기술거래 네트워크에서의 기술제공자 선택 모델*

이종일** · 정봉주*** · 노가연**** · 심승배*****

<목 차>

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 관련 연구
Ⅲ. 기술거래 네트워크 환경 정의
Ⅳ. 기술제공자 선택 방법론
Ⅴ. 사례 분석
Ⅵ. 결론 및 향후 연구방향

국문초록 : 본 논문은 기술거래 네트워크와 기술거래 관리의 개념을 제시하고 기술도입자가 도입하고자 하는 기술을 제공하는 최적의 기술제공자를 선택하는 방법론을 제시하는데 목적이 있다. 기술거래 네트워크는 기술제공자, 기술마케터, 기술도입자로 구성되며 기술거래 관리는 기술평가, 기술거래, 기술사업화의 단계로 이루어진다. 기술거래 네트워크에서 기술의 연관도와 기술도입비용의 최적화방법을 통해 기술도입자가 도입하고자 하는 기술을 제공하는 최적의 기술제공자를 선택하는 방법론을 제시하며 이 방법은 기술도입자가 기술을 선택하는데 있어서 유용하게 사용될 것으로 기대된다. 기술제공자 선택 방법론은 기술평가 프로세스와 기술제공자 선택 프로세스로 구성된다. 기술평가 프로세스에서는 기술성에 중점을 둔 새로운 개념의 기술평가방법을 개발하여 기술연관도를 정량적으로 산출하였고 기술제공자 선택 프로세스에서는 기술도입에 따른 제반비용을 정의한 후 기술연관도가 최대가 되

---

* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2009-0076820)
** 전남 장성군 삼계면 사창리 상무아파트 (ljistar@yonsei.ac.kr)
*** 서울시 서대문구 신촌동 연세대학교 (bongju@yonsei.ac.kr)
**** 서울시 서대문구 신촌동 연세대학교 (fishno0902@gmail.com)
***** 서울시 서대문구 신촌동 연세대학교 (crayon.sim@gmail.com)

고 기술도입비용이 최소가 되는 수리모형을 목표계획법을 이용하여 설계하였다. 기술도입자의 요구조건에 대한 성능을 효과적으로 분석하기 위하여 하위기술 별로 방향성을 부여하여 기술네트워크를 각각 구성하였고 이를 효과적으로 목표계획법에 반영하였다. 사례분석에서는 차기전차 기술제공자 선택 사례를 분석하였다.

주제어 : 기술네트워크, 기술평가, 기술거래 네트워크, 기술제공자 선택, 기술연관도

Optimal Selection Model of Technology Transferor in Technology Trade Network

Jong-Il Lee · Bong-Ju Jeong · Ka-Yeon Noh · Seung-Bae Sim

Abstract : This study presents a concept of technology trade network and management, and proposes a procedural method for optimally selecting the technology transferor when a technology transferee needs to buy a specific technology. We develop a technology trade network where technology supplier, technology marketer, and technology transferee are informatively linked. And a technology trade management consists of three step of estimating technology, trading technology, and commercialization technology. Technology transferees could import the best appropriate technology which they want through these technology network method and cost optimization method. And we hope that these methodologies can be used in selecting new technology. A methodology can be classified into an estimating technology process and a choice of technology supplier process. In an estimating technology process, we calculate the technology similarity quantitatively through developing method of estimating technology which is focused on its technological characteristics. After defining the related cost of technology introduction, we suggest goal programming model to find a solution which can be acceptable both maximizing the technology similarity and minimizing the cost of technology. And suggested model is verified with a supplier selection problem of next generation tanks.

Key Words : Technology Network, Technology Evaluation, Technology Trade Network, Technology Transferor Selection, Technology Similarity

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

최근의 기업환경은 신기술 개발과 제품의 혁신에 의해 기업의 성장과 퇴보가 결정되는 추세다. 특히, 기술의 수명이 짧아지고 기술의 융·복합화가 가속되고 있으며 신제품 출시에 대한 글로벌 경쟁이 심화되는 등 어려움이 한층 가중되고 있다. 첨단 산업의 경우 제품수명이 1~2년에 불과해 적기에 제품을 시장에 출시하기 위해서는 다양한 기술 원천이 필요하다. 이러한 환경에서 신제품에 대한 아이디어와 기술개발, 기술사업화의 모든 것을 기업이 독자적으로 수행하는 것은 매우 힘든 상황이다. 따라서 기업경영환경의 불확실성을 감소시키고 효율성을 높일 수 있는 기술혁신 방법이 필요하다. 이미 선진국의 글로벌 기업들은 연구개발투자 확대뿐만 아니라 국내·외를 막론하고 외부와의 협력활동을 증가시키고 있다. 즉, 핵심역량만을 자체개발하고 나머지는 외부에서 조달하는 경향으로 전환되고 있으며 네트워크를 중심으로 하는 개방형 혁신체제로 추진되고 있다(김영주, 2007). 21세기에는 과거의 생산요소 투입형 성장전략에서 벗어나 고기술, 고생산성, 고부가가치 중심의 혁신주도형 성장전략으로의 근본적인 의식전환이 요구되고 있으며 이는 기술개발이 효과적으로 이루어져야 함을 의미한다(Henry et al., 2008). 이러한 기술개발은 기업단독의 활동으로 이루어지기에는 제한되기 때문에 기술혁신의 시너지 효과를 달성하기 위하여 기술개발과 인프라 조성 간 연계를 강화하고 기술거래, 기술사업화 촉진이 반드시 필요하다.

따라서, 본 연구는 이러한 기술거래, 기술사업화 등의 필요성에 기반을 두어 이들을 포괄하는 기술거래 네트워크의 개념을 도입하고 이를 효과적으로 운영하는 방법론으로 기술거래 관리 제시와 기술거래 관리의 세부적인 내용으로 기술거래 네트워크에서 기술을 공급하는 자와 기술을 도입하는 자의 관계를 고려하여 기술제공자 선택을 위한 방법론 개발을 목적으로 한다.

2. 연구의 내용

본 연구는 기술 가치평가, 기술거래, 기술사업화의 활성화를 위한 전략적 도구로써 기술거래 네트워크의 개념을 새롭게 도입 및 정의하고 이를 활용한 기술거래 관리의 구체

적인 방법론으로써 기술제공자 선택을 위한 방법론을 제시한다.

기술거래 네트워크는 기술을 한 기업이 반드시 보유하고 지켜야 하는 개념으로 보는 것이 아니라 제품과 같이 거래를 통해 이익을 창출할 수 있는 소비재로 본다. 따라서 기술은 기술거래 네트워크의 주체들을 통해 다양한 방법으로 거래되며 이익을 창출한다. 창출되는 이익의 극대화를 위해 기술거래 관리가 필요하며 이를 위한 여러 가지 방법론 중에서 기술도입자가 도입하고자 하는 기술을 제공하는 최적의 기술제공자를 선택하는 방법론에 대해서 본 연구는 구체적으로 논한다. 제안된 기술제공자 선택 모델은 기술제공자와 기술도입자가 요구하는 기술 간의 연관도를 기술네트워크에서의 기술연관도 산출방법을 적용하여 정량적으로 도출하고 기술도입에 따른 비용을 정의한다. 의사결정자가 설정한 전략적 목적에 따라 기술연관도와 기술도입비용들 간의 우선순위 및 가중치를 조절하여 기술연관도가 최대가 되고 기술도입비용이 최소가 되는 최적의 기술제공자를 선택한다.

Ⅱ. 관련 연구

1. 기술연관분석 관련 연구

기술연관도는 기술연관분석에서 기술의 가치를 기술성으로 측정하는 하나의 지표라고 할 수 있다. 기술연관분석이라는 개념은 산업연관분석으로부터 유추된 것이라고 할 수 있다. 산업 간에는 산업 연관표라는 것이 있는데 이 표는 산업 간의 투입과 산출의 연관관계를 쉽게 알아볼 수 있도록 하는 효과가 있다. 예를 들어, 시멘트산업과 포장산업의 산업간 연관관계를 정량적으로 표현하고자 할 때 이 표를 작성하여 사용한다(박병무 외, 1996). 이러한 산업연관분석과 같이 기술간 연관관계를 분석하는 방법이 기술연관분석이다. 기술연관분석에는 기술－사회의 연관, 기술－산업의 연관, 기술－기술의 연관의 세 가지가 있다. 본 연구에서는 기술과 기술의 연관에 대한 분석만을 고찰한다.

유태수 외(1996)는 기술연관분석에 대한 기존 연구들을 고찰하고 기술연관분석을 통해 정보통신 연구개발사업의 효율적 관리방안을 제시하였다. 기술 간의 연관성은 전문가 집단의 설문조사에 의해 측정하였고 도출된 연관성을 이용하여 기술 간의 유사도를 측정하여 기술 그룹핑 방법을 통해 핵심기술을 선정하였다. 강희종 외(2006)는 유망기술

예측을 위하여 특허분석을 사용하였다. 유망기술을 예측하는 데 있어서 기술융합지수를 사용하였는데 기술융합지수는 기술 간의 융합정도를 특허의 중복되는 정도를 측정하여 여러 가지 기술의 특허가 융합되어 나타나는 양을 계수화 한 것이다. Bengisu and Nekhili(2006)는 터키의 기술 정책 사업에서 투자가 필요한 기술의 우선순위를 결정하는 문제를 연구하였다. 기술의 우선순위는 특허분석을 통해 유망기술 분석과 논문의 발표 횟수 및 인용 수 분석을 동시에 수행하여 핵심기술 우선순위를 선정하였다. Lee(2007)는 동시적인 기술통합의 패턴과 프로세스를 지능형 로봇의 예를 들어 예측하였다. 기술의 통합을 주 기술에 부가기술이 합쳐져서 새로운 기술이 되는 형태(convergence type)와 서로 다른 기술이 합쳐져서 새로운 기술이 되는 형태(fractal type)로 구분하였다. 기술통합의 패턴은 특허분석을 통해 예측하였는데 두 가지 기술의 특허가 동시에 나타나는 특허의 수를 분석하는 방법을 사용하였다. Banuls and Salmeron(2007)은 IT산업에서의 유망기술을 특허 키워드를 사용하여 분석하였다.

핵심기술을 선정하는 방법들은 대부분의 특허분석을 사용하고 있으며 기술연관도와 관련된 연구는 거의 없다고 할 수 있다. 그 이유는 기술연관도는 전문가의 주관적인 견해가 많은 부분을 차지하고 있어 객관적 자료를 바탕으로 한 정량적인 연구에 있어서 근본적인 한계점이 존재하고 있기 때문이다.

2. 기술거래 네트워크 관련 연구

기술거래 네트워크(technology trade network)라는 용어를 사용하는 연구는 현재 거의 없으며 이와 비슷한 개념에 관한 연구가 있다. 이러한 연구는 기술거래 네트워크는 기술을 사용할 수 있는 지식뿐만이 아니라 기술을 흡수하여 사업화하는 모든 영역을 포괄하는 개념으로 볼 수 있다. 따라서 이와 관련된 연구들을 포함하여 기존연구를 고찰한다.

Mattoo et al.(2004)과 Vishwasrao et al.(2007)은 개발도상국가에서의 외국인 직접투자의 효과를 연구하였다. 외국인 직접투자는 자본뿐만이 아니라 고가의 기술이전도 포함되는데, 기술이전과 시장에서의 경쟁은 절충(trade-off) 관계에 있기 때문에 이를 적절하게 균형을 맞추는 것이 중요하며 이러한 균형점이 외국인 직접투자의 중요 요소임을 보여준다. Yeaple(2005)과 Ethier(2005)는 국제 간 기술거래, 기술이전과 관련하여 기술을 습득하고 그 기술을 운용하는 인력에 대한 비용문제를 연구하였다. 기술거래에 있어서 기술을 흡수한 인력에 대한 프리미엄이 존재하고 이 프리미엄이 기술사업화에 큰 영향

을 미치며 기술거래에 있어서 중요한 요소가 될 수 있다는 것을 보여준다. Cox et al.(2006)과 Douw and Vondeling(2007)은 헬스케어(health care) 기술에 있어서 중요한 핵심기술을 선정하는 방법을 제안하였다. 핵심기술을 선정하는 평가지표를 개발하고 평가지표를 전문가 설문조사와 시장예측을 통해 핵심기술로서 요구되는 사항들과 헬스케어에 요구되는 이점들을 최대화하고 소요되는 비용을 최소화하는 방법론을 제시하고 있다. Madsen(2007)은 OECD 국가들을 대상으로 1870년부터 2004년까지의 기술개발과 확산의 자료를 분석하여 기술과 지식의 폭발적인 증가가 생산성의 증가에 아주 중요한 영향을 미치는 것을 보여주었다. Tseng(2008)은 기술혁신(technology innovation)과 지식네트워크(knowledge network)를 아시아 여섯 개 국가 간의 특허인용 수를 분석하여 도출하였다. 특허인용의 성격을 분류하여 국가별 기술혁신의 경향을 제시하였고 여섯 개 국가 간의 상호 특허 인용 횟수 분석을 통해 지식네트워크를 구성하여 국가 간의 지식흐름(knowledge flow)을 도식화하였다. Spulber(2008)는 국제 무역에 있어서 기술 거래는 GDP에 대비해서 큰 부분을 차지하고 있으며 기술거래가 활발하면 GDP도 증가하는 것을 보여준다. 기술거래의 증가는 국가의 혁신능력을 향상시키고 부족한 연구개발 환경에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 보여준다. Bond III et al.(2008)은 기술거래 네트워크와 가장 유사한 개념인 지식이전 네트워크(knowledge transfer network)를 제안하고 그 영역을 기술개발(technology development)과 생산품에의 기술적용(technology applied to products)으로 한정하였다. 또한 지식의 흐름을 설문조사를 통하여 분석하여 네트워크로 도식화하였다. 지식이전 네트워크(knowledge transfer network)는 기술개발과 신제품 개발의 영역만을 포함하고 있어 기술거래 네트워크의 개념보다 협소하다고 할 수 있다. Arvanitis et al.(2008)은 대학과 산업체 간의 기술협력이 중요함을 강조하면서 지식과 기술이전 활동(knowledge and technology transfer activity)이 대학과 산업체 간에 보다 활발하게 일어나야 한다는 것을 보여준다.

이러한 연구들은 기술의 혁신과 확산이 생산성의 향상은 물론 새로운 기술혁신을 이루는데 크게 기여하고 있음을 보여준다.

3. 기술평가 관련 연구

기술평가(technology evaluation)에 관한 연구는 현재 매우 다양한 연구가 진행되어 왔다. 하지만 평가자 또는 연구자가 어떤 관점을 취하느냐에 따라 평가하고자 하는 내용

이 다양하게 적용될 수 있기 때문에 연구의 내용 또한 매우 다양하게 존재한다. 또한 평가하고자 하는 관점에 따라 사용되는 변수의 범위가 결정되기 때문에 모형을 제시하는 것은 매우 어렵다고 할 수 있다. 김재우 외(2004)는 국내외적으로 활용되고 있는 평가방법들을 분석하고 우리나라 실정에 적합한 기술평가 방법들의 체계화를 시도하였다. 분석결과 우리나라의 기술평가는 간편성이 강조된 평가방법이 많이 활용되고 있음을 알 수 있었으나 기술평가는 그 내용과 성격에 따라 다양한 평가방법이 필요하므로 평가방법을 보다 다양하고 질 높게 할 필요가 있다 하였다.

Robert et al.(1999)은 기술가치 평가의 경제적 가치를 평가하기 위해 비용접근법, 시장접근법, 수익접근법으로 크게 구분할 수 있다고 하였으며 설성수(2000)는 이렇게 다양한 기술평가 방법론을 종합하여 어떤 기술평가에도 적용할 수 있는 일반적인 방법론을 제시하였다. 양동우(2000)는 기술신용보증기금의 기술평가 사업본부에서 시행하고 있는 기술평가 방법을 중심으로 이를 시행하는데 고려해야 할 현실적 문제에 대해 언급하고 이익접근법을 중심으로 검토하였으며, 평가모형을 제시하여 기술기여도를 추정하였다. 하지만 모형에 사용된 무형자산들이 상호 독립적이지 않아 현실에서 평가하는데 한계점을 가지고 있다. 백동현 외(2003)는 수익접근법에 기초하여 기술이전거래 촉진을 위한 기술가치 평가 모형의 개발과 평가모형에 따른 평가과정을 지원하는 기술가치 평가시스템의 개발 연구를 진행하였다. 하지만 이미 개발 완료된 기술에 대한 기술 가치를 평가하고 있어 국가 및 기업의 연구개발 또는 기술개발에 대한 투자의사결정에는 부합되지 않는 한계가 있다. 이 외에도 기술평가를 한 연구로 Powell(1992)은 모든 투자 결정에는 문제가 있음을 제시했으며 IT에서 투자 결정을 위한 방법들을 제시하였고 Love and Irani(2004)는 IT 평가에서의 현재까지 연구의 한계점을 제시하고 데이터를 통해 수익과 비용을 발생시킬 수 있는 요인에 대해 조사하였다. Yap and Souder(2002)는 기술 선정을 위한 평가에 대하여 필터 시스템을 이용하였고 두 단계로 나눠 진행하는 방법을 제시하였다. 또한 김홍수(2003)는 특허의 무형자산을 평가하기 위한 방법을 검토하였으며 소득접근법 방식에 의한 응용 프로그램에 대하여 제시하였다.

국방 분야에서 기술평가 연구로 김찬수(2009)는 기술성숙도평가와 기술 준비 수준에 관하여 분석하여 국방핵심기술 연구의 제안서 평가와 성과평가의 타당성에 대해 연구하였으며 김형준(2010)은 국방 연구개발과 시험개발사업의 성과를 평가하기 위한 모델을 개발하여 제시하였다. 방법론은 분야별 문제점 및 개선사항을 델파이법을 통해 도출하였으며 회귀분석, 계층분석기법 그리고 요인분석을 통해 성능을 평가하였다.

지금까지의 선행연구들은 주로 개별적인 관점에서의 방법론을 제시하였으나 이를 정

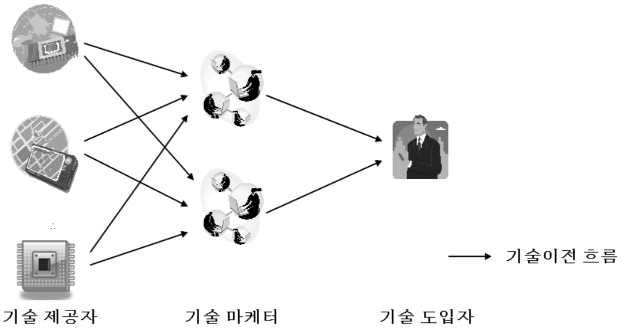
량적으로 표현하고 평가할 수 있는 연구는 거의 존재하고 있지 않다. 따라서 본 연구는 기술 연관도와 기술도입비용의 최적화방법을 통해 최적의 기술제공자를 선택하는 방법론을 제시하고자 한다.

Ⅲ. 기술거래 네트워크 환경 정의

1. 기술거래 네트워크 정의

본 연구에서 가정하고 있는 기술거래 네트워크(technology trade network) 환경은 다수의 기술제공자(transferor), 다수의 기술마케터(marketer), 하나의 기술도입자(transferee)로 구성된다. <그림 1>에서와 같이 기술제공자가 보유하고 있는 기술에 대한 정보를 기술마케터에게 제공하고 기술도입자는 도입하고자 하는 기술을 기술마케터에게 요청한다. 기술마케터는 해당 기술을 도입하고자 하는 기술도입자와 해당 기술을 제공하고자 하는 기술제공자의 거래를 중개하는 역할을 한다.

<그림 1> 기술거래 네트워크 환경의 개념



기술거래 네트워크는 기술을 사고파는 모든 행위를 뜻하는 기술거래, 기술의 가치를 평가하는 기술평가, 기술의 사업화를 위한 기술사업화 행위가 포함되는 기술 관리의 도구라고 할 수 있다. 기술거래 네트워크를 구성하는 주체는 기술거래 네트워크상의 기업 또는 연구소 등이 될 수 있으며 형태는 연결된 비순환 그래프로 표현된다. 기술거래 네트워크상의 노드를 구성하는 것은 기업으로 이들 기업 간 기술은 상호 연결되어 있다.

따라서 이들 연결 사이에는 연결성의 정도가 차이가 나는데 이것을 기술연관도라고 할 수 있다. 이 연결성은 종속적, 상호보완적, 독립적인 연결이거나 수직적, 수평적 연결일 수 있다.

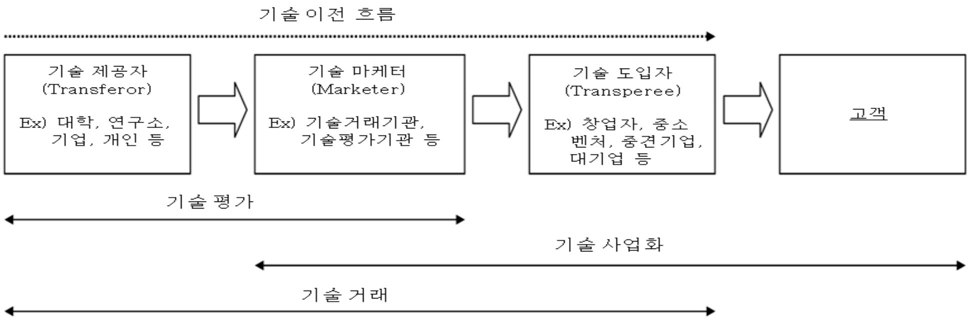
2. 기술거래 관리 정의

기술거래 네트워크를 효율적이고 효과적으로 운영하고 관리하는 방법이 기술거래 관리(technology trade management)이다. 기술거래 관리의 효율성에 따라 기업의 제품개발, 마케팅이 좌우되며 기술거래 관리를 통해 기업이 갖고 있거나 도입하는 기술의 이용도를 극대화하여 제품혁신을 이룰 수 있게 된다. 기술거래 관리에는 기술평가(technology evaluation), 기술거래(technology trade), 기술사업화(technology commercialization)의 세 가지 단계가 있으며 <그림 2>와 같이 표현할 수 있다.

기술평가는 기업이 보유하고 있거나 개발하고자 하는 기술의 가치를 평가하여 기술거래, 사업화 타당성의 근거가 될 수 있으며 목적에 따라서 기술성, 시장성, 사업성 중에서 어느 항목에 중점을 둘 것인지가 결정된다. 기술거래는 기술평가에 근거하여 필요한 기술들을 여러 가지 방법으로 거래하는 것을 말하며 기술의 매매행위를 의미한다. 기술사업화는 기술가치가 있고 사업화의 가능성이 있는 기술을 기술거래 행위를 통해 이전받아 상품화하는 것으로 신제품개발 등이 이에 속한다. 기술이전(technology transfer)을 위해서는 기술평가, 기술거래, 기술사업화의 단계가 필요하다.

기술사업화에는 많은 리스크가 존재하므로 기술사업화 이전에 기술평가가 기술도입자가 요구하는 목적에 어느 정도 부합하는지 정확하게 이루어지는 것이 가장 중요하다. 사업화된 기술은 제품혁신을 통해 변형(reinvention)되거나 새로운 기술로 개발되어 기술제공자 또는 기술제공자의 역할을 하는 기술도입자에게 환류(feedback)되어 기술개발의 선순환 구조를 구성할 수 있다.

<그림 2> 기술거래 관리의 개념

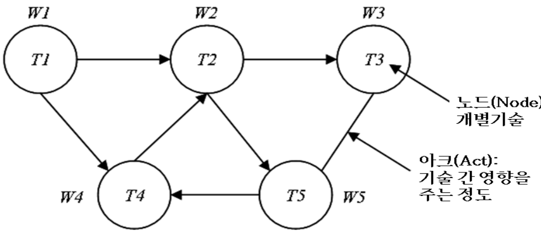


3. 기술네트워크 정의

모든 기술은 신기술 또는 신제품을 생산하거나 생산효율을 향상시키기 위해서는 다른 기술이 필요하며 이들 기술 간에는 한 방향 또는 쌍방향으로 영향을 주며 이 영향은 기술협력이나 기술이전의 형태로 나타나게 된다. 이때 기술과 기술은 상호 연관이 있다고 하며(박병무 외, 1996) 이것을 네트워크로 표시한 것을 본 연구에서는 기술네트워크(technology network)라고 정의한다.

<그림 3>과 같이 기술네트워크 상의 노드(node)는 개별 기술이며 아크(arc)는 기술 간의 영향을 주는 정도를 나타내는 데 이를 기술의 영향도(impact level)이라고 하며 기술과 기술이 서로 영향을 주지 않으면 아크는 연결되지 않는다.

<그림 3> 기술네트워크의 예



4. 기술연관도 정의

기술네트워크에서 각각의 기술이 서로(상호) 어느 정도로 영향을 주는 기술인가를 정

량적으로 나타내는 지표가 기술연관도(relation level)이다. 기술연관도는 기술거래 네트워크에서 기술제공자와 기술제공자, 기술제공자와 기술도입자의 연관도를 정량적으로 측정하는 도구로써 기술도입자가 도입하고자 하는 기술을 선별할 수 있고 기술제공자간의 기술적 능력을 검증하는 기능을 수행한다.

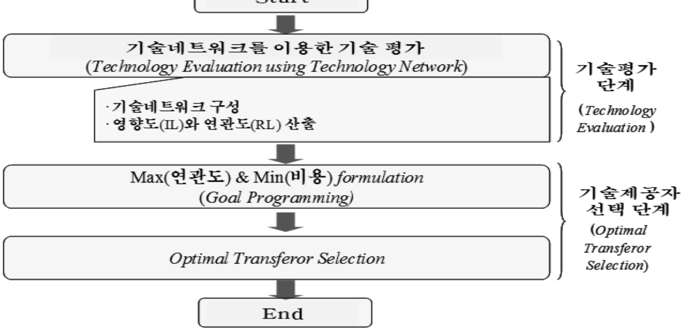
기술과 기술이 비슷하면 비슷할수록 기술연관도는 커지게 되는데 기술연관도가 크다는 것은 그 기술이 기술도입자가 도입하고자 하는 기술의 성격과 같을 확률이 높아진다는 의미이다. 그러므로 당연히 기술도입자는 기술연관도가 큰 기술을 보유한 기술제공자를 선택하려고 할 것이고 이것은 기술연관도가 기술거래 관리에서 기술을 선택하는 데 필수적인 요인이 됨을 의미한다.

기술 영향도는 방향성이 있으며 기술과 기술이 상호 연관이 있을 경우 양방향성을 나타내고 한 쪽으로만 연관이 있을 경우 단방향성을 나타낸다. 즉, 한 개의 기술이 다른 한 개의 기술과 영향을 주고받는 정도를 나타내는 것이 기술영향도이다. 기술연관도는 한 개의 기술이 다른 여러 개의 기술과의 상호 영향도를 모두 나타내주는 지표로서 영향도와는 구분되는 개념이다. 기술연관도는 여러 개의 기술 중에서 가장 핵심이 되는 기술을 선정할 수 있는 반면 영향도는 여러 개의 기술 중에서 영향도 값이 같은 경우가 존재할 수 있기 때문에 한 개의 핵심기술을 선정하는데 제한되는 지표이다.

Ⅳ. 기술제공자 선택 방법론

1. 방법론 개요

<그림 4> 기술제공자 선택 방법론의 구성 및 절차



기술제공자를 선택하는 방법론은 <그림 4>와 같이 두 가지 프로세스로 구성된다. 첫 번째는 기술평가 프로세스(technology evaluation process)이고 두 번째는 기술제공자 선택 프로세스(optimal transferor selection process)이다.

기술평가 프로세스에서 기술연관도는 기술제공자와 기술도입자 간에 구성된 기술네트워크에서 도출되어지는데 기술평가 중에서 기술성에 중점을 둔 측정방법이다. 기술이 서로 연관성이 있으면 기술네트워크에서 아크가 연결이 되는데 연결된 아크와 노드의 수가 많으면 많을수록 기술의 연관도는 작아지게 된다. 다시 말해, 기술과 기술이 연결될 때 다른 기술을 거쳐서 연결되면 그만큼 기술 간 연관도가 감소함을 의미한다. 기술 간 연관도의 감소량을 정량적으로 도출하기 위하여 기술 간의 경로(path)를 모두 찾아내어 경로상의 확률 값을 이용하여 영향도 값을 도출하게 된다. 영향도 값은 기술 간의 주체와 객체의 입장에서 그 값이 달라지므로 상호 영향도 값을 모두 구하여야 한다. 연관도는 기술 간의 영향도 값을 주체와 객체간의 입장을 모두 고려한 값으로 두 기술의 영향도 값의 거리(distance)를 고려하여 평균한 값으로 볼 수 있다.

기술네트워크에서 n개의 기술이 존재하면 연관도 값은 각 기술마다 n-1개가 존재하므로 n-1개의 연관도 값의 평균값을 구하면 n개의 기술 모두의 연관도를 구할 수 있다. 이 연관도를 이용하여 기술네트워크 상에서 핵심기술의 순위를 결정할 수 있다. 기술의 연관도는 정성적인 개념의 연관도를 정량적인 방법으로 구한 것으로 기술가치의 기술성에 중점을 두고 있다.

기술제공자 선택 프로세스에서는 기술을 도입하고자 할 때 소요되는 비용을 정의하는데 그 비용에는 기술도입자와 기술제공자의 기술도입을 결정하고 계약 시 발생하는 계약비용, 도입하는 기술을 사용할 인력을 훈련시키는 데 필요한 인적자원비용, 기술을 사용하기 위해 필요한 설비를 설치하는 데 필요한 설비비용, 기술 도입 시 중개기관을 통해 도입할 경우 발생하는 중개수수료가 있다. 기술도입비용을 정의한 후 도입하고자 하는 기술과 제공하고자 하는 기술과의 연관도가 가장 크고 기술도입비용이 가장 적게 필요한 기술제공자를 선택하기 위해 최적화기법으로 목표계획법(goal programming)을 사용하여 최적의 기술제공자를 선택한다.

2. 기술평가 프로세스

2.1 기술네트워크의 구성

기술은 네트워크로 구성되면서 상호 연관성을 가지게 된다. 이 때 기술 연관은 과제－요소기술, 과제－과제기술, 요소기술－요소기술의 3가지 형태이며 본 연구의 기술연관도는 요소기술－요소기술의 연관관계를 분석하여 산출한다.

기술 네트워크에서 기술과 기술이 연관된 정도는 노드(node)와 아크(arc)의 형태로 표현이 가능하다. 이때 기술과 기술 간의 아크는 기술이 서로 연관되어 있을 경우 연결이 되며 연결이 되는 기준을 결정하는 방법 즉, 기술네트워크를 구성하는 방법은 두 가지가 있다. 첫 번째는 기술의 하위기술이 어느 정도 매칭이 되는 가로 결정하는 것이고 두 번째는 기술도입자가 요구하는 요구조건을 어느 정도 충족하는 가로 결정하는 것이다.

<표 1> 기술 간 연결 기준

구 분	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
하위기술	A	A	A	B	A	A	A
	B	B	C	E	J	B	B
	C	C	G	F	K	E	L
	D	D	H	K	L	I	M
	E	G	I	L	M	N	N
	F	H	J	M	N	O	O

예를 들면 <표 1>에 나타나 있는 바와 같이 기술 T1은 하위기술 A, B, C, D, E, F 로 구성이 된다. T1과 T2의 하위기술을 비교하면 하위기술 A, B, C, D가 같다. 다시 말해, T1과 T2를 구성하는 하위기술 중 A, B, C, D가 같다. 각 기술이 같은 하위기술을 가지는 정도가 기술네트워크에서 아크의 연결 여부를 결정하는 기준이 된다.

같은 방법으로 기술도입자가 요구하는 기술의 요구조건인 A, B, C, D, E, F에 충족하는 조건을 가진 기술과 아크로 연결될 수 있다. 기술도입자가 요구하는 기술의 성능보다 기술제공자가 제공하고자 하는 기술의 성능이 좋거나 나쁠 경우 아크는 방향성을 가지게 된다. 기술제공자가 제공하는 기술의 성능이 좋을 경우 아크의 방향은 기술제공자에서 기술도입자로 연결되고 반대의 경우에는 기술도입자에서 기술제공자로 연결된다. 예를 들어 T1의 하위기술 A1이 T2의 하위기술 A2보다 성능이 좋을 경우 아크의 방향은

T1에서 T2로 연결된다. 이 방향은 기술의 성능을 비교할 수 있는 기준이 될 수 있으며 기술 도입자가 요구하는 기술 수준을 충족하는 기술제공자를 선택하는 데 중요한 기준이 된다.

2.2 기술연관도 산출

이와 같은 기준으로 T1부터 T7까지의 기술을 기술네트워크로 표현하면 <그림 5>와 같이 표현할 수 있다. 기술과 기술의 영향도는 기술 간의 공유된 부분으로 표시할 수 있다. 공유된 부분의 값을 α라 하면 α값은 T1과 T6의 관점에서 값이 달라진다. 그 이유는 T1에 있어서 T6과 공유된 값이 100이라 하더라도 T6에 있어서 T1과 공유된 값이 100이 아닐 수도 있기 때문이다. 이것은 기술과 기술이 상대적으로 가치를 다르게 평가하기 때문이다. T1에 있어서 T6이 차지하는 정도는 T1의 가치인 W_1에서 α가 차지하는 정도이고 식 (1)과 같이 표현한다. 예를 들어, T1의 기술에서 요소기술을 한 가지 선택할 경우 그 기술이 T2, T4, T6 중에 하나일 수 있으므로 T6이 T1에 영향을 줄 확률은 1/3이 된다.

$$\frac{T_i \cap T_j}{T_j\text{의 값}} = \frac{\alpha_{ij}}{W_j} \tag{1}$$

$$\alpha_{ij} = W_j \times P_{ij} \tag{2}$$

$$Relative\,Importance_{ij} = \frac{partworth_{ij}}{\sum_j partworth_j} \tag{3}$$

$$\frac{partworth_{ij}}{\sum_j partworth_j} = \frac{\alpha_{ij}}{W_j} = \frac{W_i}{W_j} \times P_{ij} \tag{4}$$

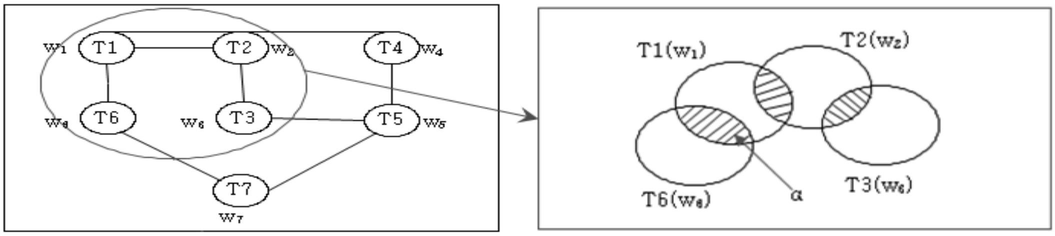
Notation

T_i	:	기술 i
T_j	:	기술 j
α_{ij}	:	기술 i가 기술 j에 영향을 줄 경우에 상대적으로 공유된 부분의 값
W_i	:	기술 j의 가치
P_{ij}	:	기술 i가 기술 j에 영향을 줄 확률
$Relative\,Importance_{ij}$	:	기술 j에 대한 기술 i의 상대적 중요도
$partworth_{ij}$	:	기술 i와 기술 j의 상대적으로 공유된 값

$\sum_{j} partworth_j$: 기술 j의 부분가치의 합

i, j : 하위기술 index(1,…, n)

<그림 5> 기술 간의 영향도



식 (2)에서 α_{ij}는 기술 i와 기술 j가 공유된 부분의 값이며 기술 i의 값과 기술 i가 기술 j에 영향을 줄 확률의 곱의 값이 된다. α_{ij}값이 기술 i에서 어느 정도의 가치를 가지는 가를 계산하면 이 값은 기술 i에 있어서 기술 j가 어느 정도 중요한가를 나타낸다. 이 중요성은 다음과 같이 표현할 수 있다(이철용 외, 2007).

식 (3)에서 기술 j에 대한 기술 i의 상대적 중요도는 기술 j의 전체 값에서 기술 i와 기술 j의 공유된 값이 차지하는 정도이다.

상대적 중요도는 기술과 기술이 상대적으로 영향을 주는 정도를 나타내며 상호영향도와는 다른 개념이다. 식 (4)의 값은 기술 j에 대한 기술 i의 영향도를 계산한 값이며, 실제 기술네트워크에서는 기술 i가 기술 j에 미치는 영향의 경로가 여러 가지가 있을 수 있다. 기술과 기술 간의 영향은 직접 연결된 경로와 간접 연결된 경로를 모두 고려하여 계산하여야 한다. 각 경로의 영향도 값은 경로별 아크의 확률 값과 노드의 값의 곱이 된다.

$$IL_{ij}^{m} = \frac{W_i}{W_j} \times P_{iq} \times P_{qj} \tag{5}$$

$$IL_{ij} = \sum_{m} IL_{ij}^{m} = IL_{ij}^{1} + \ldots + IL_{ij}^{m} \tag{6}$$

$$SIL_{ij} = \frac{IL_{ij} - IL_l}{IL_h - IL_l} \tag{7}$$

Notation

IL_{ij}^{m}	:	기술 i와 기술 j 간의 m번째 경로의 영향도
q	:	기술 i와 기술 j 사이의 경로 상에 있는 모든 기술
IL_{ij}	:	기술 i와 기술 j 간의 영향도
SIL_{ij}	:	IL_{ij}를 스케일링 한 값
IL_{l}	:	IL_{ij}값 중 가장 작은 값
IL_{h}	:	IL_{ij}값 중 가장 큰 값

식 (5)에서 기술 간의 경로의 값은 기술사이의 경로 상에 있는 모든 기술 간의 영향을 줄 확률과 가치의 곱으로 표현된다. 기술 간의 경로는 여러 개일 수 있으므로 모든 경로의 값을 더해주어야 한다. 식 (6)에서 기술 i와 기술 j사이의 모든 경로의 값을 더해주면 기술 i가 기술 j에 대한 영향도가 된다. 구해진 IL_{ij}값은 1보다 큰 경우가 있다. 본 연구에서는 이 값을 식 (7)과 같이 0과 1사이의 값으로 스케일링한다. 식 (6)과 식 (7)을 이용하여 기술영향 매트릭스를 작성하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 기술영향 매트릭스

구 분	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
T1		SIL_{12}	SIL_{13}	SIL_{14}	SIL_{15}	SIL_{16}	SIL_{17}
T2	SIL_{21}		SIL_{23}	SIL_{24}	SIL_{25}	SIL_{26}	SIL_{27}
T3	SIL_{31}	SIL_{32}		SIL_{34}	SIL_{35}	SIL_{36}	SIL_{37}
T4	SIL_{41}	SIL_{42}	SIL_{43}		SIL_{45}	SIL_{46}	SIL_{47}
T5	SIL_{51}	SIL_{52}	SIL_{53}	SIL_{54}		SIL_{56}	SIL_{57}
T6	SIL_{61}	SIL_{62}	SIL_{63}	SIL_{64}	SIL_{65}		SIL_{67}
T7	SIL_{71}	SIL_{72}	SIL_{73}	SIL_{74}	SIL_{75}	SIL_{76}	

기술영향 매트릭스는 각각의 기술의 영향도 값을 매트릭스로 표현한 것으로 SIL_{12} 는 T1이 T2에 대한 영향도 값을 나타내고 SIL_{21} 은 T2가 T1에 대한 영향도 값을 나타낸다. 이렇게 작성된 기술영향 매트릭스를 각 기술과 다른 기술과의 영향도 그래프로 표시하면 <그림 6>과 같다.

<그림 6>에서 X축에는 T1으로 부터 각 기술로의 영향도 값을 표시하고 Y축에는 각 기술로부터 T1으로의 영향도 값을 표시하여 해당되는 칸에 표시한다. 이와 같은 방법으

로 각 기술과 다른 기술과의 영향도 값을 각각 그래프로 표시한다.

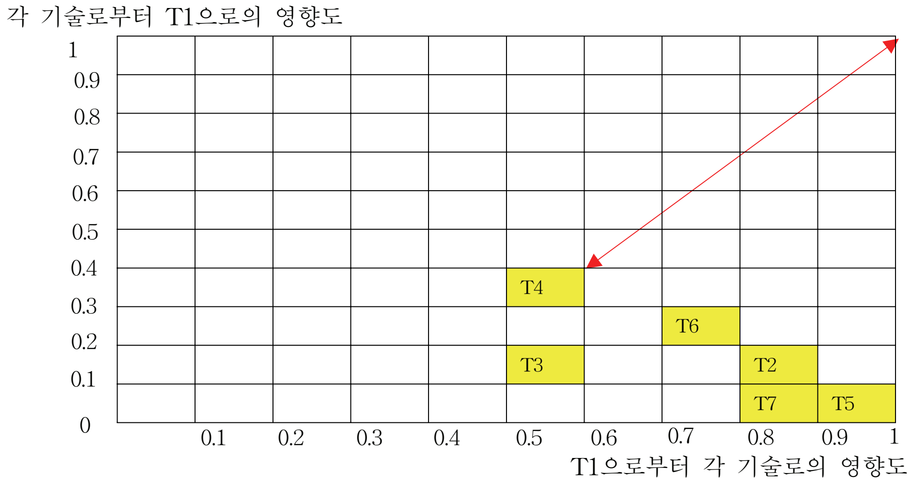
$$RL_{ij} = 1 - \sqrt{\frac{(1-SIL_{ij})^2 + (1-SIL_{ji})^2}{2}} \tag{8}$$

Notation

RL_{ij}	:	기술 i와 기술 j의 연관도
SIL_{ij}	:	기술 i가 기술 j에 대한 영향도
SIL_{ji}	:	기술 j가 기술 i에 대한 영향도

식 (8)에서 RL_{ij}는 기술 i와 기술 j의 연관도를 나타내는데 <그림 5>에서 각 기술로부터 꼭지점 (1,1)까지의 거리를 표현한 식이다. <그림 6>에서 표시된 그래프에서 좌표 (1,1)에 가장 가까운 기술이 해당되는 기술과 상호영향도가 큰 기술이다. 이 상호영향도가 바로 연관도이다. 예를 들어, <그림 6>에서 T1과 연관도가 가장 큰 기술은 T4 이다.

<그림 6> 기술 간 영향도 그래프 예



그러나 이 값으로는 기술 간의 중요도 순위를 결정할 수가 없다. 연관도는 기술 i와 기술 j의 영향도 값에 의해 결정되며 <그림 6>에서 기술과 좌표 (1,1) 과의 거리가 가까워질수록 RL_{ij}값은 커지게 된다. SIL_{ij} 와 SIL_{ji} 값이 동시에 1이 되는 경우는 두 개의 기술

이 같은 기술일 경우에만 가능하다. 식 (8)을 이용하여 각 기술의 연관도를 계산하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 연관도 산출 결과 매트릭스

T1	RL_{12}	RL_{13}	RL_{14}	RL_{15}	RL_{16}	RL_{17}
T2	RL_{21}	RL_{23}	RL_{24}	RL_{25}	RL_{26}	RL_{27}
T3	RL_{31}	RL_{32}	RL_{34}	RL_{35}	RL_{36}	RL_{37}
T4	RL_{41}	RL_{42}	RL_{43}	RL_{45}	RL_{46}	RL_{47}
T5	RL_{51}	RL_{52}	RL_{53}	RL_{54}	RL_{56}	RL_{57}
T6	RL_{61}	RL_{62}	RL_{63}	RL_{64}	RL_{65}	RL_{67}
T7	RL_{71}	RL_{72}	RL_{73}	RL_{74}	RL_{75}	RL_{76}

<표 3>에서 RL_{12}는 T1과 T2의 연관도 값이며 각 기술과 기술의 연관도 값을 전부 구한 후 매트릭스에 표시한다. 이 연관도 값으로 기술 간 순위를 결정할 수 없기 때문에 식 (9)를 이용하여 각 기술의 연관도 값의 평균값을 구한 후 이를 비교하여 기술의 우선순위를 결정한다.

$$\overline{RL} = \frac{\sum_j RL_{ij}}{j-1} \tag{9}$$

Notation

$\overline{RL}$	:	평균 연관도
j	:	기술의 개수

3. 기술제공자 선택 프로세스

3.1 기술제공자 선택 프로세스 개념

기술도입자가 도입하고자 하는 기술을 보유한 기술제공자들이 다수 존재하여 기술공급경쟁을 하게 되면 기술도입자는 기술연관도가 높고 기술도입비용이 적게 드는 기술제공자를 선택하여야 한다. 이를 위해 기술도입자가 찾는 기술과 기술제공자가 제공하는 기술이 얼마나 유사한 기술인가를 결정하기 위하여 기술제공자들의 기술들과 도입하고

자 하는 기술사이의 연관도를 산출하고 연관도가 가장 높은 기술을 보유한 기술제공자를 선별한 후 이들 중에서 기술도입비용이 가장 적게 드는 기술제공자를 선택한다.

3.2 수리 모형

Notation

Indices		
m	:	기술마케터, m∈[1, M]
s	:	기술제공자, s∈[1, S]
n	:	기술제공자와 기술도입자 간의 n번째 요소기술, n∈[1, N]
Decision Variables		
x_{ms}	:	도입하고자 하는 기술을 m을 통해 s에게서 도입하면 1, 아니면 0
Parameters		
RL_{sn}	:	기술도입자가 요구하는 기술과 기술제공자 s가 제공 가능한 기술 간의 n번째 요소기술의 연관도
d_{c1}	:	비용 목표의 초과에 대한 편차변수
d_{sn}	:	n번째 요소기술의 연관도 목표의 미달에 대한 편차변수
w_{c1}	:	비용 목표의 가중치
w_{sn}	:	n번째 요소기술의 연관도 목표의 가중치
cc_s	:	기술을 s로부터 도입할 때의 기술제공 계약비용
hc_{ms}	:	기술을 m을 통해 s로부터 도입 시 발생하는 인적자원비용
fc_{ms}	:	기술을 m을 통해 s로부터 도입 시 발생하는 설치비용
bc_{ms}	:	기술을 m을 통해 s로부터 도입 시 m에게 지불하는 중개수수료
M_{c1}	:	기술도입비용의 목표 값
M_{sn}	:	n번째 요소기술 연관도의 목표값

Objective Function

(a) 기술연관도 최대화

$$Max \sum_{s=1}^{S} RL_{sn} x_{ms} \tag{10}$$

(b) 비용 최소화

$$Min \sum_{s=1}^{S} cc_s x_{ms} + \sum_{s=1}^{S}\sum_{m=1}^{M} hc_{ms} x_{ms} + \sum_{s=1}^{S}\sum_{m=1}^{M} fc_{ms} x_{ms} + \sum_{m=1}^{M} bc_{ms} x_{ms} \tag{11}$$

목적함수 식 (10)은 기술제공자와 기술도입자의 기술연관도를 최대화한다. 즉, 기술연관도가 높은 기술제공자를 선택하는 것이 목적이다. 기술네트워크에서 기술평가 프로세스를 통해 얻어진 기술제공자들의 기술연관도는 RL_{sn}에 해당한다. 목적함수 식 (11)은 기술제공자와의 계약비용, 기술을 운용 및 관리할 수 있는 인력을 교육하는 데 드는 인적자원비용, 기술을 사용하기 위한 설비를 설치하는 데 드는 설비비용, 기술마케터를 통해 기술도입 시 발생하는 중개수수료의 총합을 최소화한다. 성격이 다른 두 가지 목적을 최적화하기 위하여 선형계획법으로 모델링된 목적함수 식 (10)과 식 (11)을 편차변수를 이용하여 목표계획법(goal programming)의 제약조건으로 표현하면 식 (13)과 식 (14)가 된다.

Objective Function

$$Min\, w_{c1} d_{c1} + w_{sn} d_{sn} \tag{12}$$

Subject to

$$\sum_{s=1}^{S} cc_s x_{ms} + \sum_{s=1}^{S}\sum_{m=1}^{M} hc_{ms} x_{ms} + \sum_{s=1}^{S}\sum_{m=1}^{M} fc_{ms} x_{ms} + \sum_{m=1}^{M} bc_{ms} x_{ms} - d_{c1} \le M_{c1} \tag{13}$$

$$\sum_{s=1}^{S} RL_{sn} x_{ms} + d_{sn} \ge M_{sn}, \quad \forall m,s,n \tag{14}$$

$$\sum_{m=1}^{M}\sum_{s=1}^{S} x_{ms} = 1 \tag{15}$$

$$x_{ms} \in [0,1], \quad \forall m,s \tag{16}$$

$$x_{ms},\, d_{c1}, d_{sn}, w_{c1}, w_{sn}, M_{c1}, M_{sn} \ge 0, \quad \forall m,s,n \tag{17}$$

목표를 달성하기 위해서는 식 (13)과 식 (14)의 편차변수가 최소가 되어야 한다. 그러므로 식 (13)과 식 (14)의 편차변수를 최소화하는 두 가지 목적에 가중치를 부여하여 식 (12)의 형태로 목적함수를 만든 후 해를 구한다. 제약조건에서 식 (15)은 기술도입자는 기술의 특성상 기술제공자를 하나만 선택할 수 있다는 것을 나타낸다. 식 (16)은 χ_{ms}가 이진변수임을 나타내고 식 (17)은 각 변수들의 비음 조건을 나타낸다.

V. 사례 분석

1. 전차기술 분석

본 연구에서는 한 국가의 차기전차(next generation tank) 개발을 위한 기술제공자를 선택하는 사례를 분석한다. 국방과학기술은 자주국방의 기초가 되는 매우 중요한 기술자원이며 한 국가가 군사적 강국이 되기 위해서는 우수한 무기체계 개발을 가능하게 하는 선진 국방과학기술의 보유가 중요하다. 육군의 경우 지상전의 주력이라고 할 수 있는 전차가 그 대표적인 예이다. 현대의 각 국가들은 성능이 뛰어난 전차를 개발하고 확보하기 위하여 치열한 경쟁을 벌이고 있다.

전차의 성능은 크게는 화력, 기동력, 방호력(생존력)으로 구분할 수 있는데 현대전에서는 높은 성능을 요구받고 있다. 따라서 본 연구에서는 한 국가의 차세대 주력전차개발을 목적으로 기술제공자를 선택하는 사례를 제시하고 분석한다. 기술도입자(전차개발을 원하는 국가)가 요구하는 전차의 성능은 다음의 여섯 가지라고 가정한다(<표 4>).

<표 4> 기술도입자가 요구하는 전차성능

구 분	전투중량(톤)	승무원 수(명)	톤당 마력	최고속도(km/h)	항속거리(km)	주포구경(mm)
요구 기준	55	3	28	71.5	560	120

기술제공자는 현재 운용되고 있는 3세대 전차 10종을 대상으로 하였다. 전차의 성능은 국가별 공개 자료와 실험 환경 등에 따라 차이가 생길 수 있으며 이를 보완하기 위하여 권위 있는 군사자료집(Foss, 1995; Army-Technology, 2007)과 주력전차의 기술수준을 예측한 연구(김재오 외, 2007)에 수록된 데이터를 이용하였다. 3세대 전차 10종에 대한 성능 세부 데이터는 <표 5>와 같다.

<표 5> 기술제공자가 보유한 3세대 전차 성능

구 분	전투중량(톤)	승무원 수(명)	톤당 마력	최고속도(km/h)	항속거리(km)	주포구경(mm)
Tank 1	55.20	4	27.00	72.00	550.00	120.00
Tank 2	54.50	4	27.00	72.40	498.00	105.00
Tank 3	62.00	4	19.40	56.00	400.00	120.00

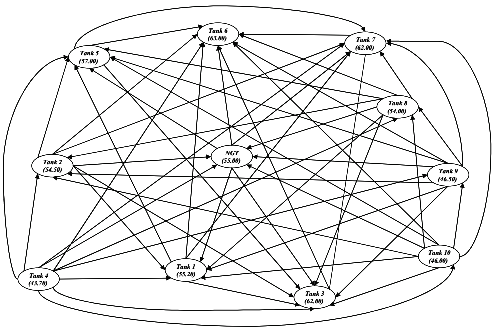
Tank 4	43.70	4	30.00	70.00	550.00	120.00
Tank 5	57.00	4	26.20	66.80	465.00	120.00
Tank 6	63.00	4	24.00	72.00	424.00	120.00
Tank 7	62.00	4	20.00	55.00	500.00	120.00
Tank 8	54.00	3	27.00	71.00	550.00	120.00
Tank 9	46.50	3	17.00	60.00	500.00	125.00
Tank 10	46.00	3	26.00	70.00	600.0	125.00

2. 기술평가 프로세스의 적용

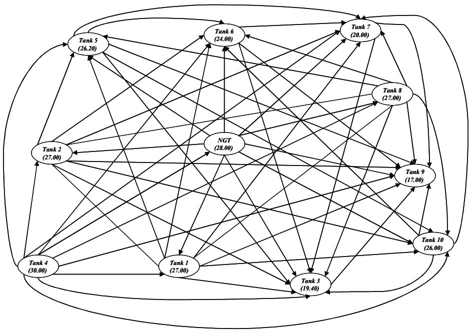
전차 성능은 전차가 성능을 발휘할 수 있게 해주는 기술이 있어야 가능하기 때문에 전차의 성능은 전차 성능기술이라고 할 수 있다. 다시 말하면 <표 5>에 예시된 전차성능은 각 전차의 성능기술이다.

전차 성능기술 중 선별된 여섯 가지 기술에 대해 기술도입자가 요구하는 기술수준과 비교한다. 비교한 자료를 이용하여 4장에서 설명한 기술네트워크 구성 방법을 이용하여 기술 네트워크를 구성한다. 이중 직관적으로 전차의 성능을 비교ㆍ판별할 수 있는 승무원 수와 주포구경은 기술네트워크를 구성하지 않아도 쉽게 연관도를 구할 수 있다. 그러므로 네 가지 성능기술(전투중량, 톤당마력, 최고속도, 항속거리)에 대해서만 기술네트워크를 그리면 각각 <그림 7>, <그림 8>, <그림 9>, <그림 10>과 같다. 기술네트워크에서 노드(node)의 값은 기술의 가치이다. 본 연구에서는 기술의 가치를 전차별 성능기술의 성능으로 적용한다. 이에 따라 전투중량, 톤당 마력, 최고속도, 항속거리 기술네트워크에서 각 기술의 노드 값은 <표 5>의 각 전차별 성능의 값과 같다.

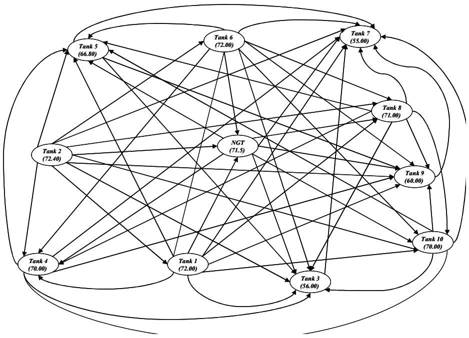
<그림 7> 전투중량 기술네트워크



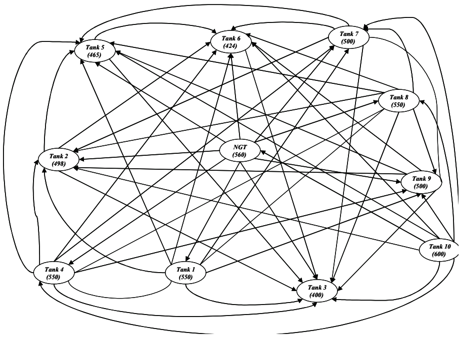
<그림 8> 톤당 마력 기술네트워크



<그림 9> 최고속도 기술네트워크



<그림 10> 항속거리 기술네트워크



<표 5>에서 제시된 차기전차와 각 전차 간의 경로(path)를 파악하고 차기전차와 각 전차 간의 영향도 값을 구하면 <표 6>와 같으며 이를 스케일링한 결과가 <표 7>에 있다.

<표 6> 전차 성능 기술네트워크의 영향도 값

구 분	전투중량	톤당 마력	최고속도	항속거리
Tank 1	0	0	0.503497	0
Tank 2	0.201835	0	0.337529	0
Tank 3	0	0	0	0
Tank 4	0.597826	1.071429	0	0
Tank 5	0	0	0	0
Tank 6	0	0	0.337529	0
Tank 7	0	0	0	0
Tank 8	0.25463	0	0	0
Tank 9	0.394265	0	0	0
Tank 10	0.567935	0	0	1.071429

<표 7> 전차 성능 기술네트워크의 영향도 값의 스케일링

구 분	전투중량	톤당 마력	최고속도	항속거리
Tank 1	0.166063	0.421296	0	0.413636
Tank 2	0	0.421296	0	0.381247
Tank 3	0.166265	0.391234	0.273914	0.390035
Tank 4	0	0	0.205704	0.413636
Tank 5	0.160819	0.310624	0.265466	0.378771
Tank 6	0.148588	0.397396	0	0.392827
Tank 7	0.166083	0.447266	0.231014	0.370417

Tank 8	0	0.421296	0.251761	0.413636
Tank 9	0	0.237742	0.317128	0.370417
Tank 10	0	0.392067	0.241171	0

<표 6>, <표 7>의 값을 이용하여 차기전차에 대한 각 전차의 기술연관도를 산출하면 <표 8>과 같다. 전투중량, 톤당 마력, 최고속도, 항속거리 등을 제외한 승무원 수와 주포구경에 대한 연관도는 차기전차가 요구하는 성능과 같거나 좋은 전차에 대해서는 연관도가 같고 이때의 연관도 값은 적절한 값을 사용하면 된다. 성능이 나쁜 전차에 대해서는 연관도 값은 0이다. 승무원 수와 주포구경에 대한 연관도 값은 본 연구에서는 <표 9>와 <표 10>과 같이 적용한다.

<표 8> 전차 성능 기술연관도 산출결과

구 분	전투중량	톤당 마력	최고속도	항속거리
Tank 1	0.07928	0.183024	0.210533	0.180298
Tank 2	0.095271	0.183024	0.151806	0.168479
Tank 3	0.079371	0.172173	0.126157	0.171731
Tank 4	0.23785	0.291092	0.096976	0.180298
Tank 5	0.076901	0.141152	0.122635	0.167556
Tank 6	0.071318	0.17443	0.151806	0.172758
Tank 7	0.079289	0.192066	0.107997	0.164424
Tank 8	0.118077	0.183024	0.116863	0.180298
Tank 9	0.173285	0.110889	0.143754	0.164424
Tank 10	0.229714	0.172479	0.112356	0.291092

<표 9> 승무원 수 기술연관도 산출결과

구 분	*Tank 1*	*Tank 2*	*Tank 3*	*Tank 4*	*Tank 5*	*Tank 6*	*Tank 7*	*Tank 8*	*Tank 9*	*Tank 10*
차기전차	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5

<표 10> 주포구경 기술연관도 산출결과

구 분	*Tank 1*	*Tank 2*	*Tank 3*	*Tank 4*	*Tank 5*	*Tank 6*	*Tank 7*	*Tank 8*	*Tank 9*	*Tank 10*
차기전차	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

3. 기술제공자 선택 프로세스의 적용

먼저 도입하고자 하는 전차들의 도입비용을 정의하며 세부 도입비용은 <표 11>과 같다. 세부 도입비용은 임의의 수치를 가정하여 대입하였다.

<표 11> 전차 도입비용

구 분	계약비용	인적자원비용	설비설치비용	중개수수료	
				marketer 1	marketer 2
Tank 1	5	20	500	2	2
Tank 2	3	20	330	1	1
Tank 3	4	21	400	2	1
Tank 4	4	15	300	1	1
Tank 5	3	15	300	1	1
Tank 6	5	18	350	2	2
Tank 7	5	14	300	1	1
Tank 8	5.5	25	550	2	1
Tank 9	3.5	15	350	1	1
Tank 10	2.5	20	300	2	1

단위 : 억 원

다음으로 4장에서 제시된 수리모형에서 연관도와 비용에 대한 가중치인 w_{c1}은 0.4, w_{s1}, w_{s2}, w_{s3}, w_{s4}, w_{s5}, w_{s6}을 각각 0.1로 가정하였다. <표 8>에서 <표 10>까지의 연관도를 목표계획법에 효과적으로 반영하기 위하여 비율을 조정한 각 기술의 연관도는 <표 12>의 값과 같다. 임의의 큰 수 M_{c1}과 M_{s1}, M_{s2}, M_{s3}, M_{s4}, M_{s5}, M_{s6}은 기술도입자가 투자할 수 있는 자본과 요구하는 기술연관도 수준을 반영한다. 본 연구에서는 기술도입자가 투자 가능한 자본을 200억 원, 기술연관도 수준은 M_{s1}(전투중량)은 230, M_{s2}(톤당 마력)은 300, M_{s3}(최고속도)은 220, M_{s4}(항속거리)는 300, M_{s5}(승무원 수)는 500, M_{s6}(주포구경)은 500으로 가정하였다.

<표 12> 단위 조정 후 전차 성능의 기술연관도

구 분	전투중량	톤당 마력	최고속도	항속거리	승무원 수	주포구경
Tank 1	79.28	183.024	210.533	180.298	0	500
Tank 2	95.271	183.024	151.806	168.479	0	0

Tank 3	79.371	172.173	126.157	171.731	0	500
Tank 4	237.85	291.092	96.976	180.298	0	500
Tank 5	76.901	141.152	122.635	167.556	0	500
Tank 6	71.318	174.43	151.806	172.758	0	500
Tank 7	79.289	192.066	107.997	164.424	0	500
Tank 8	118.077	183.024	116.863	180.298	0	500
Tank 9	173.285	110.889	143.754	164.424	500	500
Tank 10	229.714	172.479	112.356	291.092	500	500

기술제공자 선택 프로세스에서 최적의 기술제공자 선정을 위한 목표계획법 모델은 상용 소프트웨어인 ILOG의 OPL STUDIO 5.1을 이용하여 최적해를 산출하였다. 기술제공자 선택 프로세스를 통해 산출된 목적값, 7가지 목적에 대한 편차, 선택된 기술마케터, 기술제공자는 <표 13>와 같다. 최적해 산출결과에 따라 기술도입자가 선택하여야할 기술제공자는 기술마케터 2를 통해 Tank 4를 제공하는 기술제공자이다. 해당 기술제공자를 선택할 경우에 기술연관도는 최대값을 가지며 기술 도입비용은 최소값을 가지는 모델로 이에 대한 목적값은 253이다. 즉 d_{c1}인 비용 목표의 초과에 대한 편차변수를 120으로 하며, 전차의 성능의 목표미달에 대한 편차변수로 전투중량(d_{s1})은 230, 톤당 마력(d_{c2}) 500, 최고속도(d_{s3}) 300, 항속거리(d_{s4}) 220, 승무원 수(d_{s5}) 300 그리고 주포구경(d_{s6}) 500일 때 최적의 목적값을 가지게 된다. 또한 Tank 4는 연관도에서는 전투중량과 톤당 마력에서 최고의 성능을 보였으며 항속 거리에서는 두 번째로 높은 성능을 보였다.

<표 13> 선택된 기술제공자, 기술마케터, 목적값과 편차

기술제공자	기술마케터	목적값	d_{c1}	d_{s1}	d_{s2}	d_{s3}	d_{s4}	d_{s5}	d_{s6}
Tank 4	*Marketer 2*	253	120	230	500	300	220	300	500

Ⅵ. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서는 기술을 무형의 자산으로만 보지 않고 거래가 가능한 실물 자산이라고 보고 기술의 거래를 통한 이익창출을 가능하게 하는 기술거래 네트워크의 개념을 제안하였고 기술거래의 중요성이 점차 커져가고 있는 현재의 상황에서 기술거래를 위한 여

러 가지 방법들을 효과적이고 효율적으로 관리하기 위한 개념으로서 기술거래 관리의 개념을 제안하였다. 기술거래 네트워크는 기술을 사고파는 주체들로 이루어진 기술 공급망(technology supply chain) 같은 개념이다. 기술을 보호하고 공개하지 않아야 하는 기존의 개념에서 거래가 가능하고 이익을 창출할 수 있는 제품으로의 개념으로 패러다임이 전환되고 있기 때문에 기술시장의 활성화를 위해 기술거래 네트워크의 개념은 반드시 필요하다. 기술거래 관리는 기술거래 네트워크를 효율적이고 효과적으로 관리하기 위한 방법들로 기술평가, 기술거래, 기술사업화의 단계가 있다. 이 방법들이 기술거래 네트워크에서 기술거래활동에 얼마나 적절한 시기에 정확하게 활용되느냐가 기술거래의 성패를 좌우한다.

또한, 기술성에 중점을 둔 기술평가를 이용하여 산출된 기술 간의 연관도와 기술도입비용의 최적화를 통해 기술개발로부터 기술이 사업화(상품화)되기까지의 단계에서 기술도입자가 도입하고자 하는 기술을 보유한 기술제공자를 최적으로 선택하는 방법론을 제시하고 차기전차 기술에 대한 사례 분석을 통해 방법론의 타당성을 검증하였다. 특히, 기술평가에서의 기술 간의 연관도를 정량적으로 산출하는 방법론은 본 연구에서 새롭게 제시하는 것으로 기존의 전문가 의견에만 의존하여 왔던 기술 간의 연관도를 정량적으로 산출할 수 있다는 것에 큰 의미가 있다.

본 연구에서 도출할 수 있는 특성 및 성과로는 첫째, 기술네트워크에서 기술에 아크가 많이 연결되면 될 수록 연관도가 커진다는 것이다. 이것은 기술이 다른 기술과 많이 연관되어 있고 핵심기술일 가능성이 높다는 것을 의미한다. 핵심기술은 다른 기술들과 연관이 많을 것이고 그만큼 영향도 많이 줄 것이기 때문이다. 둘째, 기술의 가치는 하위기술들의 성능에 비례한다는 것이다. 한 기술이 개발되기 위해서는 여러 가지 하위기술들이 융합되거나 결합되는 데 이때 결합되는 기술의 가치가 크면 클수록 융합된 기술의 가치도 커질 것이기 때문이다. 이것은 기술개발에 있어서 기술 간의 적절한 융합이 얼마나 중요한 가를 보여주고 있다. 셋째, 기술네트워크에서 하위기술의 성능차이에 따라 아크의 방향성을 부여함으로서 기술제공자를 선택 시 각 기술의 하위기술 간의 기술성도 고려할 수 있게 되었다는 것이다. 이것은 기술을 평가할 때 기술도입자가 요구하는 다양한 조건들을 모두 고려할 수 있으며 이러한 모든 조건을 최대한 만족하는 기술제공자를 선택할 수 있음을 의미한다.

본 연구의 한계점은 기술제공자를 선택할 때 고려한 기술도입비용과 기술연관도는 기술도입자가 고려하여야할 요소 중 일부분이라는 것이다. 기술도입자는 기술의 성능과 비용 외에도 정치적, 사회적인 요구 조건을 모두 고려하길 원하기 때문에 기술 도입 시에

는 많은 다양한 요구조건들이 존재할 것이다. 따라서 차후 연구방향은 이러한 요구조건을 모두 고려하는 기술제공자 선택 방법론의 개발이 필요하며 이를 위해 기술제공자 선택 프로세스에서의 목표를 다양한 변수들로 고려한다면 기술도입자가 원하는 기술을 도입하는 데 좀 더 적절하고 유용하게 적용될 수 있을 것이라 생각하며 이는 도입자 스스로가 기술거래를 효과적으로 할 수 있는 방법론으로 사용될 것이라 예상한다.

참고문헌

강희종・엄미정・김동명 (2006), “특허분석을 통한 유망융합기술의 예측”, 「기술혁신연구」, 제14권 제3호, pp. 93-116.

김재우・장태종・손종구・김기일・박현우(2004), 「국내외 기술평가 모델 체계화 : 기술평가 방법, 유형 기법을 중심으로」, 한국과학기술정보연구원.

김재오・김재희・김승권 (2007), “효율적 DMU 선별을 통한 개선된 기술수준예측 방법: 주력전차 적용을 중심으로”, 「기술혁신연구」, 제15권 제2호, pp. 83-102.

김영주 (2007),= 「2006년판 기술이전・사업화 백서」, 산업자원부.

김찬수・박경진 (2009), “국방핵심기술 연구개발의 기술성숙도 평가 적용에 관한 연구”, 「대한산업공학회」, pp. 1-7.

김홍수 (2003), “기술가치평가 체제와 발전방향”, 「기술혁신연구」, 제11권 제1호, pp. 1-27.

박병무・유태수・박종오 (1996), 「정보통신 연구개발사업의 효율적 관리를 위한 기술연관분석에 관한 연구」, 정보통신연구관리단.

백동현・유선희・정혜순・설원식 (2003), “기술이전거래 촉진을 위한 기술가치 평가시스템 개발”, 「한국지능정보시스템학회」, 제1권, pp. 277-286.

설성수 (2000), “기술가치 평가의 분석 틀”, 「기술혁신학회지」, 제3권 제1호, pp. 5-21.

양동우 (2000), “실무 차원의 기술가치 평가”, 「기술혁신학회지」, 제3권 제1호, pp. 68-84.

유태수・박병무・박종오・장동훈・양경수・김민성・김미정・육화선 (1996), 「정보통신 연구개발사업의 효율적 관리를 위한 기술연관분석에 관한 연구」, 정보통신연구관리단.

이철용・이종수 (2007), “기술 로드맵의 기초 작성을 위한 컨조인트 분석과 QFD”, 「기술혁신연구」, 제15권 제1호, pp. 65-86.

이형준・김우제・김찬수 (2010), “국방연구개발 시험개발사업 성과평가지표 개발에 관한 연구”, 「대한산업공학회」, 제23권 제1호, pp. 78-88.

Army-Technology (2007), www.army-technology.com.

Arvanitis, S., U. Kubli and M. Woerter (2008), “University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises”, *Research Policy*, Vol. 37, No. 10, pp. 1865-1883.

Banuls, V. A. and J. L. Salmeron (2007), “Fore-sighting key areas in the Information Technology industry”, *Technovation*, Vol. 28, No. 3, pp. 103-111.

Bengisu, M. and R. Nekhili (2006), “Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 73, No. 7,

pp. 835-844.
Bond III, E. U., M. B. Houston and Y. Tang (2008), “Establishing a high-technology knowledge transfer network: The practical and symbolic roles of identification”, *Industrial Marketing Management*, Vol. 37, No. 1, pp. 641-652.
Cox, H. L., K. B. Laupland and B. J. Manns (2006), “Economic evaluation in critical care medicine”, *Journal of Critical Care*, 21, pp. 117-124.
Douw, K. and H. Vondeling (2007), “Selecting new health technologies for evaluation: Can clinical experts predict which new anticancer drugs will impact Danish health care?”, *Social Science & Medicine*, 64, pp. 283-286.
Ethier, W. J. (2005), “Globalization, globalisation: Trade, technology, and wages”, *International Review of Economics and Finance*, Vol. 14, No. 3, pp. 237-258.
Foss, C. F. (1995), *Jane's armour and artillery*, Jans's Information Group.
Henry, M., R. Kneller and C. Milner (2008), “Trade, technology transfer and national efficiency in developing countries”, *European Economic Review*, Vol. 53, Issue 2, pp. 237-254.
Lee, K. (2007), “Pattern and Process of Contemporary Technology Fusion: The Case of Intelligent Robots”, *Asian Journal of Technology Innovation*, Vol. 15, No. 2.
Love, P. E. D. and Z. Irani (2004), “An exploratory study of information technology evaluation and benefits management practices of SMEs in the construction industry”, *Information & Management*, Vol. 42, Issue 1, pp. 227-242.
Madsen, J. B. (2007), “Technology spillover through trade and TFP convergence: 135 years of evidence for the OECD countries”, *Journal of International Economics*, 72, pp. 464-480.
Mattoo, A., M. Olarreaga and K. Saggi (2004), “Mode of foreign entry technology transfer, and FDI policy”, *Journal of Development Economics*, Vol. 75, No. 1, pp. 95-111.
Powell, P. (1992), “Information Technology Evaluation : Is it Different?”, *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 43, No. 1, pp.29-42.
Robert F, R. and S. Robert P (1999), *Valuing intangible assets*, New York: McGraw-Hill.
Spulber, D. F. (2008), “Innovation and international trade in technology”, *Journal of Economic Theory*, 138, pp. 1-20.
Tseng, C. Y. (2008), “Technological innovation and knowledge network in Asia: Evidence from comparison of information and communication technologies”, *Technological Forecasting & Social Change,* article in press.
Vishwasrao, S., S. Gupta and H. Benchekroun (2007), “Optimum tariffs and patent length in a model of North-South technology transfer”, *International Review of Economocs and Finance*, Vol. 16, Issue 1, pp. 1-14.

Yap, C. M. and Wm. E. Souder (2002), “A filter system for technology evaluation and selection”, *Technovation*, Vol. 13, Issue 7, pp. 449-469.

Yeaple, S. R. (2005), “A simple model of firm heterogeneity, international trade, and wages”, *Journal of International Economics*, Vol. 65, pp. 1-20.

□ 투고일: 2010. 10. 28 / 수정일: 2010. 12. 26 / 게재확정일: 2010. 12. 27