

## 네트워크 효과와 동태적 경쟁역량

이 종 석

한림대학교 경영학과 조교수

E-mail : ljs1844@hallym.ac.kr

.....

최근 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 “승자의 이익 전유”와 “기술적 고착화”는 일반적 현상으로 인식되고 있다. 이러한 산업에서는, 하나의 기술이 한 번 앞서면 그 기술이 시장 전체를 지배하도록 만드는 수익체증이 존재한다는 것이다. 이는 실무적인 면에서, 초기의 산업진입을 통한 고객기반의 선점이 기업들에게 지속적으로 초과이윤을 창출할 수 있는 시장지배력을 제공해 줄 수 있다는 매력적인 시사점을 제공한다. 그러나 현실의 산업변화 과정을 살펴보면, 기존의 지배적 기술이 새로운 기술에 의해 대체된 경우가 오히려 더 많으며 기술혁신은 끊임없이 일어나고 있음을 제시하고 있다. 본 연구는 네트워크 효과가 존재하고 기술진보가 빠른 산업에서 기업들 간의 기술혁신경쟁을 분석함으로써, 이러한 산업에서 동태적 경쟁우위를 확보하기 위한 기업들의 기술선택문제에 대한 다음과 같은 시사점을 도출하였다. (1) 신기술의 기존기술과의 비호환적인 경우 보다는 호환적인 경우에, 산업은 신기술로 진화할 가능성이 크다. 따라서 기존기업이 성능이 우수한 신기술을 활용하지 않는다면, 수익기반을 상실할 가능성이 높다. (2) 신기술이 기존기술과 비호환적인 경우, 산업의 진화방향은 전문사용자의 비중과 신기술의 출현 시기에 따라 결정된다. 전문사용자의 비중이 낮을수록, 신기술의 출현시기가 늦을수록, 기존기술을 활용하는 기업들에게 유리하게 산업이 진화함으로써 하나의 기술에 고착화된다. 반면에, 전문사용자의 비중이 높을수록, 신기술의 출현시기가 빠를수록, 산업의 진화는 새로운 기술을 탐색하고 이를 과감히 활용하는 기업들에게 유리하게 전개된다.

.....

<색인어> 수익체증, 네트워크 효과, 기술혁신경쟁, 동태적 경쟁역량

### I. 서론

전통적인 경제이론들은 ‘수익체감(diminishing returns)의 가정’에 입각한 것이었다. 이러한 가정은 생산요소로서 투입할 수 있는 자원이 제한되어 있는 전통적인 산업들을 설명하기 위한 것이었다. Arthur (1997: 2)는 전기를 생산하기 위한 수력기술과 화력기술 간에 경쟁의 예를 통하여, 한 경제체제 내에서 같은 기능을 수행하는 다른 기술들 간의 경쟁에 관한 전통적인 경제이론의 관점을 다음과 같이 요약하고 있다.

전기를 생산하기 위한 수력기술과 화력기술의 경쟁을 고려해 보자. 초기에 수력발전이 화력발전에 비하여 경제적이려면, 수력발전을 더욱 이용할 것이다. 이에 따라 수력발전을 위한 댐의 부지가 한계에 부딪히게 되고 비용이 증가되어, 화력발전이 상대적으로 매력적인 것이 된다. 즉 전기회사들은 수력발전을 위한 댐을 세울 수 있는 경제성이 있는 부지가 없으면, 화력발전소를 세우기 시작할 것이다. 그러나 화력발전 또한 많이 이용하게 될수록, 석탄가격의 상승 및 환경오염 등으로 화력발전의 비용이 증가하게 된다. 결국 수력발전과 화력발전을 예측 가능한 가격과 시장 점유율에서 균형을 이루게 된다.

이러한 수익체감의 가정 하에서, 하나의 기술의 지속적 활용은 자원의 부족 등으로 반드시 생산비용을 증가시키며, 이는 다른 경쟁기술을 매력적으로 만든다. 따라서 경제체제는 하나의 기술의 성공은 지속적 성공을 만들지 못하며, 언젠가는 한계에 부딪히게 된다. 결국 각 기술이 활용하는 자원의 부족량에 따라, 각 기술을 활용하여 만든 제품의 가격이나 시장점유율은 예측할 수 있는 균형에 이르게 된다. 결국 수력기술과 화력기술은 시장에서 공존하게 된다.

그러면 오늘날 실제 산업들에서 이러한 수익체감의 가정은 유지되는가? PC 운영체제에 있어서 CP/M, DOS 그리고 Macintosh systems의 경쟁결과는 어떠했는가? 또 VCR 시장에서의 VHS와 Beta의 경쟁결과는 어떠했는가? Internet 시장에서의 브라우저 경쟁결과는 어떠했는가? 승자(마이크로소프트의 DOS, JVC의 VHS, 마이크로소프트의 Internet explorer)에게 거의 모든 시장점유율과 막대한 이익이 귀속되었다. 경쟁에서 한 번 앞선 기업은 점차 더욱 앞서게 되고, 반대로 일단 시장에서 우위를 잃은 기업은 더욱 악화되었다.

최근 정보통신산업분야에서 이러한 수익체증(increasing returns) 현상은 자주 관찰되는데, 이러한 산업들은 네트워크 특성이 매우 강하기 때문이다. 오늘날 많은 제품들은 소비자 네트워크에서 호환성(compatibility)을 확보할 필요가 있다. 전화, 팩스, 데이터통신 등의 정보통신 관련된 제품들을 생각해 보라. 소비자들이 이러한 제품들을 사용함으로써 획득하는 효용은 이 제품과 호환적인 제품을 사용하는 소비자들이 많을수록 증가하게 되는데, 이를 네트워크 효과(network effects)라고 한다. 즉 제품의 사용자들이 많아지면 공급자의 추가적인 노력 없이 제품의 가치가 증가하는 네트워크 외부성(network externalities)이 존재한다는 것이다. 따라서 고객기반이 큰 기술은 더 많은 수요를 창출하고, 고객기반 작은 기술은 더 이상 수요를 창출하지 못하고 시장에서 사라지게 된다. 또한 하나의 기술이 큰 고객기반을 형성하여 지배적 기술로 자리 잡은 경우, 이 기술과 비호환적인 기술은 비록 성능이 탁월하더라도 확산되지 못할 가능성이 존재한다.

이러한 “기술적 고착화(technological lock-in)”와 이에 따른 “승자 이익 전유

(winner-take-all)”는 네트워크 효과가 존재하는 산업에서의 일반적 현상으로 인식되고 있다. 수익체증은 학계에서 뿐 만 아니라 업계에서 그 관심이 증대되고 있는데, 이는 이 개념이 내포하고 있는 전략적 시사점이 실무적으로 중요한 의미를 갖기 때문이다. 즉, 초기의 산업진입을 통한 고객기반의 확보가 기업들에게 지속적으로 초과이윤을 창출할 수 있는 시장 지배력을 제공해 줄 수 있다는 매력적인 시사점을 제공한다. 그러나 현실의 산업변화 과정을 살펴보면, 기존의 지배적 기술이 새로운 기술에 의해 대체된 경우가 오히려 더 많으며, 이러한 산업들에서 기술혁신은 끊임없이 일어나고 있음을 알 수 있다. 따라서 기술적 고착화 논의는 기업들 간의 기술혁신경쟁으로 인한 기술진보의 가능성을 구체적으로 고려하지 못하였다는 면에서 매우 제한적인 시사점을 갖는다.

네트워크 효과가 존재하는 산업에서, 기존의 지배적 기술과 비호환적이지만 성능이 탁월한 신기술이 출현하였을 때, 기업수준에서 제품의 급격한 성능 향상을 위해 새로운 기술을 선택해야 하는가? 아니면, 기존제품과의 호환성을 유지하기 위하여 현재의 지배적 기술을 계속 활용하여야 하는가? 본 연구는 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 기업들 간의 기술혁신경쟁을 분석함으로써, 이러한 산업에서 동태적 경쟁우위를 확보하기 위한 기술선택문제에 대한 시사점을 도출하고자 한다. 본 논문의 내용은 다음과 같다: 2장에서는 이론적 고찰을 통해 네트워크 효과가 존재하는 산업에서의 기술혁신경쟁의 의미를 고찰하여 볼 것이다. 3장에서는 전술한 연구문제를 분석하기 위한 동태적 확률과정 모형을 제시할 것이다. 4장에서는 전장에서 제시한 모형의 컴퓨터 시뮬레이션 분석을 통하여, 네트워크 효과가 존재하는 산업에서의 기술혁신경쟁이 산업의 동태적 진화과정에 미치는 영향을 분석할 것이다. 그리고 5장에서는 본 연구의 이론적·실천적 시사점을 도출하고자 한다.

## II. 네트워크 효과와 기술혁신경쟁

불연속적인 기술변화가 나타났을 때, 기존기업의 전략적 선택 및 그 결과에 관한 연구는 다양한 학문 영역들에서 주된 관심사가 되어왔다. 혁신에 의해 위협 받는 기존업체의 입장에서, 현재의 경쟁우위를 제공하는 기존기술을 버리고 새로운 기술적 기회를 활용해야 하는가? 아니면, 기존기술의 개선을 통해 신규기술의 출현에 대응하여야 하는가? 이 두 가지 모두를 수행하는 이중전략을 취한다면, 어떤 방식으로 기존기술과 신규기술에 대하여 기업자원을 배분할 것인가? 어느 한 기술적 기회에 대한 활용은 제한된 자원 하에서, 필연적으로 다른 기술적 기회의 미활용이라는 기회비용을 발생시킨다. 따라서 새로운 기술적 가능성의 활용(exploration)과 기존 기술적 기회의 활용(exploitation)간의 선택 혹은 자원배분문제는 기존기업 입장에서 전략적 딜레마를 야기시키며, 이는 경제학과 경영학에서의 하나의 핵심

적인 연구주제가 되어왔다 (Schumpeter, 1934; Holland, 1975, 1992; Goldberg, 1989; March, 1991; Ghemawat and Costa, 1993).

본 논문은 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 발생하는 이러한 전략적 문제를 고찰하고자 하는 것이다. 이러한 산업에서 기술적으로 우월하지만 기존기술과 비호환적인 신기술이 출현하였을 때, 기존기업 관점에서 전술한 전략적 딜레마는 심화된다. 왜냐하면 신기술의 기술적 우월성은 제품의 성능을 향상시킬 기회를 제공하는 반면, 기존기술과의 비호환성은 네트워크 효과에 기인하는 소비자의 효익을 급격히 감소시키기 때문이다 (Shapiro and Varian, 1999). 이러한 전략적 딜레마는, 마이크로프로세서 산업에서 기존 지배적 기술인 CISC (complex instruction set computing)가 새로운 기술인 RISC (reduced instruction set computing)에 의해 도전 받았던 1980년대 말기에, 선도적 지위에 있던 인텔(Intel)사가 직면했던 의사결정 문제이다. Andy Grove (1996: p. 105)는 그 당시 문제의 심각성을 다음과 같이 요약하고 있다.

이 의사결정 문제는 마이크로 프로세서가 주력 사업인 우리 회사의 핵심적 문제였다.... 즉각적인 결정을 요구했고, 회사의 생존과 직결되는 문제였다. 만일 RISC 기술의 도래가 새로운 전환점을 의미하는 경우, 우리가 이에 대비하지 않는다면, 마이크로 프로세서 산업의 선두주자로서의 우리의 시대는 막을 내릴 것이다. 그러나 한편으로는 386의 성공이 486 혹은 그 다음의 [CISC 기반의] 세대들의 지속적 성공으로 이어질 것 같은 확신도 들었다. 우리는 최소한 단기적으로는 성공이 확실해 보이는 [CISC] 기술을 버리고, [장기적인 생존을 위해] 아무런 경쟁우위가 없는 RISC 기술로 경쟁 기반을 변화시켜야 하는 것일까?

인텔사가 기술적 기반을 RISC로 바꾼다면, 다음 세대의 마이크로프로세서의 성능을 급격히 증가시킬 수 있을 것이다. 그러나 이미 고객들이 보유하고 있는 수많은 응용소프트웨어 및 파일들과의 호환성에 기인하는 경쟁우위는 모두 잃게 될 것이다. 따라서 이러한 기술선택의 문제는, 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 기술혁신경쟁을 통한 경쟁우위의 창출 및 유지라는 측면에서, 동태적 경쟁우위 확보를 위한 근본적인 문제가 된다. 핵심은 기존기술의 호환성 효익과 신기술이 제공하는 탁월한 성능간의 선택문제이다. 이러한 전략적 딜레마에 대하여 기존문헌은 결보기에 상충되는 두 가지 처방을 제시하고 있다.

## 1. 이론적 측면에서의 논의

네트워크 효과에 관한 연구들은 기존기술이 시장을 지배하고 있는 상황에서 신기술이 시장기반을 형성하기 어려움을 강조한다. 네트워크 효과가 존재하는 시장에서, 소비자가 특

정 제품을 사용함으로써 획득하는 효용은 이 제품과 호환적인 제품을 사용하는 소비자들이 많을수록 증가하게 된다. 즉 제품의 사용자들이 많아지면 공급자의 추가적인 노력 없이 제품의 가치가 증가하는 외부성이 존재한다(Shapiro and Varian, 1999). 고객기반이 큰 기술은 더 많은 수요를 창출하고, 고객기반 적은 기술은 더 이상 수요를 창출하지 못하고 시장에서 사라지게 된다. 또한 기존기술이 큰 고객기반을 형성하고 있는 경우, 소비자들은 네트워크 효과로 인하여 기존기술과 비호환적인 신규제품을 채택하지 않게 된다. 이러한 맥락에서, Arthur (1989, 1994)는 시장이 하나의 기술에 이미 고착화되어 있다면, 새로운 기술이 비록 기술적으로 우월할지라도 시장에서 성공할 수 없음을 지적하였다.

그러나 이러한 기술적 고착화의 전략적 시사점은 잘 못된 것일 수 있음을 지적하는 문헌들도 있다. Liebowitz and Margolis (1990, 1995)는 현실의 산업변화 과정을 살펴보면 Arthur가 주장하는 고착화의 예를 별로 찾을 수가 없다는 것을 지적한다. 네트워크 효과에 의한 기술적 고착화는 이론적으로는 타당해 보이나, 열등한 기존 기술에 대한 고착화가 해소되고 신기술로 이전한 경우의 산업의 예가 오히려 더 많으며, 이러한 산업들에서 기술혁신은 끊임없이 일어나고 있음을 지적한다(Katz and Shapiro, 1994; Witt 1997). 결국 기술적 고착화 논의는 기업들 간의 기술혁신 경쟁으로 인한 기술진보의 가능성을 구체적으로 고려하지 않고 있다는 면에서, 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 진정한 경쟁우위의 원천을 설명하는 데는 한계가 있다.

반면에, 주로 조직학습이나 기술전략에 관한 연구들은 새로운 기술적 기회의 활용을 통한 시한 기업들의 몰락을 지적하면서, 지속적인 새로운 기회의 탐색 및 활용의 중요성 강조한다. 일반적으로 기술학습은 누적적이고 자기 강화적인 특성을 갖기 때문에, 특정 기술의 활용은 새로운 기술적 기회의 탐색을 방해하는 요인으로 작용할 수 있다(Cohen and Levinthal, 1989, 1990). 이러한 단기 지향적 기술학습의 문제점은 여러 연구자들에 의해 지적되었으며<sup>1)</sup>, 기존기술에 대한 집착은 근시안적 선택(myopic choice)으로 묘사되기도 한다. 결국, 새로운 기술적 기회의 탐색을 배제한 현존하는 기술적 기회의 활용은 단기적으로는 기업 성장에 도움이 되나, 궁극적으로 자기 파괴적이라는 것이다.

따라서 전술한 두 가지 연구흐름은 겉보기에 상충되는 시사점을 제시하고 있다. 마이크로프로세서 산업에서의 CISC 기술과 RISC 기술 간의 경쟁은 이러한 기술선택문제의 복잡성을 고찰할 수 있는 좋은 사례를 제공한다. 1980년대 말기까지, CISC 기술기반의 마이크로프로세서가 PC 시장과 워크스테이션 시장 모두에서 지배적인 제품이었다. 그러나 기술적 성능이 우월한 RISC 기술 기반의 마이크로프로세서의 등장은 두 시장의 변화에 상이한 영향을 미쳤다. 워크스테이션 시장에서는 기존 CISC 기술이 새로운 RISC 기술로 대체된 반

1) "competency trap (Levitt and March, 1988)," "core rigidity (Leonard- Borton, 1992)," "learning myopia (Levinthal and March, 1993)," and "short-termism (Laverty, 1996)".

면, PC 시장에서는 기존의 CISC 기술 기반의 마이크로프로세서가 계속 지배적 제품이 되었다.

선 마이크로시스템즈(Sun Microsystems)는 CISC에서 RISC로 기술적 기반을 급속히 효과적으로 변화시킴으로써 워크스테이션 시장의 선두기업이 되었다. 반면에 DEC(Digital Equipment Corporation)는 RISC에 대한 투자를 지연함으로써 신규기술의 출현에 적절한 대응을 하지 못하고 대부분의 시장을 잃어버렸다. 한편 PC시장에서는 MIPS나 ACE 등의 RISC 기술 기반의 마이크로프로세서의 시장진입에도 불구하고, CISC를 택한 인텔사가 지배적 위치를 유지하고 있다. 기술선택에 따른 상이한 결과를 보여주는 이러한 사례는 다음과 같은 질문을 야기시킨다. 기존기업의 입장에서, 우수하지만 비호환적인 신규기술이 제공하는 상업적 기회를 활용해야 하는 상황은 무엇인가? 또한 이러한 신규기술의 위협에도 불구하고, 현재의 경쟁우위를 제공하는 기존기술에 기반을 두어야 하는 상황은 무엇인가?

## 2. 방법론 측면에서의 논의

이러한 연구문제를 고찰하기 위해서, 네트워크 효과가 존재하는 시장에서 기존기술과 신규기술의 경쟁하는 상황을 모형화하고, 이에 대한 시뮬레이션 분석을 수행하였다. 본 분석모형의 기존 모형들과의 주된 차이점은 다음과 같다. 첫째, 수요측면과 공급측면을 동시에 고려하는 동태적 모형이다. 대부분의 기존 연구들은 공급측면의 기술적 진보는 구체적으로 고려하지 않은 채, 수요측면의 네트워크 효과에만 초점을 두고 있다 (Katz and Shapiro, 1994). 따라서 네트워크 효과가 존재하는 시장에서의 불연속적인 기술변화에 관한 이론적 근거를 제시하는 연구는 찾아보기 어렵다. 특히 대부분의 기존 연구들은 완전한 합리성을 가정한 정태적 균형분석에 의존하고 있기 때문에, 기술진보와 관련된 기술혁신경쟁의 동태적 불확실성을 반영하지 못하고 있다. 기업과 소비자가 사전적으로 시장균형을 알 수 있는 합리성을 갖는다면, 비호환적인 신규기술 출현에 따른 시장변화의 불확실성은 발생하지 않을 것이다. 따라서 전술한 인텔의 전략적 딜레마도 세상에 존재하지 않았어야 한다. 이러한 연구접근법의 문제점을 극복하기 위하여, 본 연구에서는 네트워크 효과가 존재하는 시장에서의 기술혁신경쟁을 구체적으로 모형화하는 동태적 접근법을 취하였다.

둘째, 소비자 재선택 과정을 구체적으로 모형에 포함하였다. 즉 특정 제품을 사용하고 있는 고객이 동태적으로 비호환적인 다른 제품으로의 전환이 가능하도록 하였다. 그러나 네트워크 효과에 관한 대부분의 기존 연구들은 내구재를 가정하고 소비자의 제품구매가 일 회에 끝나는 것으로 가정하였다. 이들의 연구결과는 소비자의 재선택 과정을 고려할 경우 달라질 수 있으나 아직 연구되지 않고 있다 (Arthur, 1989). 그러면 소비자의 재선택 과정을 어떻게 모형화할 수 있을까? 본 연구에서는 기존의 정태적 모형을 다기간의 동태적 모형으로 확장

하고 재구매 과정을 구체적으로 모형화함으로써, 신규기술이 출현하였을 때 기존고객이 대안들을 다시 평가하고 재선택 할 수 있도록 하였다.

셋째, 소비자 집단을 “전문 사용자(power users)”와 “비전문 사용자(light users)”로 구분함으로써, 소비자의 이질성을 구체적으로 고려하였다. 대부분의 네트워크 효과에 관한 기존 연구들은 전문 사용자의 존재는 배제한 채, 비전문 사용자만을 소비자 집단으로 모형화하고 있다. 본 모형에서 전문 사용자는 비전문 사용자에 비해 호환성에 덜 민감하고, 기술적 성과 그 자체에 더 민감한 소비자로 정의하였다. 따라서 전문 사용자 집단은 신기술 제품의 초기 시장의 고객을 형성하는 집단이다. Moore (1991)의 분류에 따르면, 이들은 신기술에 관심이 높은 “기술 애호가(technology enthusiasts)”나 신기술의 본질과 그것의 혜택을 쉽게 알아차리는 “진보적 성향의 선구자 집단(visionaries)”에 해당한다. 컴퓨터 시장에서 전문 사용자들은 소프트웨어를 그들 자신의 코드로 수정하는 능력이 있기 때문에, 비호환적인 신기술로의 전환이 용이한 집단을 의미한다(Khazam and Mowery, 1996). 반면에, 비전문 사용자는 Moore (1991)의 분류 중 “실용주의자(pragmatists)”나 “보수주의자(conservatives)”에 해당한다. 컴퓨터 시장에서 비전문 사용자는 표준화된 응용 소프트웨어에 매우 의존하기 때문에 (Khazam and Mowery, 1996), 비호환적인 기술적 성과 그 자체에는 커다란 중요성을 부여하지 못한다.

### III. 분석모형

본 동태적 확률과정 모형은, 네트워크 효과가 존재하는 산업에서의 기술혁신경쟁에 따른 산업의 기술적 진화과정을 분석하기 위한 것이다. 따라서 (1) 네트워크 효과가 존재하는 시장에서 소비자들의 제품선택과 관련된 수요측면과 (2) 기업들의 기술혁신경쟁과 관련된 공급측면의 두 부분으로 구성된다.

#### 1. 수요측면: 네트워크 효과와 제품 선택 의사결정

##### (1) 소비자효용의 결정요인

수요측면은 제품에 대하여 이질적인(heterogeneous) 효용체계를 갖는  $N$ 명의 소비자들로 구성된다. 그리고 네트워크 효과가 존재하며 제품의 성능이 시간의 경과에 따라 계속 향상되는 제품을 고려하자. 그러면, 각 소비자가 제품의 소비로부터 얻는 효용은 두 가지 부분으로 구성된다. 하나는 제품의 그 자체의 성능으로부터 얻는 효용이고, 다른 하나는 네트워크 효과와 관련하여 그 제품과 호환적인 네트워크의 크기로부터 얻는 효용이다. 이러한 두 가

지 요인에 의하여, 소비자들은 제품 구매 혹은 재구매 의사결정을 하는데, 매 기에 하나의 제품을 구매하거나 하나도 구매하지 않는다고 가정하자.

수학적으로 표현하기 위하여,  $X$ 와  $Y$ 가 각각 기존기술과 신기술을 나타내며,  $q_{jt}^k$ 는 기업  $j$ 가 기술  $k$  ( $\in \{X, Y\}$ )를 이용하여  $t$ 기에 생산한 제품의 질을 나타낸다고 하자. 그러면, 소비자  $i$ 의 제품의 질적 특성과 관련된 효용은 다음과 같다.

$$u_{it} = d_i + q_{jt}^k \tag{1}$$

여기서,  $d_i$ 는 소비자  $i$ 의 제품에 대한 내재적 선호정도(intrinsic disposition)를 의미한다. 그리고  $n_{t-1}^k$ 을 기술  $k$ 를 이용하여 생산된 제품과 호환적인 네트워크의  $t-1$ 기에서의 크기를 나타낸다고 하면, 소비자  $i$ 가 네트워크 효과로부터 얻는 효용은 다음과 같다.

$$e_{it} = a_i n_{t-1}^k \tag{2}$$

여기서,  $a_i$  ( $0 \leq a_i \leq 1$ )는 소비자  $i$ 의 네트워크 효과에 대한 민감도를 의미한다. 그리고  $d_i$ 와  $a_i$ 는 시간과 독립적이라고 가정하자. 그러면, 소비자  $i$ 가 기업  $j$ 의 기술  $k$ 를 이용하여 생산한 제품 한 단위를 소비함으로써 얻는 총 효용은 다음과 같다.

$$U_{it}^j = u_{it} + e_{it} = d_i + q_{jt}^k + a_i n_{t-1}^k \tag{3}$$

따라서 네트워크 효과는 구매 시점에서만 아니라, 구매 이후의 소비자 효용에도 영향을 미친다. 그러나 구매 이후의 각 기술의 네트워크 크기를 예측할 수 없으므로, 구매의사결정 직전 기의 각 기술의 네트워크 크기에 근거하여 구매가 이루어진다고 가정하자. 소비자의 총 효용은 제품의 질의 향상이나 네트워크 크기의 확대에 의하여 증가되어 질 수 있다. 이는 소비자가 제품의 질과 네트워크의 크기를 대체재(substitutes)로써 취급한다는 것을 의미한다. 즉 네트워크 크기의 확대에 의한 효용의 증가는 낮은 제품의 질로 인한 효용의 감소를 상쇄시킬 수 있다는 것을 의미한다. 또한 그 역도 성립한다. 따라서 기술적으로 열등한 제품이 네트워크 크기에 의하여 소비자에 의해 채택될 수 있음을 제시한다.

## (2) 전문사용자와 일반사용자

소비자들은 “전문사용자(power user)”와 “일반사용자(light user)”의 두 가지 유형으로 구분된다. 제품 구매의사결정에 있어서 전문사용자 집단은 일반사용자 집단에 비하여 제품의 질에 더 큰 중요성을 부여하며, 네트워크 효과에 덜 민감하다. 과학자나 기술자 집단이 여기에 속한다. VHS가 사실적 표준인 비디오 레코더(video recorder) 시장에서,  $\beta$ 방식을 사용하는 방송국이 전문사용자이다. 이를 수학적으로 표현하기 위해,  $a_p$ 와  $a_l$ 을 각각 전문사용자와 일반사용자의 네트워크 효과라고 하자. 그러면, 다음이 성립한다.

$$a_p < a_l \tag{4}$$



또한, 일반적으로 전문사용자는 일반사용자보다 제품에 대한 높은 내재적 선호도를 갖는다. 이를 구체적으로 표현하기 위하여,  $d_p$  와  $d_i$  을 각각 전문사용자와 일반사용자의 제품에 대한 내재적 선호정도라고 하고,  $d_p$  와  $d_i$  은 각각 형태모수 ( $a_p, \beta_p$ )와 ( $a_i, \beta_i$ )을 갖는 베타분포(beta distribution)를 따른다고 하자. 그러면, 다음이 성립한다.

$$a_p > a_i, \text{ and } \beta_p < \beta_i \quad (5)$$

요약하면, 일반사용자와 비교할 때 전문사용자는 평균적으로 제품에 대한 높은 내재적 선호도를 갖으며, 네트워크 효과보다는 제품의 질에 근거하여 구매의사결정을 하는 소비자집단이다. 따라서 비호환적이지만 기술적으로 우월한 새로운 기술을 선호할 가능성이 높은 소비자이다.

### (3) 소비자의 구매의사결정

제품에 대한 수요는 신규구매와 재구매로 구성된다. 신규구매는 이전 기간에서 어느 제품도 구매하지 않은 소비자에 의하여 이루어지고, 재구매는 이미 제품을 사용해본 경험이 있는 소비자에 의하여 이루어진다. 각 소비자의 신규구매 혹은 재구매에 대한 의사결정 기준은 잉여가치(surplus)를 극대화가 되는데, 여기서 소비자의 잉여가치는 소비를 통해 얻을 수 있는 총 효용에서 가격을 뺀 값이다. 구체적으로,  $p_t$  를  $t$  기의 제품의 균형가격이라고 하면, 신규구매자의 잉여가치는 다음 식으로 표현된다.

$$S_i = d_i + q_{jt}^k + a_i n_{t-1}^k - p_{t-1} \quad (6)$$

그리고, 재구매자의 잉여가치는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned} S_i &= [d_i + q_{jt}^k + a_i n_{t-1}^k] - [d_i + q_* + a_i n_*] - p_{t-1} \\ &= [q_{jt}^k - q_*] + a_i [n_{t-1}^k - n_*] - p_{t-1} \end{aligned} \quad (7)$$

여기서,  $q_*$  와  $n_*$  은 재구매를 하려고 하는 소비자  $i$  가 현재 소비하고 있는 제품의 질과 네트워크의 크기를 나타낸다<sup>2)</sup>. 각 소비자는 각 기에서 사용 가능한 제품들을 고려하여, 그의 잉여가치가 양수이면서 최대의 값을 갖은 제품을 구매하게 된다. 잉여가치가 양수인 제품이 없는 경우에는 그 기에 소비를 하지 않고, 제품의 성능이 더 향상되거나 네트워크의 크기가 확대되어 잉여가치가 양수가 될 때까지 소비를 연기한다.

## 2. 공급측면: 기술혁신경쟁과 기술진보

2) 식 (7)에서 재구매의 대안이 되는 제품이 현재 사용 중인 제품과 호환적인 경우, 이 식의 두 번째 부분인  $a [n_{t-1}^k - n_*]$  의 값은 0이 된다.

본 연구모형의 공급측면은  $n$ 개의 기업들의 연구개발투자를 통한 기술혁신경쟁과 이의 성공 및 실패에 따른 각 기업의 성장과 퇴출을 나타낸다. 구체적으로, 기업  $j$ 의 실험기간  $t$ 기에서의 특성은 벡터  $(K_{jt}, C_{jt}, R_{jt}, S_j)$ 에 의하여 표현될 수 있는데, 여기서 처음 세 가지의 기업 상태를 나타내는 변수는 차례로 기업의 자본, 비용, 그리고 수익을 나타낸다. 그리고 네 번째 변수는 새로운 기술이  $t$ 기에 출현하였을 때의 기업의 기술선택전략을 나타내는 변수로서, 기존기술을 활용(exploitation)하거나 신기술을 탐색(exploration)하는 두 가지 대안 중의 선택을 의미한다. 중요한 것은 네트워크 효과 존재할 때, 이러한 기술선택이 기업의 장기적인 생존과 성장에 어떻게 영향을 미치는가 하는 것이다.

(1) 투자에 따른 기술능력과 생산능력의 동태적 변화

기업들은 투자는 기술능력을 향상시키기 위한 연구개발투자와 생산능력을 향상시키기 위한 생산시설투자의 두 가지로 구성된다. 구체적으로, 기업  $j$ 는 연구개발비용  $C_{jt}^R$ 를 기술능력을 향상시키기 위하여 매  $t$ 기에 투자하는데, 그 투자의 크기는 전기  $t-1$ 에서의 자본  $K_{jt-1}$ 에 근거하여 이루어진다. 즉,

$$\begin{aligned} C_{jt}^R &= rK_{jt-1} \quad \text{if } K_{jt-1} \geq K_{j0} \\ &= rK_{j0} \quad \text{if } K_{jt-1} < K_{j0} \end{aligned} \tag{8}$$

여기서,  $r$ 은 전기의 자본 중 연구개발투자 비율을 의미하며,  $rK_{j0}$ 은 최소한의 연구개발투자 비용을 의미한다. 따라서, 기업이 성장하여 자본규모가 커질수록, 그 기업은 기술능력을 향상시키기 위해 더 많은 연구개발투자를 할 수 있음을 의미한다. 또한 식 (8)은 기업의 연구개발투자가 실험기간 1기의 투자액 이하가 될 수 없음을 나타내는데, 이는 초기투자의 비가분성을 의미한다.

본 연구에서, 기술능력(technological capability)은 더 좋은 성능의 제품을 생산할 수 있는 가능성을 의미하는 것으로, 각 기업의 어느 주어진 실험시간에서의 기술능력은 현재 사용 중인 기술(technology-in-use)  $k$  ( $\in \{X, Y\}$ )에 대한 누적적 학습(cumulative learning)을 의미한다. 그리고 이러한 기술능력은, Nelson and Winter (1982)의 연구에서처럼, 누적적 연구개발비용에 비례하여 증가하는 것으로 가정하였다. 이를 수학적으로 표현하기 위하여,  $d_{jt}^k$ 를 기업  $j$ 의  $t$ 기에서의 기술능력이라고 하고,  $t$ 기에서의 기업  $j$ 의 제품의 성능을 의미하는  $q_{jt}^k$ 가 형태모수 ( $\alpha_{jt}^k, \beta^k$ )와 범위모수 ( $L_k, U_k$ )을 갖는 베타분포를 따른다고 가정하자. 그러면, 기업  $j$ 의 기술  $k$ 에 대한 누적적 투자는 형태모수  $d_{jt}^k$ 를 다음과 같이 증가시킨다.

$$d_{jt}^k = d_{j0}^k + [ \sum_{u=0}^t C_{ju}^R ] / \theta^k \tag{9}$$

여기서,  $\theta^k$  은 기술  $k$  를 학습하기 어려운 정도를 의미한다. 그리고  $q_{jt}^k$  는 시간의 증가함수임을 나타내기 위하여 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} q_{jt}^k &= q_{jt}^k & \text{if } q_{jt}^k &\geq q_{jt-1}^k \\ &= q_{jt-1}^k & \text{if } q_{jt}^k &< q_{jt-1}^k \end{aligned} \quad (10)$$

그리고 기업  $j$  는 전기의 판매가 최대 생산능력과 같은 경우, 생산시설을 하나 증가시키기 위해  $t$  기에 생산능력 확대를 위한 비용  $C_{jt}^p$  를 투자한다 (Winter, 1971). 즉,  $P_{jt}^c$  를 기업  $j$  의  $t$  기에서의 생산능력이라고 하면, 이는 다음과 같이 표현된다.

$$P_{jt}^c = P_{j0}^c + [ \sum_{u=0}^t C_{ju}^p ] / C_{jt}^p \quad (11)$$

## (2) 기업의 성장과 퇴출

기업의 성장과 퇴출과정은 그 기업 자본의 동태적 변화과정으로 의미한다. 기업  $j$  의  $t+1$  기에서의 자본은 다음과 같이 표현된다.

$$K_{jt+1} = K_{jt} - C_{jt}^r - C_{jt}^p + R_{jt} \quad (12)$$

기업의 성장은 제품의 판매를 통한 수익의 흐름에 의해 결정된다. 여기서 기업  $j$  가  $t$  기에 제품을 판매하기 위해서는, 다음 조건을 만족시켜야 한다. 우선 신규판매를 위해서는 아래의 식 (13)을 만족하는 질적 특성을 갖는 제품을 생산하여야 한다.

$$\begin{aligned} S_{it} &= d_i + q_{jt}^k + a_i n_{t-1}^k - p_{t-1} > d_i + q_{ht}^k + a_i n_{t-1}^k - p_{t-1} \geq 0 \\ &\text{for } f \in \{X, Y\} \text{ and any } h \neq j. \end{aligned} \quad (13)$$

그리고 재구매를 하고자 하는 소비자에게 제품을 판매하기 위해서는 다음 식을 만족시켜야 한다.

$$\begin{aligned} S_{it} &= [q_{jt}^k - q_*] + a_i [n_{t-1}^k - n_*] - p_{t-1} > [q_{ht}^k - q_*] + a_i [n_{t-1}^k - n_*] - p_{t-1} \geq 0 \\ &\text{for } f \in \{X, Y\} \text{ and any } h \neq j. \end{aligned} \quad (14)$$

이러한 판매를 통해 얻는 수익을 표현하기 위해,  $N_{jt}$  를 위의 식 (13)과 (14)를 만족하는 고객의 수라고 하면, 기업  $j$  의  $t$  기에서의 수익은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} R_{jt} &= p_t N_{jt} & \text{if } N_{jt} &< P_{jt}^c \\ &= p_t P_{jt}^c & \text{if } N_{jt} &\geq P_{jt}^c \end{aligned} \quad (15)$$

만일 기업이 기술혁신에 실패하여 위의 식 (13)과 (14)를 만족하는 제품을 생산하지 못하면, 제품의 판매를 통해 수익을 얻을 수 없다. 따라서 자본이 계속 감소하여 궁극적으로 파

산에 이르게 된다. 특히 자본규모가 전술한 최소 연구개발비용보다도 작은 경우, 더 이상 제품의 질을 향상시킬 수 없는 상태에 이르게 된다. 따라서, 기업  $j$  의  $t$  기에서의 퇴출조건은  $K_{jt} < rK_{j0}$  이 된다

## VI. 분석결과

본 장의 분석결과들은, 네트워크 효과가 존재하는 시장에서 기술혁신경쟁이 산업의 동태적 진화과정에 미치는 영향을 계량적으로 나타내 주고 있다. 우선 전술한 모형의 기본적인 모수설정 하에서 분석결과를 제시하고<sup>3)</sup>, 민감도분석으로서 신기술의 출현시기와 전문사용자의 구성비율의 변화에 따른 실험의 결과를 제시할 것이다<sup>4)</sup>.

### 1. 네트워크 효과와 기술혁신경쟁

#### (1) 수요측면의 동태적 변화

소비자집단은 40,000명의 네트워크 효과에 민감한 다수의 일반사용자들과 4,000명의 네트워크 효과보다는 제품의 성능에 민감한 소수의 전문사용자들로 구성되어 있다. 이러한 소비자집단의 기술수용에 네트워크 효과와 기술혁신경쟁이 미친 영향은 다음의 <표 1>에 요약되어 있다.

<표 1> 수요측면의 분석결과: 네트워크 효과와 기술혁신경쟁

	기술혁신경쟁을 배제한 네트워크 효과		기술혁신경쟁을 고려한 네트워크 효과	
	네트워크 효과 존재하지 않는 경우	네트워크 효과 존재하는 경우	신기술 비호환적인 경우	신기술 호환적인 경우
	총 제품판매량	50,501	68,964	70,703
총 사용자기반 크기	27,135	43,268	43,997	43,993

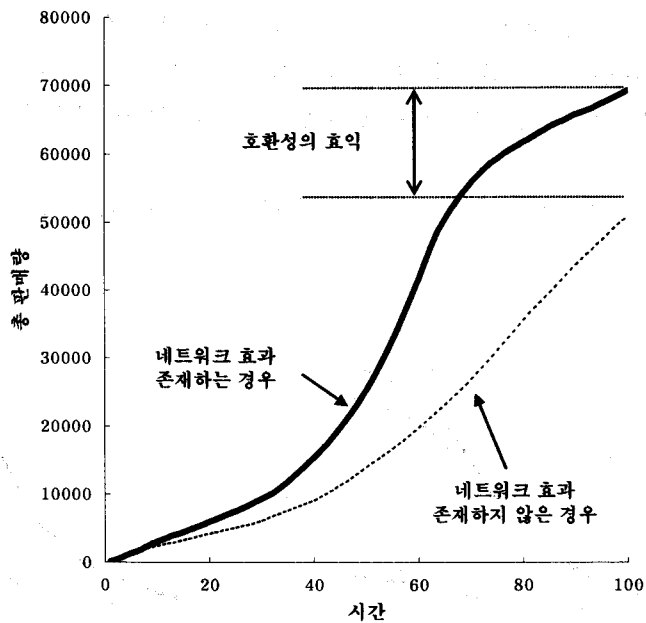
**네트워크 효과가 기술확산에 미치는 영향.** 우선 네트워크 효과가 산업진화에 미치는 영향만을 고찰하기 위하여, 신기술의 출현에 의한 기술혁신경쟁의 실험효과를 제거해보자. 이

3) 기본 모형의 실험변수 값:  $N=44,000$  ( $N_p=4,000$ ,  $N_f=40,000$ ),  $[v : w]=[-15,000 : 0]$ ,  $[a_p : \beta_p]=[3 : 2]$ ,  $[a_f : \beta_f]=[2 : 3]$ ,  $a_p=0.0$ ,  $a_f=0.3$ ,  $n=1,000$ ,  $t^*=50$ ,  $[a^k : \beta^k]=[100 : 200]$ ,  $[L_k : U_k]_E=[-7,500 : 12,500]$ ,  $[L_k : U_k]_N=[-4,000 : 20,000]$ ,  $K_{j0}=400$ ,  $P^c_p=4$ ,  $r=0.05$ ,  $\tau=20$ ,  $\theta=40$ ,  $C^p_r=1$ .

4) 이하의 시뮬레이션 결과는 100번 실험한 결과를 평균한 값으로, 실험 기간에 대한 언급이 없다면 마지막 기간인 100기의 값을 의미한다.

는 네트워크 효과 그 자체가 산업진화에 어떠한 영향을 주는가를 파악하기 위한 것이다. 전술한 바와 같이, 네트워크 효과의 존재는 사용자가 많아질수록 제품의 가치를 높인다. 즉, 사용자기반이 커질수록 점점 더 많은 소비자가 그 제품을 사용하려는 유인이 높아지게 된다 (Shapiro and Varian, 1999). 따라서 네트워크 효과의 존재는 각 소비자의 제품 사용수용 시기를 앞당기며, 고객기반의 증가와 함께 수요의 급격한 증가를 일으키게 된다. 아래 <그림 1>에서 볼 수 있는 것처럼, 시뮬레이션의 결과는 이러한 직관과 일치한다. 네트워크 효과의 존재는 수요를 증가시키며, 그 증가추이는 S자 형태의 소비 곡선을 나타낸다.

<그림 1> 네트워크 효과 존재 여부에 따른 기술확산의 변화



마지막 실험기간인 100기에 총수요는 50,501에서 68,964로 증가하였는데 (<표 1>의 총 제품판매량 2열과 3열 참조), 이는 네트워크 효과에 의한 수요의 증가를 반영한다. 이러한 호환성의 효익(gain of compatibility)을 얻기 위하여, 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 기업들은 기술을 표준화를 할 유인이 생긴다.

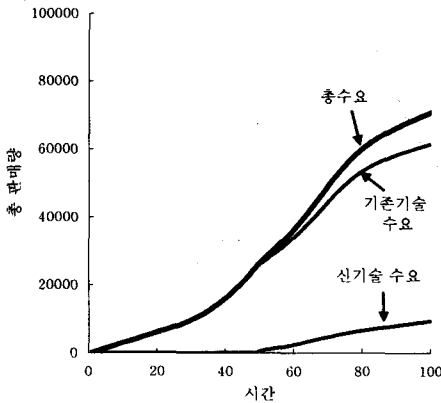
**네트워크 효과가 존재하는 산업에서 기술혁신경쟁이 기술확산에 미치는 효과.** 기업들 간의 기술혁신경쟁에 있어 신기술이 기존의 지배적 기술과 호환성이 있느냐의 여부는, 아래 <그림 2>에서 볼 수 있는 것처럼, 는, 기술적 성능이 같음에도 불구하고 산업의 진화에 상이한 영향을 미친다.

## 이 종 식

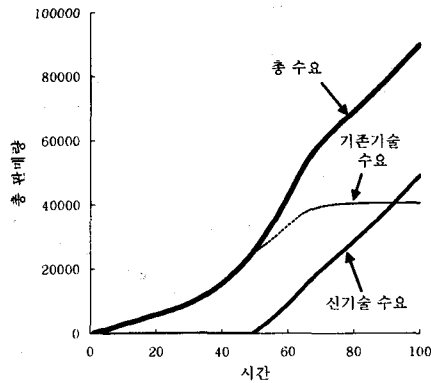
우선 비호환적인 경우, (A)는 50기에 신기술이 출현한 이후에도 기존의 지배적 기술을 기반으로 생산된 제품의 수요가 계속 증가하고 있음을 알 수 있다. 신기술을 기반으로 한 제품의 수요도 증가하였으나, 기존기술을 기반으로 한 제품의 수요가 50기 이후에 더욱 증가하였음을 알 수 있다. 이는 신제품의 성능이 더 좋음에도 불구하고, 네트워크 효과의 존재로 인하여 신제품을 구매하는 데 전환비용(switching cost)이 존재함을 의미한다.

호환적인 경우, (B)는 신기술이 출현한 이후에 기존기술을 기반으로 한 제품의 수요는 대략 70기 이후에는 전혀 발생하지 않고 있음을 알 수 있다. 그러나 신기술을 기반으로 한 제품의 수요는 신제품이 출시된 50기 이후에 급격히 증가하는 데, 이는 신기술이 기존기술과 호환적일뿐 아니라 성능도 우수하여 네트워크 효과는 오히려 신기술에 유리하게 작동함을 제시한다. 또한 총수요 역시 비호환적인 경우의 70,703 보다 훨씬 높은 90,100 가 되었다 (<표 1>의 총 제품판매량 4월과 5월 참조). 따라서 신기술이 기존기술과 호환성을 제공하는 경우, 기업들은 신기술을 기반으로 기술혁신경쟁을 지속할 유인이 생긴다.

<그림 2> 신기술의 호환성 여부에 따른 기술확산의 변화



(A) 신기술 비호환적인 경우



(B) 신기술 호환적인 경우

### (2) 공급측면의 동태적 변화

네트워크 효과와 새로운 기술의 출현이 공급측면에 미친 영향은 다음의 <표 2>에 요약되어 있다. 새로운 기술은 실험기간 50기에 출현하는데 이때의 기술선택 전략에 따라, 1,000개의 기업들은 다음 두 가지 전략군으로 구분된다 — (1) 50기까지 사용하던 기존의 지배적 기술의 계속 활용하는 500개의 점진적 혁신집단(evolutionary group), 그리고 (2) 50기까지 사용하던 기술을 버리고 새로운 기술을 탐색하여 이를 활용하는 500개의 급진적 혁신집단

(radical group). 결국, 네트워크 효과와 새로운 기술의 출현이 이러한 두 기업집단의 생존과 성장에 어떤 영향을 미치는가를 고찰해 보는 것이다.

<표 2> 공급측면의 분석결과: 네트워크 효과와 기술혁신경쟁

	기술혁신경쟁을 배제한 네트워크 효과		기술혁신경쟁을 고려한 네트워크 효과	
	네트워크 효과 존재하지 않는 경우	네트워크 효과 존재하는 경우	신기술 비호환적인 경우	신기술 호환적인 경우
	생존 기업 수	18	39	36
점진적 혁신집단	9	19	23	20
급진적 혁신집단	9	20	13	26
평균 자본금	8,176	3,848	4,336	3,439
점진적 혁신집단*	8,084 (7,133)	3,863 (7,556)	4,947 (6,634)	823 ( 757)
급진적 혁신집단*	8,267 (7,342)	3,833 (7,505)	3,253 (6,119)	5,452 (4,796)
집단 자본금 계**	147,159	150,057	156,078	158,212
점진적 혁신집단	72,756	73,397	113,781	16,460
급진적 혁신집단	74,403	76,660	42,289	141,752

\* ( ) 안의 수치는 표준편차    \*\* 집단 자본금 계 = 생존 기업 수 × 평균 자본금

위의 <표 2>로부터 신기술의 호환성 여부에 따라 두 기업집단의 상이한 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 우선 신기술이 기존기술과 비호환적인 경우, 실험기간 100기에서의 생존한 기업 수의 변화를 살펴보면, 새로운 기술이 출현하지 않는 경우와 비교하여 볼 때, 기존 기술을 활용한 점진적 혁신집단의 생존 기업 수는 9개에서 23개로 증가하였지만, 새로운 기술을 활용한 급진적 혁신집단의 생존 기업 수는 9개에서 13개로 증가하였다 (<표 2>의 생존 기업 수 2열 4열 참조). 또한 생존기업의 평균자본도 점진적 혁신집단이 4,947인데 반하여, 급진적 혁신집단은 3,253이다 (<표 2>의 평균 자본금 2열 4열 참조). 결국 신기술이 비호환적인 경우, 기존기술을 활용하는 것에 유리하다는 것을 제시하고 있다.

그러나 신기술이 호환적인 경우, 실험기간 100기에서의 생존한 기업수의 변화를 살펴보면, 새로운 기술이 출현하지 않는 경우와 비교하여 볼 때, 점진적 혁신집단의 생존 기업 수는 9개에서 20개로 증가하였지만, 급진적 혁신집단의 생존 기업 수는 9개에서 26개로 증가하였다 (<표 2>의 생존 기업 수 2열 5열 참조). 또한 생존기업의 평균자본도 점진적 혁신집단이 823 인데 반하여, 급진적 혁신집단은 5,452이다 (<표 2>의 평균 자본금 2열 5열 참

조). 결국 신기술이 호환적인 경우, 새로운 기술을 활용하는 것에 유리하다는 것을 제시하고 있다. 결국, 기존기술과 호환성이 있는 신기술의 등장은 이를 활용하여 기술혁신을 이루지 못하는 기업에게 치명적이라는 사실을 제시하고 있다.

## 2. 기술혁신전략의 효과성 분석

그러면 신기술이 비호환적인 경우 기술선택의 효과성에 영향을 미치는 핵심적인 변수는 무엇인가? 즉, 기존의 지배적 기술로 산업진화가 전개되는 상황요인은 무엇이고, 새로운 비호환적인 기술로 대체되는 상황요인은 무엇인가? 이하에서는 이러한 질문에 답하기 위하여, 두 가지 변수들 — “전문사용자의 구성 비율(propportion of power users)”과 “새로운 기술의 출현 시기(timing of new technology emergence)” —을 변화에 따른, 점진적 혁신집단과 급진적 혁신집단의 성과와 관련된 실험의 결과를 제시할 것이다.

### (1) 신기술 출현시기와 산업진화

다음의 <표 3> 새로운 기술의 출현 시기가 산업진화에 미치는 영향을 보여주고 있다. 즉 기존기술과 비호환적이지만 기술적 잠재력이 큰 새로운 기술의 출현 시기에 따라, 전술한 두 기업집단의 각각의 생존과 성장에 미치는 영향이 어떻게 달라지겠는가?

<표 3> 신기술 출현 시기에 따른 기술혁신전략의 효과성

신기술 출현 시기		1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
생존 기업 수	E*	0	0	0	5	17	24	24	21	21	21
	R*	17	22	21	51	27	15	18	22	22	22
평균 자본금	E	0	0	0	516	1,610	5,084	4,405	4,831	4,111	4,036
	R	9,182	7,052	7,247	3,013	4,796	2,322	2,816	2,487	3,115	2,869
집단 자본금 계**	E	0	0	0	2,580	27,370	122,016	105,720	101,451	86,331	84,756
	R	156,094	155,114	152,187	153,663	129,492	34,830	50,688	54,714	68,530	63,118
총 제품판매량		101,367	103,649	100,695	96,399	96,553	71,039	70,561	71,683	70,332	68,872

\* E = 점진적 혁신집단, R = 급진적 혁신집단

\*\* 집단 자본금 계 = 생존 기업 수 × 평균 자본금

위의 <표 3>에서 볼 수 있는 것처럼, 신기술이 실험기간 40기 이전에 출현하는 경우는 새로운 기술을 활용하는 급진적 혁신집단에 유리하게 산업이 진화되지만, 신기술의 출현시



기가 늦을수록 기존 기술을 활용하는 점진적 혁신집단의 생존과 성장에 유리하게 산업진화가 진행됨을 알 수 있다. 새로운 기술의 출현 시기는 기존 기술을 이용하여 생산된 제품의 수명주기(product life cycle)와 관련되어 있다. 제품수명주기가 진행됨에 따라 고객기반(installed base)이 증가되며, 시장성장성이 둔화되어 제품을 구입할 수 있는 잠재고객의 수는 적어진다. 따라서 기존기술과 비호환적인 새로운 기술이 성공할 가능성은 낮아진다. 이러한 분석결과를, 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 기술선택전략의 효과성에, 새로운 기술의 기술적 잠재력뿐만 아니라 신기술의 출현 시기가 중요한 역할을 한다는 것을 제시한다.

## (2) 전문사용자의 구성비율과 산업진화

다음의 <표 4>은 전문사용자의 구성 비율이 산업진화에 미치는 영향을 보여주고 있다. 즉 전문사용자의 구성 비율에 따라, 네트워크 효과와 기술혁신경쟁이 두 기업집단 각각에게 어떠한 영향을 미치겠는가?

<표 4> 전문사용자 비중에 따른 기술혁신전략의 효과성

전문사용자 비중		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
생존 기업 수	E*	24	25	21	19	16	13	15	15	14	15	13
	R*	12	13	17	23	22	30	32	31	35	29	30
평균 자본금	E	6,232	4,591	3,815	3,536	2,158	1,791	960	975	1,143	1,268	1,499
	R	404	3,180	4,415	3,866	5,271	4,456	4,451	3,585	4,019	4,761	4,581
집단 자본금 계**	E	151,752	114,775	80,115	67,184	34,528	23,283	14,440	14,625	16,002	19,020	19,487
	R	4,848	41,340	75,055	88,918	115,962	133,680	142,432	111,135	140,665	138,069	137,430
총 제품판매량		62,818	71,817	79,937	86,876	99,090	113,083	118,225	117,835	116,538	118,602	116,148

\* E = 점진적 혁신집단, R = 급진적 혁신집단

\*\* 집단 자본금 계 = 생존 기업 수 × 평균 자본금

위의 <표 4>에서 볼 수 있는 것처럼, 총 소비자 중 전문사용자의 비중이 20% 미만인 경우는 기존 기술을 활용한 점진적 혁신집단에 유리하게 산업이 진화되지만, 전문사용자가 많을수록 새로운 기술을 활용한 급진적 혁신집단의 생존과 성장에 유리하게 산업진화가 진행됨을 알 수 있다. 따라서 전문사용자의 비중에 따라 산업진화가 상반되는 방향으로 진화될

수 있음을 제시한다. 이는 워크스테이션(workstation) 시장은 새로운 마이크로프로세서 기술인 RISC로 산업이 진화하였지만, PC 시장에서는 RISC 기술이 자리 잡지 못하고 기존의 지배적인 기술인 CISC로 진화하였는가를 설명하여 준다. 문제의 핵심은 워크스테이션 시장은 전문적인 사용자가 지배적인 시장인 반면, PC 시장은 일반사용자가 지배적인 시장이었다는 것이다.

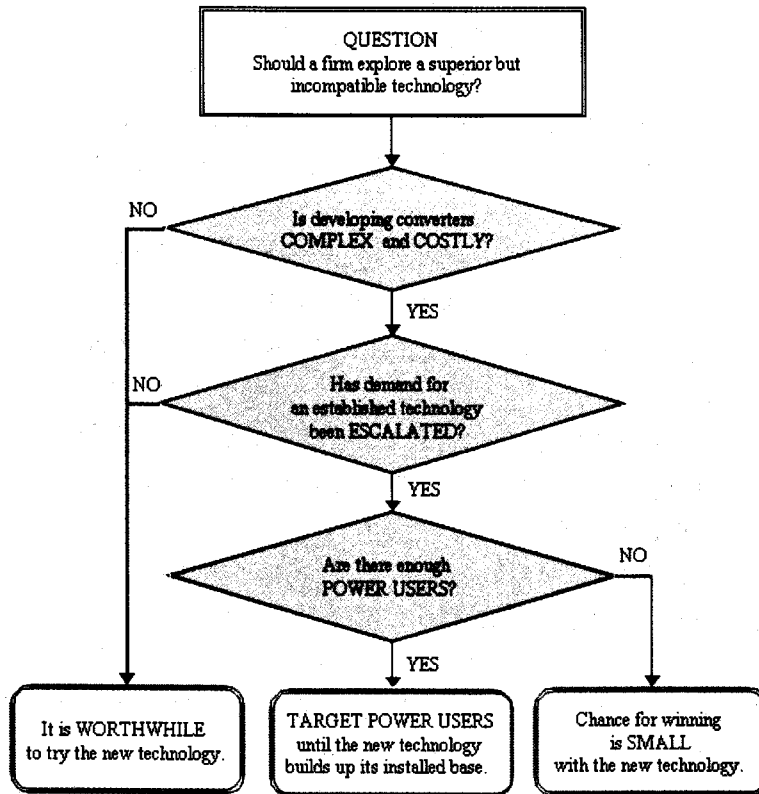
## V. 결론 및 시사점

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 네트워크 효과가 존재하고 기술진보가 빠른 산업에서, 기술선택의 문제는 기술혁신경쟁을 통한 동태적 경쟁역량 확보를 위한 근본적인 의사결정문제가 된다. 왜냐하면 네트워크 효과는 호환성에 기인하는 기존기술의 효과성을 강조하는 반면, 빠른 기술진보는 높은 기술적 성능에 기인하는 신기술의 효과성을 강조하기 때문이다. 이러한 산업에서, “전문 사용자의 비중”과 “신규기술의 출현 시기”는 기술선택의 효과성에 영향을 미친다. 즉 대부분의 소비자가 비전문 사용자로 구성되어있거나 기존 기술에 대한 수요가 성장기를 지난 이후 신규기술이 출현한 경우, 기존기술의 상업적 기회를 계속 활용하는 점진적 혁신집단(evolutionary innovation group)이 성과가 더 높았다. 반면에, 소비자집단이 상당수의 전문 사용자로 구성되어 있고 성장기 이전에 신규기술이 출현할 경우, 기존기술과 비호환적이지만 성능향상 잠재력이 큰 신규기술을 활용하는 급진적 혁신집단(radical innovation group)이 성과가 더 높았다. 이러한 분석결과는 기존기술과 신규기술 간의 상대적 유효성을 결정하는 상황을 분류함으로써, 전술한 이론적 논쟁의 해결점을 제시한다. 실제로, 워크스테이션 시장은 상당수의 전문 사용자로 이루어진 반면, PC 시장은 비전문 사용자가 주류를 이룬다(Khazam and Mowery, 1996). 이러한 소비자 특성의 차이로 인하여, 이 두 시장에서의 상이한 변화가 어떻게 발생할 수 있는가에 관한 이론적 설명을 가능하게 한다.

인텔의 사례에서 전술한 바와 같이, 높은 가능성을 지닌 비호환적인 신규기술의 출현은 기존기업에게 심각한 전략적 딜레마를 야기시킨다. RISC가 CISC를 위협했을 때, Andy Grove (1996: p. 104)는 “무엇을 해야 할지 몰랐다”라고 회고하고 있다. 이러한 딜레마에 대하여 본 연구는 다음과 같은 실무적 시사점은 제공한다(<그림 3> 참조). 우선, 기존기술과 신규기술 간에 호환성을 확보할 수 있는지 여부를 검토하여 보아야 한다. 즉 두 기술들 간의 컨버터 개발이 기술적/경제적 측면에서 용이한가를 고려해 보아야 한다. 용이하다면 이 컨버터는 비호환성의 문제를 제거할 수 있기 때문에 신규기술의 활용이 매우 가치 있을 것이다. 그러나 컨버터의 개발이 너무 복잡하고 높은 비용은 수반한다면, 다음 질문을 고려해

보아야 한다: 기존기술에 대한 수요가 성장기를 지나 비전문 사용자를 포함하는 주류시장을 형성하였는가? 그렇지 않다면 기존기술에 대한 소비자의 관심이 미약할 것이므로, 기존기술과 비호환적이지만 기술적 잠재력이 큰 신규기술의 성공가능성은 매우 높을 것이다.

<그림 3> 기술선택 의사결정



자료원: Lee, Lee, and Lee (2003, p. 567)

그러면 기존기술이 이미 주류시장을 형성하였다면 어떻게 해야 하는가? 시장에 충분한 수의 전문 사용자가 있는가를 고려해 보아야 한다. 신규기술에 관심이 높고 그것의 기술적 성과에 민감한 전문 사용자는 신규기술을 활용하는 기업의 초기 주요 고객을 형성한다. 따라서 전문 사용자 집단의 크기가 매우 작다면, 신규기술의 활용은 권할만한 것이 되지 못할 것이다. 그러나 그 크기가 상당히 커서 기업의 수익원을 형성할 수 있다면, 신규기술을 활용하되 전문 사용자 요구에 초점을 두어야 할 것이다. 시간이 경과되어 상당한 크기의 고객기반이 형성되었다면, 이를 교두보로 하여 비전문 사용자 집단의 침투를 통한 주류시장의 형성도 고려되어야 할 것이다. 이러한 지레대식 접근방법은 Moore (1995: p. 27)의 "볼링앨리

마케팅 (bowling alley marketing)"과 유사하다: "각 틈새시장은 볼링앨리 앞에 진열된 볼링 핀들과 같아서 볼에 맞아 넘어지는 핀들이 주변의 핀들을 쳐서 같이 넘어뜨리기도 한다."

최근 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 "승자의 이익전유(winner-take-all)" 혹은 "기술적 고착화(technological lock-in)"는 일반적 현상으로 인식되고 있다. 즉 이러한 산업에서는 하나의 기술이 한 번 앞서면 그 기술이 시장 전체를 지배하도록 만드는 수익체증(increasing returns)이 존재한다는 것이다. 수익체증은 학계뿐만 아니라 업계에서 그 관심이 증대되고 있는데, 이는 이 개념이 내포하고 있는 전략적 시사점이 실무적으로 중요한 의미를 갖기 때문이다. 즉 초기에 산업진입을 통한 고객기반의 확보가 기업들에게 지속적으로 초과이윤을 창출할 수 있는 시장지배력을 제공해 줄 수 있다는 매력적인 시사점을 제공한다. 그러나 이러한 기술적 고착화의 실무적 시사점은 잘 못된 것일 수 있음을 지적하는 문헌들도 있다. Liebowitz and Margolis (1990, 1995)는 현실의 산업변화 과정을 살펴보면 Arthur (1989)가 주장하는 고착화의 예를 별로 찾을 수가 없다는 것을 지적한다. 네트워크 효과에 의한 기술적 고착화는 이론적으로는 타당해보이나, 열등한 기존기술에 대한 고착화가 해소되고 신규기술로 이전한 경우의 산업의 예가 오히려 더 많으며, 이러한 산업들에서 기술혁신은 끊임 없이 일어나고 있음을 지적한다(Katz and Shapiro, 1994; Witt 1997). 실제로, CP/M-80이 지배적인 PC 운영체제시장에서 MS-DOS는 새로운 표준으로 자리 잡았고, CISC 기반의 워크스테이션 시장에서 RISC는 지배적인 기술이 되었다.

그러면 네트워크 효과가 존재하는 산업에서 불연속적인 기술변화는 어떻게 가능한 것인가? 우선, 신규기술이 기존기술 시장의 성장기 이전에 등장하여 주류시장을 형성하는 비전문 사용자까지 확산되지 않는 경우, 비호환적인 신규기술로의 전환이 가능하다. 실제로 MS-DOS는 새로운 표준으로 자리 잡을 수 있었던 이유 중의 하나는 PC 운영체제시장이 성장기 이전의 상태였기 때문이다. 이러한 맥락에서 Steffens (1994)는 초기의 CP/M-80 하에서 표준 응용 소프트웨어의 범위가 매우 제한적이었음을 지적한다. 표준 응용 소프트웨어의 사용범위가 매우 제한적인 경우 일반적으로, 비전문 사용자에 의한 제품구매는 이루어지지 않는다. 또한 본 연구결과는 시장이 기존기술에 의한 고착화되어 있을 때, 신규기술로의 이행이 가능하도록 하여 주는 메커니즘을 제시하고 있다. 기존의 지배적인 기술과 비호환적인 신규기술의 성공은 전문 사용자들의 역할에 의존한다. 특히 상당수의 전문 사용자가 기업의 기술적 노력에 의하여 양성될 수 있을 때, 시장은 기존기술에 고착화되지 않는다. 실제로 워크스테이션 시장에서, Sun은 대학의 전문 사용자를 활용하여 신규 RISC 기술기반의 제품시장을 확립하는데 성공하였다.

## 참고 문헌

- Arthur, W. B. (1989), "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events, *Economic Journal*, Vol. 99, pp. 116-131.
- Arthur, W. B. (1996), "Increasing Returns and the New World of Business", *Harvard Business Review*, July-August, pp. 100-109.
- Arthur, W. B. (1994), *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Cohen, W. and Levinthal, D. (1989), "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D," *Economic Journal*, Vol. 99, pp. 569-596.
- Cohen, W. and Levinthal, D. (1990), "Absorptive Capability: A New Perspective on Learning and Innovation," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, pp. 128-152.
- Ghemawat, P. and Costa, J. (1993), "The Organizational Tension Between Static and Dynamic Efficiency," *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 59-73.
- Goldberg, D. E. (1989), *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Grove, A. S. (1996), *Only the Paranoid Survive*, New York: Currency, Doubleday.
- Holland, J. H. (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Katz, M. L. and Shapiro, C. (1985), "Network Externalities, Competition, and Compatibility." *The American Economic Review*, Vol. 75, pp. 424-440.
- Katz, M. L. and Shapiro, C. (1994), "Systems Competition and Network Effects," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, pp. 93-115.
- Khazam, J., D. C. Mowery (1996), "Tails that Wag Dogs: The Influence of Software-based "Network Externalities" on the Creation of Dominant Designs in RISC Technologies," in D. C. Mowery (ed.) *The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure*, New York: Oxford University Press, pp. 86-103.
- Laverty, K. J. (1996), "Economic "Short-termism": the Debate, the Unresolved Issues, and the Implication for Management Practice and Research," *Academy of Management Review*, Vol. 21, pp. 825-860.

- Lee, Jongseok, Lee, Jeho and Lee, Habin. (2003), "Exploration and Exploitation in the Presence of Network Externalities," *Management Science*, Vol. 49, No. 4, pp. 553-570.
- Leonard-Barton, D. (1992), "Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development," *Strategic Management Journal*, Vol. 13, pp. 111-126.
- Levinthal, D. A. and March, J. G. (1993), "The Myopia of Learning," *Strategic Management Journal*, Vol. 14, pp. 95-112.
- Levitt, B. and March, J. G. (1988), "Organization Learning," *Annual Review of Sociology*, Vol. 14, pp. 319-340.
- Liebowitz, S. J. and Margolis, S. E. (1990), "The Fable of the Keys," *Journal of Law and Economics*, Vol. 22, pp. 1-26.
- Liebowitz, S. J. and Margolis, S. E. (1995), "Path Dependence, Lock-in, and History," *The Journal of Law, Economics and Organization*, Vol. 11, pp. 205-226.
- March, J.G. (1991), "Exploration and Exploitation in Organizational Learning," *Organization Science*, Vol. 2, pp. 71-87.
- Moore, G. A. (1991), *Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers*, New York: Harperbusiness.
- Moore, G. A. (1995), *Inside the Tornado: Marketing Strategies from Silicon Valley's Cutting Edge*, New York: Harperbusiness.
- Nelson, R. R. and Winter, S. G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. A. (1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Shapiro, C. and Varian, H. R. (1999), *Information Rule: A Strategic Guide to the Network Economy*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Steffens, J. (1994), *New Games: Strategic Competition in the PC Revolution*, Seoul: Pergamon Press.
- Teece, D. J., Pisano, G. and Shuen A. (1997), "Dynamic Capabilities and Strategic Management," *Strategic Management Journal*, Vol. 18, pp. 509-533.
- Winter, S. G. (1971), "Satisfying, Selection, and the Innovating Remnant," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 85, pp. 237-261.
- Witt, Ulrich (1997), "Lock vs. Critical Mass - Industrial Change under Network

Externalities," *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 15, pp. 753-773.

## Network Effects and Dynamic Capabilities

Lee, Jong-Seok

### Abstract

Recently, the notion of "increasing returns" has been popular not only in academia but also in industries. This notion has been drawn from prior research on network effects, which showed that the market evolution would lock in to a dominant technology. However, the long history of technological change has rarely shown the possibility of lock-in to an inferior technology. How could the market with network effects make transition between incompatible technologies regimes by escaping the lock-in? This paper analyzes the effectiveness of R&D and technological choice to investigate the sources of the dynamic capabilities in the presence of network effects and uncertain technological progress. Why does the market sometimes work against a radical technology, and why, at other times, does the market operate in favor of it? This study is to address this question by modeling the situation of two competing technologies in the presence of network effects. The numerical analysis indicates that the evolution strategy of compatibility is more likely to increase the chance of firm growth when a majority of customers are not power users or when demand for an old technology has been escalated. But when there are a substantial number of power users or when a new technology emerges before such an escalation of demand, the revolution strategy of compelling performance is more likely to be effective. The result suggests a potential mechanism for overcoming the lock-in problem. When the market exhibits some inertia to an obsolete technology, which is reinforced by the increasing customer value with respect to backward compatibility, the survival of a new technology depends on power users. When many power users are cultivated by firms' technological efforts regarding the new technology, the market is less likely to lock into an obsolete technology. Indeed, in the workstation market, where power users characterize much of the demand, innovators like Sun successfully switched to the RISC architecture.

<Key Words> increasing returns, network effects, technological innovation competition, dynamic capabilities