

디지털 융합생태계 ABM (Agent Based Model)모형과 공진화(coevolution)전략

원동규* · 유선희**

I. 서론

1. 디지털 융합 환경의 부상

디지털 융합 환경의 도래에 따라 동일한 서비스가 상이한 네트워크와 단말기를 통해 제공되기 시작하였으며, 이는 부가가치 창출의 우위에 있는 사업자들을 중심으로 플랫폼을 형성하고 이를 중심으로 융합기술 생태계를 형성하게 되었다. 예컨대, 네트워크 융합은 기존 통신망의 광대역화와 유무선 통합, 기존 방송망의 디지털화에 따라 유무선통신망에서 방송콘텐츠가 제공되고, 기존 방송망에서 통신서비스가 제공되고 있다. 통신부문에서는 유무선망 모두에서 전통적인 음성서비스를 넘어서 방송 콘텐츠를 원활하게 제공할 수 있는 네트워크의 고도화가 보편화 되고 있으며, 방송부문에서는 양방향서비스의 제공이 가능하게 됨으로써 전통적인 망의 구분이 사라지고 있다.

이처럼 양방향성(Interactivity) 기술 속성이 융합되거나 광대역망을 통해 동영상 콘텐츠가 서비스되며, 다양한 종류의 콘텐츠들이 다시 TPS (Triple Play Service)로 묶여 1인 고객(또는 가구)의 지불가치를 증대시키는 방향으로 결합되어 제공된다. 이는 사업자 간 융합이 진전되면서 더욱 가속화될 것으로 전망된다. 하지만 우리나라의 경우 아직도 이러한 융합환경에 관련된 법제화의 미비 및 정책 부재로 방향성 설정에 어려움을 겪고 있는 것이 사실이다.

본 연구에서는 이러한 디지털 융합 환경하에서 방송과 통신의 융합시장의 경쟁모형을 생태계 관점에서 모델을 구성하고 이들간의 융합기술 및 콘텐츠의 결합을 통한 경쟁 및 생태계의 변화를 통해서 정책적 시사점을 제공하고자 한다.

2. 디지털 생태계의 정의

디지털 생태계로 불리어지는 IT산업의 생태계는, 정보와 서비스를 만들어내는 생산자와 이를 유통하는 중계자 그리고 이를 이용하는 고객으로 이어지는 정보 및 서비스의 가치사슬에서 각 참여자의 능력을 단계별로 활용해 전체를 완성시키는 사업 형태로 이루어진다.

특히 기업의 생애주기는 계속 빠르게 변화하고 있으며, 이러한 상황에서는 한 기업이 모든 것을 자체적으로 개발하고 제공하는 사업형태는 퇴색하고, 기업들의 상호 협력을 통하여 새로운 상품 및 서비스를 앞서 제공하고 발전시키는 소위 융합 생태계 기반의 사업형태가 각광을 받게 되었다.

이러한 다양한 융합 추세가 확장됨에 따라 새로운 생존과 경쟁의 법칙이 지배하는 동반성장 즉, 디지털생태계(Digital Ecosystem)를 조성해야 할 필요성이 2006년 2월, 세계경제포럼(일명 다보스포럼)에서 제기된 적이 있다. 2002년에는 유럽연합 회원국들의 중소기업들이 ICT를 활용하여 새로운 비즈니스모델을 생성하여 성장할 수 있는 디지털환경 인프라를 형성할 목적으로 소속 위

* 원동규, 한국과학기술정보연구원, 책임연구원, 02-3299-6053, dkwon@kisti.re.kr

** 유선희, 한국과학기술정보연구원, 책임연구원, 02-3299-6054, sunny@kisti.re.kr

원회인 Unit D5에서 개최한 워킹숍에서 디지털생태계 비전을 내놓았다. 이 워킹숍에서는 ‘자연생태계(Natural Life Ecosystem)’, ‘비즈니스생태계(Business Ecosystem)’, ‘디지털생태계’, 그리고 ‘디지털경영생태계(Digital Business Ecosystem)’ 개념들이 정의되었다.

여기서 자연생태계란 “상호작용하는 기관들에 그들의 물리적 환경을 더한 생물학적 커뮤니티”를 말한다. 비즈니스생태계란 “관련 상품 및 서비스 공급자, 제공자, 구매자 간의 네트워크에 (구조 및 규제 프레임워크 등을 포함한) 사회경제적 환경이 더해진 것”을 의미한다. 한편 디지털생태계란 “상호 네트워크화된 기관들을 위해 상호 협력, 지식 공유, 개방된 적용 기술 개발, 진화된 사업모델 등을 지원하는 디지털환경을 창출할 목적으로 존재하는 자기조직적 디지털인프라”를 말한다. 또한 디지털경영생태계는 디지털생태계와 비즈니스생태계가 구조적으로 연계되어 있고 (coupled) 공진화하는(co-evolving) 과정을 의미한다.

이러한 디지털생태계의 주된 목적은 역내의 중소기업들 간에 업무 효율, 기업 통합 및 시너지를 향상시키는 ICT 애플리케이션과 서비스를 제공하는 것과 글로벌 시장에서 중소기업들의 지역 가치사슬 통합을 활성화하는 것을 의미하며, 여기서 디지털생태계 이니셔티브의 대상은 ICT를 필요로 하는 CP 등의 중소기업들과 ICT 관련 시스템통합사업자, 서비스제공자, 소프트웨어 개발자 등이 된다. 결국 융합산업을 주도하는 모든 사업자들을 말하는 것이다.

이러한 디지털 생태계의 개념이 IT산업을 중심으로 한 출발한 계기가 된 것은 다음과 같은 이유에서이다.

첫째, 인터넷으로 성장한 IT산업이 PC기반에서 non-PC 기반(TV, 휴대기기, 화면을 가진 VoIP 기기 등)으로 확장되고 있는 시점이라는 것이다. PC를 대상으로 하는 서비스 및 콘텐츠는 이미 많은 종류가 존재하는 반면, non-PC를 대상으로 하는 서비스 및 콘텐츠는 그 종류가 한정되어 있으므로, non-PC를 대상으로 하는 서비스 및 콘텐츠를 획기적으로 확대하기 위한 효과적인 방법으로 디지털 생태계 기반의 사업 모델이 등장하게 되었다는 것이다.



(그림 1) 통신과 방송의 Landscape

(참조 : 강홍렬, 디지털컨버전스와 경제산업의 미래, 정보통신정책연구원, 2009.6)

둘째, 디지털 생태계가 스스로 존립하기 위해서는 그 규모가 일정 수준을 넘어야 한다는 점이다. 생태계 내의 단말의 수가 일정 규모를 넘어야 서비스 및 콘텐츠를 제공하는 사업자의 참여를 유도할 수 있다. 역으로, 제공되는 서비스 및 콘텐츠가 일정 규모를 넘어야 이를 이용하기 위한 단말의 참여가 이루어진다. 즉, 기본적인 규모의 경제가 필요하다는 것이다.

따라서 디지털 생태계는 그 특성상, 어느 정도의 규모에 도달하게 되면 각 참여자들 간의 선순환적 효과에 의해 급속한 성장속도를 보이게 되는 반면, 기존의 패러다임에 기반한 사업들의 자연스러운 도태를 가져오게 하기도 한다. 특히 생태계에 참여 못한 서비스 및 콘텐츠 사업자와 단말 사업자들의 도태가 예상된다. 그럼으로, 한국에서도 자체적인 디지털 생태계의 출현이 절실한 상황이다.

II. 디지털 생태계와 구성

1. 디지털 생태계의 구성과 주요동인

서비스 및 콘텐츠 사업자, 네트워크 사업자, 단말 사업자를 아우르는 디지털 생태계가 경쟁력 있는 형태로 구성되기 위해서는 각 부분의 주요 사업자들의 참여 및 협력이 필수적인 사항이다. 또한 형성된 디지털 생태계가 그 역할을 제대로 하기까지는 시간이 필요하므로 각 구성원들은 단기적 이익보다는 중장기적 이익을 위하여 지속적으로 협력할 필요가 있다. 국내에서도 이런 선순환적 디지털 생태계가 빨리 조성되고, 이것이 국내 IT산업의 지속적 성장발전을 위한 기반이 될 것이다.³⁾

기술 발달과 서비스 개발로 인해 기존의 기술, 산업, 서비스, 사업자, 네트워크 간 구분이 모호해졌다. 융합의 동인은 크게 다음 네 가지로 나누어 볼 수 있다.

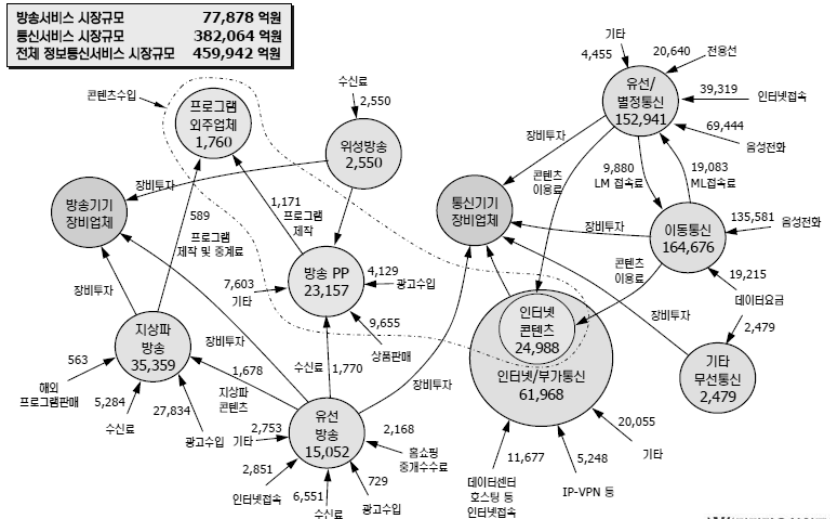
첫째는 기술이다. 기술은 융합을 가능하게 만드는 이네이블러(Enabler) 역할을 하면서 융합영역 곳곳에서 필요하다. 광대역 및 유비쿼터스 환경을 가능하게 하는 다양한 네트워크 기술(IPv6, 그리드 컴퓨팅 등)에서부터 RFID (Radio Frequency IDentification), USN(Ubiquitous Sensor Network) 등이 등장하였다. 기술은 융합을 서비스, 시장, 그리고 산업 수준으로 확산시키는 기폭제(Initiator) 역할을 하게 된다.

둘째는 이용자이다. 이용자는 융합을 받아들이는 시장으로서 다양한 융합(미디어의 융합, 콘텐츠의 융합)을 요구하는 수요자이며, 동시에 융합을 평가하는 평가자(Evaluator) 역할도 하게 한다. 인터넷이 시공을 초월한 공론장으로 부상하면서 이를 통한 여론 형성과 정치 참여의 패러다임이 변화하고 있다.

셋째는 규제이다. 신규 서비스의 가치사슬 재편에 따른 이해를 조정할 수 있는 제도 및 규제의 개선은 융합을 촉발시키는 트리거(Trigger) 역할을 하게 된다. 이와 동시에 규제는 융합으로 인해 발생하는 다양한 현상들(서비스 간 융합으로 인한 결합판매로 야기되는 시장지배력 전이, 사업자 융합(M&A 등)으로 발생하는 시장 집중, 콘텐츠 불법복제 같은 저작권 문제 등을 통제하는 컨트롤러(Controller) 역할도 수행한다..

마지막으로는 기업의 융합전략 자체가 융합의 주요 동인이 된다. 성장을 목표로 하는 기업의 경영전략은 융합의 방향을 결정짓는 주요 요인이다. 따라서 기업의 혁신에 대한 요구가 다양한 융합산업 영역의 참여 여부를 결정하는 데 주요동인 될 것이다.

3) 디지털 타임즈 , 선순환 디지털 생태계의 조성, 2008.10.13



(그림 2) ICT 생태계 개념도

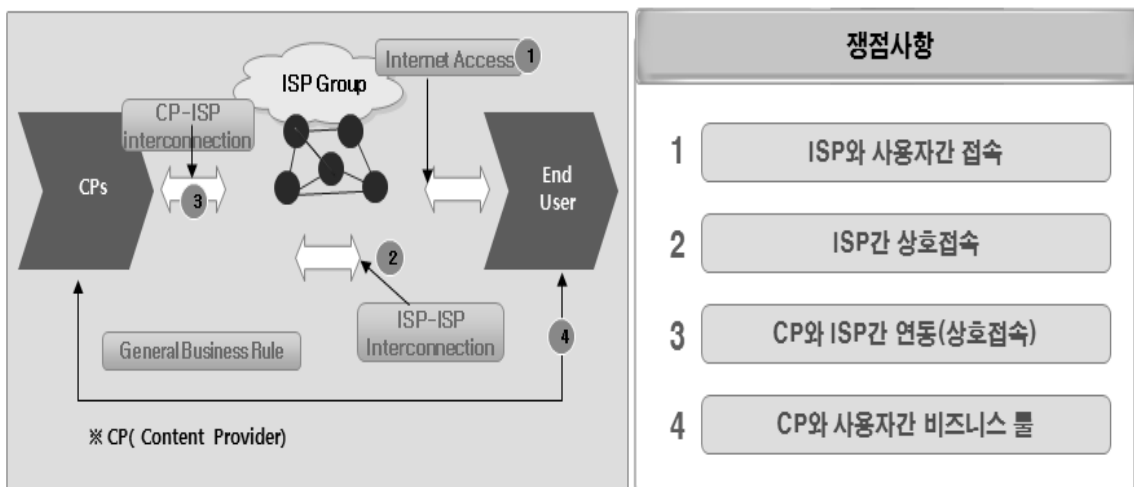
(참조: 최홍식, ICT생태계의 진화와 글로벌 디지털 리더쉽, 디지털 융합연구원, 2007.11.1)

2. 망중립성 논쟁

1) 망중립성

최근 망중립성(network neutrality) 논쟁은 향후 또 하나의 세상인 인터넷의 지형을 결정지을 '최대 변수'라는 점에서 이에 대한 진지한 논의가 필요하다는 목소리가 높아지고 있다. 이러한 논쟁은 유무선망의 화학적 융합(편재성)과 QoS(실감성)를 기반으로 디지털 융합생태계를 획기적으로 강화하기 위한 제공망, 단말기, 콘텐츠 등 가치사슬 전단계의 유기적 연계에 대한 이해당사자들 사이의 대립에 기인한다.

한편 이러한 이해당사간의 대립과 갈등을 통해서 도출된 대안들이 빠르게 바뀌고 있는 방송·통신융합기술 및 서비스 경쟁에서 새로운 국가 성장동력을 어떻게 창출해 낼 수 있는가가 또 다른 관건이라 할 수 있다.



(그림 3) 인터넷 융합서비스 전달과정과 망중립성의 쟁점

2) 망중립성과 복잡계적 특성

일반적으로 복잡계(complex system)의 핵심은 복잡한 것을, 단순한 것으로 분해하지 않고 복잡한 그대로를 파악하는 것을 의미하며, 세계를 구조가 아닌 프로세스로 본다. 또한 지금까지 근대 과학이 세계를 거대한 기계로 파악했다면, 복잡계적인 관점에서는 세계를 웅대한 생명체로 바라보는 입장이다. 따라서 복잡계에서는 구조자체보다는 구조의 하층에 존재하는 운동의 다이내믹한 프로세스에 관심을 갖는다. 어떤 시스템을 복잡계라고 부를 수 있는 경우는 다음 두 가지 현상이 관찰될 때이다.

첫째, 상호 작용하는 수많은 요소로 구성되어 있어야 한다. 이는 시스템에 피드백 메커니즘이 존재함을 말한다. 둘째, 무언가 기존과는 전혀 다른 새로운 현상이 나타난다는 창발적 특성(emergent properties)을 갖는다는 것이다. 여기서 창발적 특성이란 뚜렷이 관찰될 수 있고 실증적으로 규명할 수 있는 전체적 패턴을 말한다. 한편 망중립성 논쟁의 근거에는 서비스·콘텐츠와 망의 개방적 분리, 망-서비스·콘텐츠 간 수직적 보완관계(Ecosystem)가 본격적인 방송·통신융합시대에 어떠한 식으로 진화되어야 할 것인가에 대한 진통이라고 볼 수 있으며, 이는 다분히 복잡계적인 특성을 가지고 있다고 할 수 있다. 따라서 문제해결의 실마리도 복잡계적인 측면에서 찾아보아야 할 것이다.

망 중립성이란 일반적으로 비차별성, 상호접속, 접근성 등 3가지 원칙이 모든 통신망에 동등하게 적용되어야 한다는 것이다. 특히 ISP(internet service provider)들이 네트워크를 지나가는 모든 트래픽을 평등하게 처리해야 하며, 요금을 달리하는 차별화된 전송을 금지해야 한다는 것이다. 이러한 원칙들을 복잡계적인 관점에서 살펴보면 다음과 같이 비교될 수 있다.

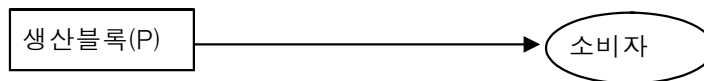
<표 1> 망중립성 원칙과 복잡계 특성비교

망중립성의 원칙		복잡계 특성	
비차별성	인터넷에서 주고 받는 모든 정보는 네트워크상에서 동일하게 취급 받아야 한다.	비배제성	구성원들 간에 제시된 어떠한 의견도 배제되어서는 안 된다.
상호접속성	네트워크상 모든 사업자는 상호접속을 허용해야 하는 의무를 지는 동시에 상호접속 할 수 있는 권리를 지닌다.	공진화 (coevolution)	끊임없이 계속되는 상호, 호혜관계 속에서 서로 의존하고 있는 점들이 함께 진화해나가는 과정이다.
접근성	인터넷으로 연결된 모든 자원은 서로 연결할 수 있도록 하여야 한다.	분산구조	모든 가능성이 열려 있는 상태로 우연히 이 시스템에 외부 영향이 가해질 때 새로운 경로가 열리게 된다.

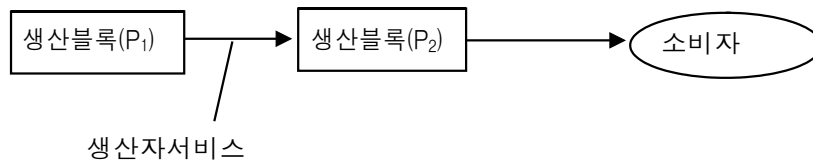
3. 정보화와 생산방식의 변화

디지털 생태계의 진전이 재화의 생산에 어떠한 영향을 끼칠 것인가? 결론적으로 말하면 재화의 생산에 규모의 경제가 존재한다는 가정 하에서 거래가 행해진다면, 생산공정의 세분화가 가능해지고 그 결과 재화생산의 효율이 상승한다고 볼 수 있다. 디지털 콘텐츠가 생산측면에서 영향을 주는 기능은 일종의 생산자 서비스 기능에 속한다⁴⁾. 이러한 정보통신의 역할은 재화생산에 필요한 공정을 접속하는 것으로 규정할 수 있다. 즉 (그림 4)의 (a)는 재화생산과 생산자서비스로서의 정보통신네트워크가 존재하지 않는 것이고, 생산자서비스는 생산블록에 내부화 되어 있다. 한편, (그림 4)의 (b)는 재화의 생산이 확대되고 생산의 특화가 진행되고 생산블록이 분열이 일어나 분열된 생산블록이 생산자서비스로 접속된 상태이다. 이를 IT인프라를 이용하여 네트워크로 연결했을 경우 실제경제에 미치는 효과를 알아보고자 한다. 단위 인프라구축의 이익은 운송거리의 가속도로 증가한다고 가정할 경우, 기회비용을 인프라 구축된 운송거리에 단위당 운송비를 곱한 것으로 나타낼 수 있으며 이는 인프라구축 기회비용과 일치할 것이다. 이를 식으로 나타내면 아래와 같은 2개의 미분방정식으로 나타낼 것이다.

(a) 생산자 서비스가 내부화 되어 있는 경우



(b) 생산자서비스의 거래가 있는 경우



(그림 4) 생산자 서비스에 의한 생산블록의 세분화

즉, (그림 4)에서 원래의 생산자서비스가 내부화되어 있는 경우의 생산블록 P가 생산자서비스거래에 의해 P₁과 P₂로 나누어질 경우 다음과 같은 미분방정식으로 표현 될 수 있다.

$$f_1 y''_1 + k_1 y_1 - k_2 (y_2 - y_1) = 0 \quad \text{-----(식1)}^5$$

$$f_2 y''_2 + k_2 (y_2 - y_1) = 0 \quad \text{------(식2)}$$

4) 실리콘 밸리에서는 일종의 생산자 서비스기능에 속하는 기업들의 법률문제, 마케팅, 시장조사 등을 돕는 기업들과 각종협회들이 있어 기업들의 거래비용을 낮추고 정보를 제공해 주고 있는데, 바로 이러한 기능들이 이제는 물리적인 지역을 초월하여 사이버 공간 내의 내용형 정보로 서비스가 되고 있는 것이다.

5) 이는 비감쇠 자유진동이라는 역학계 모형과 일치한다. 즉 쇠공과 스프링이 2개씩 매달려 있을 경우 위쪽에 있는 쇠공은 식(1)의 운동방정식을 아래쪽에 있는 쇠공은 식 (2)의 방정식을 가진다. 쇠공1,2의 변위를 나타내는 일반해는 $Y = \mathbf{A}(a_1 \cos at + b_1 \sin at) + \mathbf{B}(a_2 \cos \beta t + b_2 \sin \beta t)$ (\mathbf{A}, \mathbf{B} 는 행렬)로 나타낼 수 있다.

- f : 정보통신 infra구축투자비
- y'' : 인프라구축으로 단위당 이익
- k : 단위당 운송비
- y : 운송거리 (간접비)

이때 재화 생산에 해당하는 식(1)은 생산자 분리에 따른 추가적인 이익인 $k_2(y_2 - y_1)$ 만큼의 비용 절감효과를 얻을 수 있다. 반면에 생산자서비스제공자는 네트워크 접속에 따른 규모의 이익을 얻는다. 따라서 이 경우 각 생산 공정은 세분화 될 수 있고, 이러한 효과는 생산 단계를 따라 이루어 질 것이다. 반면에 최종생산물간에는 대체관계 혹은 복합관계에 있는 생산물간에 융합 현상이 이루어지리라 생각되며 이는 통신과 방송의 융합현상을 비롯하여 네트워크와 정보를 다루는 최종 생산물로 이루어지고 있다.

따라서 이러한 분화와 융합 현상은 집적과 연결의 경제성의 확장을 가지고 올 것이며 결국 기업간의 실물거래는 비교우위에 이루어지기보다는 부문간에 이루어지리라 생각된다. 이럴 경우 국제적으로는 단순한 제품의 비교우위보다는 네트워크를 비롯한 국가정보통신망과 같은 사회간접자본시설의 우위로 국가 경쟁력이 좌우되리라 생각된다. 즉, 생산자 서비스로서 정보가 통신 등을 통해 연결되는 경우 현실경제의 재화의 생산효율이 높아진다. 즉 생산자서비스의 정보화가 진행됨으로써 재화 생산공정의 세분화가 가능해지고 거래이전에는 비교우위를 지니지 않기 때문에 재화 생산이 일어나지 않았던 산업에서도 재화생산이 개시된다. 이로써 과거 실물경제의 발전이 위약한 곳에서도 산업화가 진전될 가능성이 높아질 것이다. 결국 지역에서의 디지털 생태계 육성은 다른 의미에서는 새로운 산업진흥전략의 기본인프라로 작용되는 것이다.

4. 부문간 산업이동

전술한 바와 같이 디지털융합 생태계의 활성화는 생산자 서비스의 다양성이 구비되면서 현실 경제의 재화 공급자의 기대를 충족시킨다고 할 수 있다. 하지만 상호보완성은 호환성을 전제로 하는데, 이를 위해 이미 정책적으로 표준화라는 명칭을 사용하여 일정한 상품형식으로 규율하거나 새로운 제품의 사양을 이러한 형식에 맞추도록 권고하고 있다. 하지만 하나의 호환성(표준화)으로의 규제 혹은 권고는 디지털 상품의 다양성을 막고, 수요자의 효용을 감소시키는 반작용도 있음을 간과해서는 안될 것이다⁶⁾. 따라서 과연 호환적인 것을 산출 할 것인가? 비호환적인 것을 선택할 것인가의 문제는 디지털 산업구조를 전제로 다루어져야 할 문제인 것이다. 따라서 본 연구에서는 전술한 산업구조의 특성을 중심으로 표준화의 정도를 수식으로 살펴보고자 한다.

먼저 각 서비스제품을 P_i , 다른 제품으로 전환하는데 드는 단위당 비용을 t , 기존의 서로 상이한 상품개수를 n , 기존 상품간의 상이정도를 $1/n$ (기존상품들간의 상이도 역시 동일하고 그 정도의 합을 1이라는 가정 하에서), $1/2n$ 을 x 라고 가정한다면 다음 식(3)이 성립한다⁷⁾.

$$P_i + tx = P_{i+1} + (1/n - x)t \dots\dots\dots(\text{식}3)^8)$$

6) Kats와 Shapiro(1996)는 호환성에 의하여 얻어진 이익보다 이로 인한 비용이 낮다면 호환의 방향으로 가는 것이 사회적으로 바람직 하지만 호환성획득을 위한 고정비용이 이익증가보다 클 때, 이익극대화 추구기업은 호환성을 추구하지는 않을 것이라고 보았다.

7) 원동규(2003), 정보공간구조의 형성과 물인적 자원재편에 관한 고찰, 한국기술혁신학회지

8) 이식을 정리하면 아래 식이 도출된다.

$$2tx = P_{i+1} + t/n - P_i \dots\dots\dots(1)$$

$$2x = (P_{i+1} + t/n - P_i) / t \dots\dots\dots(2)$$

여기서 제품의 가격이 P 로 동일하다고 하면 (1)식은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$2x = (P + t/n - P_i) / t \dots\dots\dots(3)$$

(식3)은 P_i 제품에서 가장 근접한 곳에 있는($1/n$ 정도 상이한) P_{i+1} 제품과의 관계를 표현한 것으로 이를 정리하면 정상이윤일 때 제품의 종류(n)는 $\sqrt{t/F}$ (F : 고정비용)가 된다. 이것은 기업의 정상이윤을 보장하는 것을 전제로 할 경우 고정비용이 높을수록 제품의 종류는 적어져야 한다는 것을 의미한다. 즉 OSI 모델의 분류에 따르며 고정비용투입이 상대적으로 많은 하위층 일수록 표준화의 정도는 높아져야한다는 것이다. 결국 물리적인 네트워크를 기반으로 최종생산물을 생산하는 산업간에는 일종의 융합현상⁹⁾이 일어난다는 것이다. 즉 자본서비스를 단독형 자본서비스(stand-alone capital service)와 네트워크형 자본서비스(network-type capital service)로 분류할 경우 전자의 경우는 생산부문의 세분화가 후자의 경우는 산업간의 융합현상이 일어난다는 것이다. 따라서 디지털 생태계의 경우 정상이윤을 담보하기 위해서는 융합현상이 바람직하다는 것이다.

III. IT융합생태계 모델구성과 정책시뮬레이션

1. 복잡계모델을 통한 해결방안

복잡계 과학의 중심적인 연구과제들은 비균형 비선형 비안정적인 상태에 있는 자연과 사회의 이른바 '이상현상'의 정체를 밝히는 것을 목적으로 하고 있다. 특히 복잡시스템 중에서 무생물적 또는 물리적인 시스템을 비적응적 결정론적 복잡시스템이라고 하는데 비해, 서로 학습하고 행태를 수정하고 진화해 나가는 생명을 지닌 행위자를 포함하는 것을 복잡적응시스템(complex adaptive system)이라고 부른다. 즉 복잡적응계는 이 세계를 복잡하지만 상호작용적 적응(공진화)의 과정을 통해 무언가 새로운 질서를 만들어 낼 수 있는 세상으로 보는 관점이다. 이러한 복잡 적응계는 다수의 행위자가 자율성을 갖고 상호작용하고 학습하고 진화함으로써 특정한 구조와 규칙을 만들어갈 뿐 아니라 외부환경이나 다른 복잡계와 상호작용을 하며 진화해 가는 시스템을 의미하며, 이

그리고 이는 각 제품에 대한 수요함수를 뜻함으로

$$D_1(P_1, P_2) = (P_2 - P_1 + t/n)/t \dots\dots(4)$$

$$D_2(P_1, P_2) = (P_1 - P_2 + t/n)/t \dots\dots(5) \text{로 놓을 수 있다.}$$

따라서 각 기업의 이윤함수는

$$\pi_1 = (P_1 - C)D_1 - F \dots\dots(6) \text{ (F:고정비)}$$

$$\pi_2 = (P_2 - C)D_2 - F \dots\dots(7) \text{로 표현할 수 있다.}$$

그리고 이를 일반화하면 다음과 같이 된다.

$$\pi_i = (P_i - C)D_i - F \dots\dots(8)$$

$$= (P_i - C)(1/n + P - P_i/t) - F \dots\dots(9)$$

$$= (P_i - C)/n + (P_i - C)(P - P_i/t) - F \dots\dots(10)$$

이 식을 P_i 에 대하여 미분하면

$$1/n + (P - P_i)/t - (P_i - C)/t = 0 \dots\dots(11)$$

$$1/n + (P_i + C)/t = 2P_i/t \dots\dots(12)$$

$P = P_i = P^*$ 라고 하였으므로

$$P^*/t = 1/n + C/t \dots\dots(13)$$

$$P^* = C + t/n \dots\dots(14)$$

따라서 균형상태에서 수요는 $1/n$ 이며

$$\pi^* = (P^* - C)1/n - F \dots\dots(15)$$

$$= t/n \times 1/n - F \dots\dots(16)$$

$$= t/n^2 - F \dots\dots(17)$$

따라서 이를 정리하면

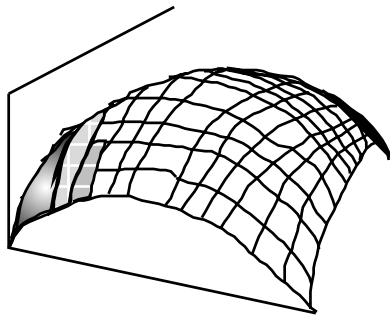
$$n = \sqrt{t/F} \dots\dots(19) \text{가 된다.}$$

9) 이러한 현상은 방송과 통신부문에서 상당히 진전되고 있다.

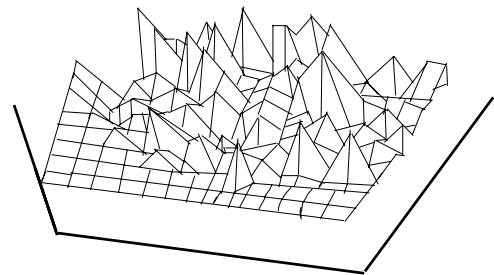
론의 핵심은 대립과 갈등이 있을 때 "협조냐 아니면(OR) 경쟁이냐"라는 방식에서 "협력과(AND) 경쟁"을 어떻게 동시에 진행할 수 있을까 하는 대답을 찾는데 있다.

즉 방송·통신융합 생태계는 모든 가능성이 열려 있는 상태이며, 이 시스템에 외부 영향이 가해질 때 새로운 경로가 열리게 된다. 이것이 바로 복잡계의 특징 중 하나이다. 어느 한 쪽으로 결론을 내리는 것은 오히려 자연현상에 정면으로 배치된다. 일반적으로 전통적 의사결정이론에서는 의사결정이 환경에 대한 객관적 이해를 바탕으로 한 합리적 선택에 의해 결정된다고 보아왔지만, 복잡적응계에서의 관점에서는 환경에 대한 객관적 이해나 합리적 선택을 부정하는 입장에 있다고 할 수 있다. 즉 불확실성 하에서의 의사결정은 하위의 복잡적응계가 어떻게 상위의 복잡적응계와 동태적으로 공명(共鳴; coherence: 간주관적 이해)하게 할 것인가에 답함으로써 가능하다고 할 수 있다.

이렇듯 방송·통신융합 서비스 생태계를 복잡적응계로 간주하는 관점에서 방송·통신융합 정책에 대한 의사결정지원의 기본적 틀은 카프만 (Kaffman, S.A)의 적합도 지형에서 찾을 수 있다. 적합도 지형의 변화는 선택할 수 있는 대안의 수(N)와 상호 의존성의 정도(K)의 조합에 따라 달라진다. 일반적으로 적합도 지형은 선택된 N개의 대안이 낳는 성과들을 보여주는 것으로, K값이 낮은 즉 대안간의 상호작용이 미미할 경우 적합도 지형은 하나의 정점(최적해)을 갖고 있는 지형으로 계속적으로 이상적인 최적해를 찾는 구조가 될 것이다. 이는 단순계 환경에서나 가능한 최적해가 될 것이며, 지금까지 망중립성 논쟁의 해결이 어려운 것도 이러한 구조에서의 논쟁이었기 때문이다.

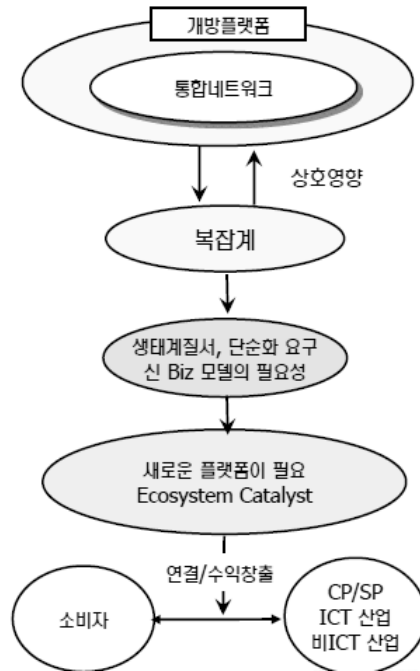


(그림 5) 상호작용이 낮은 적합도 지형



(그림 6) 상호작용이 높은 경우 적합도 지형

한편 K값이 높은 경우에는 N개 대안에서의 사소한 변화가 의사결정을 통한 전반적 성과에 큰 변화를 초래하는 경우이다. 이러한 대안간에 상당한 상호작용이 존재할 때 수많은 국지적 정점이 존재해 울퉁불퉁한 지형을 형성하며, 수많은 차선의 해법이 존재하며, 수요자는 최적의 대안을 탐색하려기보다는 유연성을 가지고 차선의 대안을 통해 환경에 적응해 간다. 특히 변화하는 환경에 적응하며 진화해가는 생명체들의 원리를 탐구해보니 이들은 안정된 균형상태도 아니고 무질서한 혼돈상태도 아닌 중간상태에 있을 때 보다 잘 적응한다는 것이다. 이것은 균형상태에서의 작은 변화는 균형으로 다시 되돌아가려는 성질을 갖고, 혼돈상태에서의 작은 변화는 차별화되지 못하고 묻혀버리기 때문이다. 이에 반해, 균형과 혼돈의 중간상태에서 일어난 변화들은 풍부한 형태를 갖게 되는데, 이러한 중간상태를 은유적으로 ‘혼돈의 가장자리(edge of chaos)’라고 부른다. 복잡계이론은 생물학에서의 생태계 개념을 통해 자연과 사회의 모든 시스템이 안정된 체계와 무질서(혼돈)의 상태, 그리고 혼돈의 가장자리라는 경계로 이루어진다고 보고 있으며, 현재의 방송·통신융합 서비스 생태계의 환경은 이러한 혼돈의 가장자리에 있는 것으로 판단된다. 따라서 이러한 상황을 고려한 의사결정지원체제의 설계가 새로운 방송·통신융합 및 뉴미디어 정책의 핵심이 될 것이다.



(그림 7) ICT 생태계와 복잡계

(참조 : 최홍식, ICT생태계의 진화와 글로벌 디지털 리더쉽, 디지털 융합연구원, 2007.11.1)

즉 새로운 디지털 융합생태계는 그림과 같이 네트워크 기반위에서 다양한 콘텐츠의 유통과 가치를 배가시킬 수 있는 새로운 융합 플랫폼이 필요하다. 이러한 플랫폼은 고도화된 소비자의 니즈와 참여욕구를 콘텐츠사업자, 서비스 제공자, ICT산업 그리고 기타 타 산업간을 연결시켜 줌으로써 수익을 창출, 상생하는 시스템을 만들어 줄 수 있어야 한다¹⁰⁾.

2. 디지털 융합생태계 모델의 구성

1) 모델의 전체적 구성

이 모델은 혁신적인 기술융합생태시스템의 역학을 탐구하는데 있다. 기업들은 기술간 융합을 통하여 새로운 기술과 수익을 생성한다. 본 모델은 복잡계 도구인 Netlogo(4.03 버전) 툴을 사용하여 구성하였다.

먼저 생태계내의 두 가지 중요한 요소가 있다고 가정하였다¹¹⁾.

첫 번째는 시스템내의 기술의 다양성에 관한 것이다. 만약 다양성이 낮다면 유사한 기술을 소유한 기업간에 규모의 이익을 실현하기 위한 양적인 결합을 통해 “일반제품”을 생산해 낼 수 있다. 그리고 기술의 다양성이 높으면, 그중 같은 기술을 가진 기업간의 결합을 통해 “일반적인 제

10) 최홍식, ICT생태계의 진화와 글로벌 디지털 리더쉽, 디지털 융합연구원, 2007.11.1,

11) M Iansiti, R Levien (2004). The keystone advantage: what the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability. Cambridge, MA: Harvard Business School Press.

R Adner (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. In: Harvard Business Review. vol:84 , p.98

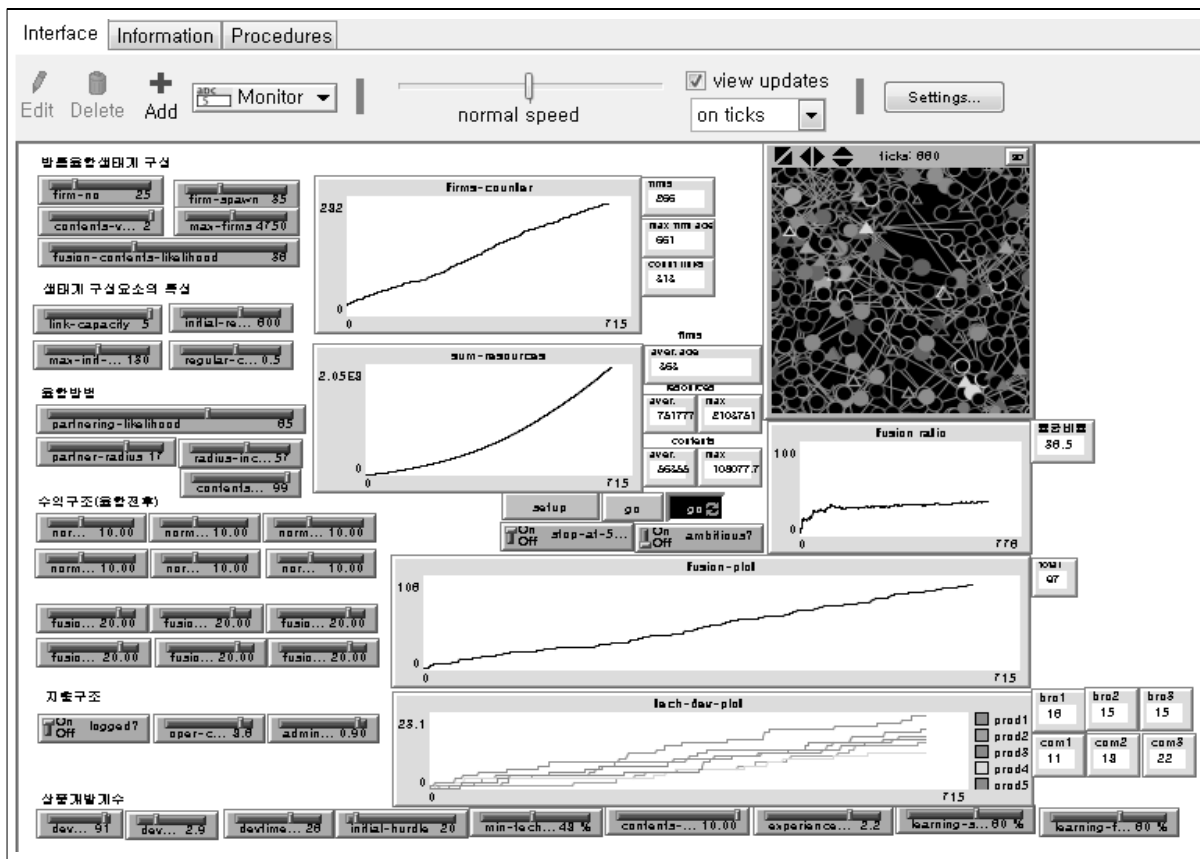
B Iyer, TH Davenport (2008). Reverse engineering Google's innovation machine. In: Harvard Business Review. vol:86, p.58

품”을 생산할 수도 있고, 여러 종류의 지식의 결합을 통해 “융합제품”을 생산할 수도 있다.

이를 표현하기 위해서 본 모델에서는 지식의 다양성을 나타내는 슬라이더에는 한 개 혹은 두 개의 다른 유형의 기술을 나타낼 수 있도록 표시하였으며, 만약 2개의 기술(지식)이 존재한다면 이들 간의 융합기술의 가능성을 나타내는 슬라이더도 존재한다. 모형내 화면에서는 첫 번째 기술 유형 기업은 동그라미로 표시하였고, 두 번째 기술 보유기업을 삼각형으로 표시하였다. 본 모델에서는 방송부문과 통신부문 기업(주요 산업군)으로 나누어 분석하였다.

두 번째 중요한 요소는 제품 개발에 임하는 기업의 혁신성 유무이다. 혁신적인 기업에서는 기존 제품에서 적용되었던 일반적인 기술수준을 뛰어넘는 혁신적인 제품을 개발하기 위해 노력할 것이다. 이러한 사례는 아이폰과 같은 스마트폰의 사례에서 여실히 증명되고 있다. 즉 IT 제품 수익의 차이는 이러한 혁신성의 유무가 관건이 된다고 할 수 있다.

또한 본 모델에서는 (ambitious?) 라는 스위치를 활용하여 기존 제품의 기술수준을 뛰어넘는 새로운 제품개발을 추진하는지의 여부 (on: 참, off:거짓)를 시뮬레이션 하기로 하였다. 한편 일반적인 기술개발의 전제조건으로서 한정된 운영비용과 개발비용이다. 이러한 사유로 기업은 자신의 개발 프로젝트의 기술적 장애를 뛰어넘을 수 있는 최대 개발시간이 주어지며, 이러한 장애극복과 타업체와의 협력을 통해 제품을 개발 할 수 있게 된다. 모니터에서는 시뮬레이션 결과 통계 (지식, 자원, 기술 수준, 협업의 성공 비율참조)을 제시하였다. 그 외 기본 설정을 사용하여 슬라이더 매개 변수를 조정할 수 있도록 하였으며 사용된 매개변수는 다음 <표 2> 와 같다.



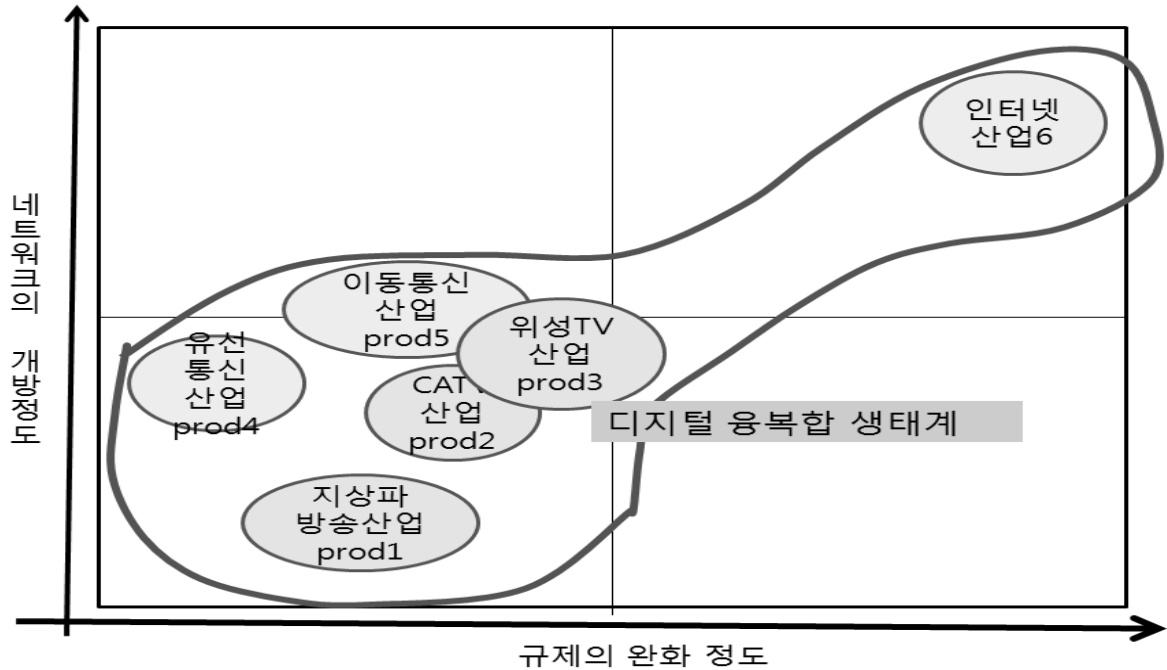
(그림 8) 디지털 융합생태계 모형 화면

<표 2> 사용된 매개 변수

<p>① 기업 및 기술 에이전트</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Firm-no.: 기업의 초기 숫자를 설정 - Technology -variety : 시스템에 대한 지식의 다른 집합의 개수. 모든 회사는 하나의 기술을 보유할 수 있음 - Firm-spawn : 주기별(tick)로 새 회사가 설립될 가능성 - Max-firms : 시스템에 존재할 수 최대 기업수. 최대 개수에 도달하면 새로운 기업이 설립되지 않음
<p>②'방송 통신 융합전후의 수익구조</p>
<ul style="list-style-type: none"> - normal-bro1 : 방송부문1(지상파방송)의 이전 제품의 기술을 초과하지 않는 일반 제품에 적용되는 수익 계수 - normal-bro2 : 방송부문2(유선방송)의 이전 제품의 기술을 초과하지 않는 일반 제품에 적용되는 수익 계수 - normal-bro3 : 방송부문3(위성방송)의 이전 제품의 기술을 초과하지 않는 일반 제품에 적용되는 수익 계수 - normal-com1 :통신부문1(인터넷부가통신)의 이전 제품의 기술을 초과하지 않는 일반 제품에 적용되는 수익 계수 - normal-com2 :통신부문2(무선통신)의 이전 제품의 기술을 초과하지 않는 일반 제품에 적용되는 수익 계수 - normal-com3 :통신부문3(유선통신)의 이전 제품의 기술을 초과하지 않는 일반 제품에 적용되는 수익 계수 - fusion-bro1 : 방송부문1(지상파방송)의 이전 제품의 기술을 초과하는 융합 제품에 적용되는 수익 계수 - fusion-bro2 : 방송부문2(유선방송)의 이전 제품의 기술을 초과하는 융합 제품에 적용되는 수익 계수 - fusion-bro3 : 방송부문3(위성방송)의 이전 제품의 기술을 초과하는 융합 제품에 적용되는 수익 계수 - fusion-com1 :통신부문1(인터넷 부가통신)의 이전 제품의 기술을 초과하는 융합 제품에 적용되는 수익 계수 - fusion-com2 :통신부문2(무선통신)의 이전 제품의 기술을 초과하는 융합 제품에 적용되는 수익 계수 - fusion-com3 :통신부문3(유선통신)의 이전 제품의 기술을 초과하는 융합 제품에 적용되는 수익 계수 - 여기서 수익은 (수익 계수 * 새로운 제품의 기술수준)
<p>③ 지출구조</p>
<ul style="list-style-type: none"> - logged?: 제품출시 회사의 운영비용의 증가곡선이 선형 (FALSE)인지 로그곡선 (TRUE)인지 여부 - admin-factor: (if logged? FALSE)인 경우 성공적으로 제품을 출시하기 시작한 기업의 운영 비용 계수 - log-multiple: (if logged? TRUE) 인 경우 성공적으로 제품을 출시하기 시작한 기업의 운영 비용 계수 - oper-cost: 매주기별로 발생하는 회사의 운영 비용 (계산 :성공적으로 출시된 제품 수 * admin-factor * oper-cost = 총 운영 비용)
<p>④ 융합방법</p>
<ul style="list-style-type: none"> - partnering-likelihood : 어떤 기업이 적합한 제휴기업을 찾아 협력관계를 맺을 백분율을 말하며 여기서 적합한 기업이란 아직 해당 링크 용량에 도달하지 않았거나, 다른 회사와 현재 링크가 안 되어 있는 경우 - partner-radius: 적합한 파트너를 찾을 수 있는 반경 - radius-increase: 회사의 생존연수에 따른 파트너 탐지 반경의 확장계수
<p>⑤ 상품개발계수</p>
<ul style="list-style-type: none"> - dev - risk : 개발 위험 가능성은 프로젝트를 성공적으로 수행하는데 있어서 기술의 기여정도 - experience-multiplier: 성공적인 제품 출시 경험이 자신들의 개발 사업의 성공적인 수행에 어느 정도 영향을 줄 것인가에 대한 계수 - technology-multiplier : 기업의 기술자산이 개발 프로젝트에 어느 정도 적용되는가를 나타내는 계수 - learning-success : 기술의 성공적 출시경험(비용)이 해당기업의 지식 자산에 미치는 혜택계수 - learning-fail: 실패한 기술경험(개발 노력)의 해당기업의 지식 자산에 미치는 혜택계수 - dev - cost : 사업수행에 적용되는 기술단위당 개발비용 - devtime - Max: 기업이 개발 프로젝트의 장애물을 극복하는데 걸리는 최대 횟수(시간) - initial-hurdle: 새로운 프로젝트 개발 시작전에 필요한 기술개발 수준 - min-tech-hurdle: 초기 기술 장애물 넘어 사업이 진행되었을 때, 새로운 제품 개발을 위해서 필요한 기술수준 (가장 뛰어난 제품개발에 사용되었던 기술의 상대적 비교 비율로 표시)

3. 시뮬레이션결과

본 시뮬레이션 모형은 다양한 정책시뮬레이션을 할 수 있도록 구성하였다. 하지만 본 연구에서는 매개변수와 기업간 융합의 가능성을 집중분석코자 한다. 모델에 사용된 6개의 기업은 아래 그림과 같이 6개의 방송 통신 산업군에서 대표적인 기업을 샘플화하여 시뮬레이션 한 것으로 간주하였으며, 전체 기업은 300개로 가정하였다. 분석에 사용된 매개 변수를 제외한 나머지 변수는 고정된 변수로 사용하였다.



(그림 9) 디지털 융합생태계의 대표 산업군

시뮬레이션 결과, 먼저 같은 조건에서 기업의 혁신의지의 유무(on, off)에 따른 융합기술 활용 기업의 비율 결과를 보면 다음 <표 3>의 순서쌍((①②), (③④), (⑤⑥), (⑦⑧))을 비교하면 뚜렷이 나타나고 있다. 즉 기업의 혁신의지에 따라 타 기업과 연계하여 융합기술을 채택한 기업의 비율이 더 점증했던 것으로 분석되었다.

또한 어떤 기업이 적합한 제휴기업을 찾아 협력관계를 맺을 확율을 의미하는 partnering-likelihood의 변수 값을 모든 조건이 동일한 상태에서 48에서 76으로 증가시킬 경우, 예상한대로 순서쌍((① ③), (② ④), (⑤ ⑦), (⑥ ⑧))을 비교하면 산업환경이 오픈 이노베이션화 될수록 실제적으로 융합기술의 발생확률이 높아지고 있음을 알 수 있다.

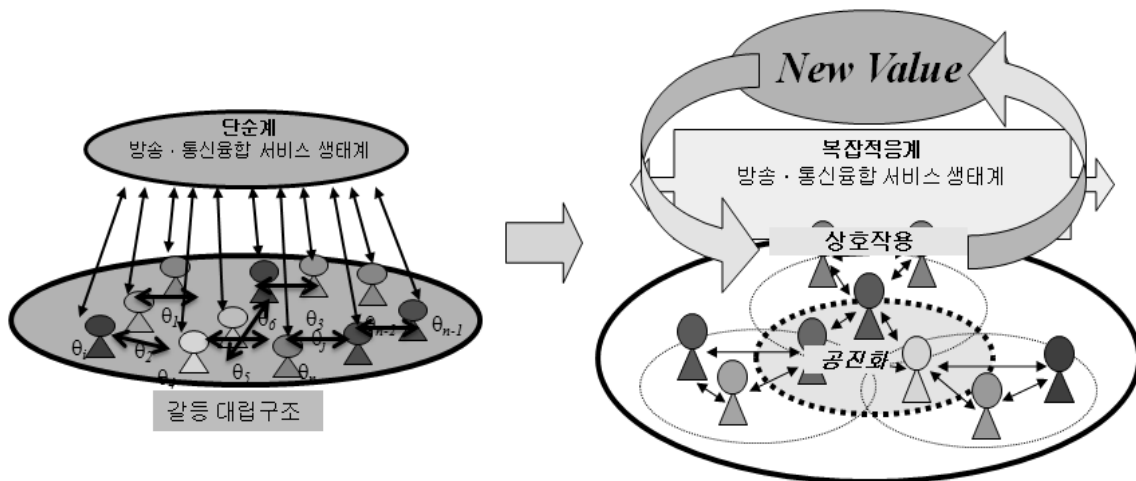
한편 이전 제품의 기술을 초과하는 특별한 제품에 적용되는 수익 계수(Fusion)을 10에서 25으로 상승시킬 경우 표의 순서쌍((①②③④), (⑤⑥⑦⑧))을 비교한 결과 융합기술의 수익계수값이 증가할수록 융합기술의 발생확률이 높아지는 것으로 나타난다.

<표 3> 시뮬레이션 결과 표

시뮬레이션 조건 주기	①off/normal 10/ fusion 10/ 48	②on/normal 10/ fusion 10/48	③off/normal 10/ fusion 10/ 76	④on/normal 10/ fusion 10/ 76	⑤off/normal 10/ fusion 25/ 48	⑥on/normal 10/ fusion 25/ 48	⑦off/normal 10/ fusion 25/ 76	⑧on/normal 10/ fusion 25/ 76
1	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00
50	2.42	5.15	1.10	4.41	3.11	6.45	3.77	4.41
100	4.96	5.88	2.55	9.09	5.74	8.08	7.06	10.67
150	7.25	8.18	5.71	11.76	9.38	14.16	10.51	15.66
200	9.83	10.26	8.44	14.29	10.29	15.25	12.16	21.88
250	12.18	15.08	10.66	16.16	12.64	16.80	12.82	24.51
300	13.68	17.56	11.49	18.87	15.47	18.66	13.64	26.17
350	15.74	17.99	13.93	22.61	17.85	20.00	14.49	28.45
400	16.48	19.05	16.44	22.50	18.41	20.26	15.56	27.87
450	16.89	19.87	18.33	25.00	19.40	23.42	17.24	28.13
499	17.65	21.66	19.50	25.00	19.88	23.78	18.23	29.20

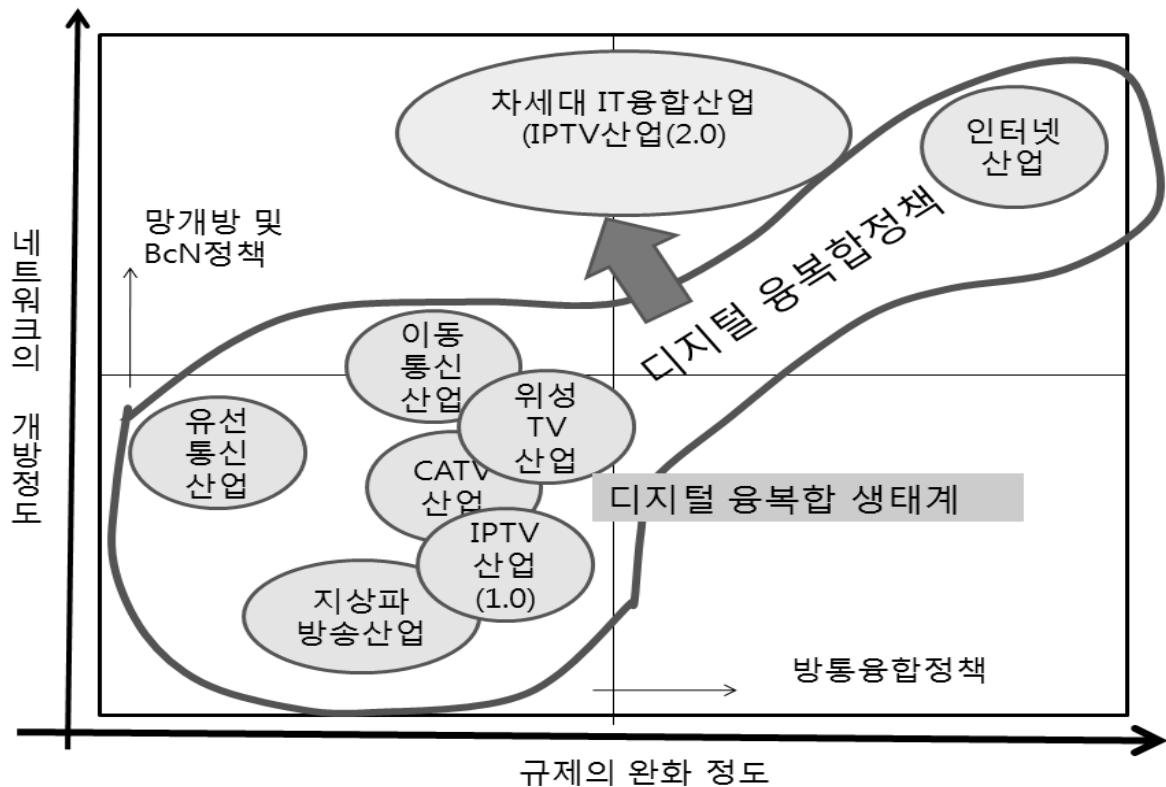
IV. 결론 및 정책적 제언

우리가 망 중립성 정책과 관련하여 복잡계에 주목하는 이유는 현실세계의 방송·통신융합서비스 체계가 복잡계와 매우 유사한 특징을 가지고 있기 때문이다. 특히 적응적 복잡계의 개념은 새로운 변화의 방향을 제시해줄 수 있다고 생각된다. 현재의 방송·통신융합서비스 환경은 빠르게 변화가고 있으며, 기업·산업·기술 간의 관계와 소통이 어우러진 세상이다. 특히 일상화된 환경(단순계)에서 행위자는 처방전(recipes)을 사용할 수 있지만 불확실성이 커지면 청사진(blueprint)에 기초한 문제해결 반응이 필요하며, 복잡적응계에 기초한 의사결정지원체제의 구축은 이러한 청사진을 제시할 수 있는 계기가 될 것으로 판단된다.



(그림 10) 방송·통신융합서비스 생태계의 현재와 복잡적응계 적용상황의 비교

특히 방송·통신융합서비스 체계는 다음과 같은 측면에서 획기적인 전환의 계기가 마련되어야 할 것이다. 첫째, 모방에서 창조로의 전환이다. 선진국과의 콘텐츠 및 네트워크 기술경쟁을 이겨나갈 수 있는 독창적 기술 및 콘텐츠를 확보하기 위한 창조적 혁신기반을 마련토록 해야 한다. 둘째, 기술 및 콘텐츠 혁신의 자기조직화(self-organization)를 위한 인센티브 강화이다. 여기서 자기조직화는 시스템 혹은 생태계가 처리 기능을 고도화하기 위해 과거의 경험에 바탕을 둔 기억과 외부로부터의 정보 입력을 기초로 하여 자발적으로 시스템 내의 조직을 개조, 변경시켜 가는 것으로, 이를 위해서는 무엇보다도 다양한 아이디어를 자생적으로 창출할 수 있는 인센티브를 강화하기 위하여 혁신 친화적인 체제를 구축해야 된다. 셋째, 동태적 능력(dynamic capability)의 확보이다. 개별망이나 콘텐츠·기술 단독으로는 급변하는 융합서비스 환경의 동태성과 다양성에 대응하기 어렵기 때문에, 내부의 자원과 외부의 자원을 결합시킬 수 있는 망·기술통합 등 환경 변화에 탄력적으로 대응하는 능력을 확보해야 한다. 이러한 복잡계 상황에서는 망 중립성 정책은 방송·통신 융합서비스 수요공급체계가 스스로 질서를 창출하고, 스스로 바람직한 상태를 찾아갈 수 있도록 조건을 마련하는 것이 되어야 할 것이다. 즉, 향후 방송·통신융합서비스 체계를 구성하는 개별 요소와 결과에 초점을 맞추기 보다는 관계와 과정에 초점을 맞추어, 서로 간에 공진화(coevolution: 상호 적응적 진화)가 발생할 수 있도록 정책적 기반을 마련해야 할 것이다.



(그림 11) IT융복합 생태계 정책과 전략방향¹²⁾

12) 방통융합의 논란을 가져왔던 현재의 IPTV는 유선 IP네트워크와 TV단말중심의 양방향 방송통신융합서비스라는 관점에서 IPTV 1.0 개념으로 파악되며, 새로운 신성장동력의 플랫폼 혹은 인프라로 작용할 수 있는 궁극적인 IPTV 2.0은 All-IP기반의 종합방송 서비스로서 유선 IP네트워크, 무선 IP네트워크, 이종 IP네트워크, TV, 이동단말 및 기타 이용자 단말의 양방향 방송통신융합 콘텐츠 서비스를 의미한다.

지금까지는 융합이 기술 간 및 산업 간 융합 차원에서만 바라보는 디지털컨버전스 수준에 머물러 있었다면, 향후 산업과 기술, 그리고 이용자가 동반성장해야 하는 디지털생태계를 조성하고 촉진할 필요성이 제기되어야 한다. 원래 디지털생태계(Digital Ecosystem)란 디지털 환경을 구성하는 각 플레이어(Player)인 이용자, 기술, 산업이 상호 작용하는 과정에서 동반성장함으로써 결과적으로는 디지털 생태계의 번영을 가져온다는 것이다..

따라서 기존의 정책이 이러한 디지털 생태계의 관점을 도외시한 채로 (그림 11)에서 보듯이 방통융합정책과 망개방 및 BcN(망 광대역화)정책이 개별적인 관점에서 추진되어 왔다. 따라서 향후의 정책은 디지털 생태계를 어떻게 조성할 것이며, 그것의 작동원리에 대한 신중한 고려를 동반한 디지털 융복합 정책을 통해서 디지털 생태계를 자연스럽게 차세대 융합산업으로 옮겨갈 수 있도록 해야 할 것이다.

참고문헌

- 강홍렬(2009), 디지털컨버전스와 경제산업의 미래, 정보통신정책연구원.
디지털 타임즈(2008) , 선순환 디지털 생태계의 조성, 2008.10.13
원동규(2003), 정보공간구조의 형성과 물·인적 자원재편에 관한 고찰, 기술혁신학회.
최홍식 (2007), ICT생태계의 진화와 글로벌 디지털 리더쉽, 디지털 융합연구원.
B Iyer, TH Davenport (2008). Reverse engineering Google's innovation machine. In: Harvard Business Review. vol:86, p.58.
Kats, Michael & Shapiro, Carl(1986), "Product Compatibility Choice in a Market with technological Progress," *Oxford Economic*, 38.
M Iansiti, R Levien (2004). The keystone advantage: what the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, innovation, and sustainability. Cambridge, MA: Havard Business School Press.
R Adner (2006). Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. In: Harvard Business Review. vol:84 , p.98.