explore Knowledge Flows Through Technology-based Business Methods by Integrating Patent Citation Analysis and Text Mining", *Technological Forecasting and Social Change*, 97: 181-192.
- Nooteboom, B. (2000), "Learning by Interaction: Absorptive Capacity, Cognitive Distance and Governance", *Journal of Management and Governance*, 4(1-2): 69-92.
- Nooteboom, B. (2005), "A Cognitive Theory of the Firm", *European Journal of Economic and Social Systems*, 18(1): 29-60.
- Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V. and Van den Oord, A.

- (2007), "Optimal Cognitive Distance and Absorptive Capacity", *Research Policy*, 36(7): 1016-1034.
- Nyström, A. G. (2008), "Understanding Change Processes in Business Networks: A Study of Convergence in Finnish Telecommunications 1985-2005".
- O'Reilly, C. and Pondy, L. (1979), "Organizational Communication", *Organizational Behavior*, 119-150.
- Oliveira, T. and Martins, M. F. (2011), "Literature Review of Information Technology Adoption Models at Firm Level." *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 14(1): 110-121.
- Pennings, J. M. and Puranam, P. (2001), "Market Convergence and Firm Strategy: New Directions for Theory and Research", ECIS Conference, The Future of Innovation Studies, Eindhoven, Netherlands.
- Penrose, E. T. and Pitelis, C. (2002), *The Growth of the Firm: the Legacy of Edith Penrose*, Oxford University Press on Demand.
- Podolny, J. M. (1993), "A Status-based Model of Market Competition", *American Journal of Sociology*, 98(4): 829-872.
- Rahmeyer, F. (2007), "10 From a Routine-based to a Knowledge-based View: Towards an Evolutionary Theory of the Firm", *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, 159.
- Silverberg, G., Dosi, G. and Orsenigo, L. (1988), "Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-organisation Model", *The Economic Journal*, 98(393): 1032-1054.
- Teece, D. J., Pisano, G., and Shuen, A. (1997), "Dynamic Capabilities and Strategic Management", *Strategic Management Journal*: 509-533.
- Vygotsky, L. (1978), "Interaction between Learning and Development", *Readings on the Development of Children*, 34-40.
- Wasserman, S. and Faust, K. (1994), *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press.
- Winter, S. G. (2003), "Understanding Dynamic Capabilities", *Strategic Management Journal*, 24(10): 991-995.

함경선

전자부품연구원에서 책임연구원으로 근무하고 있으며 IoT, 빅데이터, ICT 융합 분야의 R&D를 담당하고 있다. 광운대학교 공학석사, Helsinki school of economics MBA를 거쳐 연세대학교 기술경영학협동과정에서 경영학 박사를 취득하였다. 기술 융합에 관심을 갖고 환경과의 상호작용 속에서 기술 진화와 기업 전략 등에 관한 연구를 진행 중이다.

정재원

연세대학교 정보대학원에서 정보시스템학 석사를 취득하고 연세대학교 기술경영학협동과정 박사과정으로 재학 중이다. 주요 관심 분야는 IT 기술융합, Innovation System 등이다.

이정훈

영국 University of Manchester에서 전자공학 학사 및 시스템공학 공학석사학위를 취득하였으며 영국 LondonSchool of Economics에서 경영정보학(ADMIS) 석사, University of Cambridge, Institute for Manufacturing에서 산업공학 경영으로 박사학위를 취득하였다. 현재 연세대학교 정보대학원 교수로 재직 중이며 주요 관심분야는 IT Governance, Performance Measurement in IT, Information System Intelligence 등이다.