

기술가치평가를 위한 실용적 하이브리드 모델의 제안

박현우* · 나도백** · 박종규***

〈요 약〉

이 기술의 가치는 얼마나 될 것인가? 이는 다양한 투자환경 하에서 관심과 중요성이 매우 큰 질문이다. 이러한 환경은 R&D 프로젝트에 투자를 고려하고 있는 기업들은 물론 신생기업에 투자를 고려하고 있는 벤처투자자에 이르기까지 매우 다양하다. 그러나 객관적이고 정확한 가치평가는 매우 어려우며, 적절한 평가를 수행하지 못할 가능성도 매우 높다.

이러한 문제에 닥친 경영자의 의사결정을 돕기 위한 가치평가 기법으로서 전통적인 할인현금흐름(DCF) 분석방법으로부터 실물옵션 방법까지 다양하게 제시되어 있다. 특히 DCF 기반의 기술가치평가, 이른바 소득접근법(Income Approach)의 적용을 위한 주요 핵심변수를 추정하기 위한 구조화 작업이 이루어져왔다.

본고에서는 기술가치평가에 대한 선행연구를 기술의 가치분석 또는 가치평가의 이론적 접근, 기술가치 분석·평가 모델과 기법을 개발하거나 모델적용을 위한 기술가치의 결정요인을 구조화하기 위한 연구, 기술가치평가에 대한 사례분석과 실증적 분석 측면에서 검토한다.

다양한 가치평가 방법들은 자체적인 특성을 가지고 있으며, 그에 따른 실제 적용에 한계를 가지고 있다. 본고에서는 가치평가 기법의 실용성을 검토하고, DCF 모델이 가진 한계를 극복하기 위한 하이브리드 모델의 적용 가능성을 탐색하고자 한다. 이를 통해 현장의 경영자들이 이들 기법의 추상적인 아이디어를 더욱 용이하게 접근하여 사용할 수 있도록 하고자 한다.

핵심주제어 : 기술가치평가, 순현재가치, 할인현금흐름, 실물옵션, 하이브리드모델

논문접수일: 2009년 7월 6일 수정일: 2009년 10월 28일 게재확정일: 2009년 11월 5일

* 교신저자, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, e-mail: hpark@kisti.re.kr

** 공동저자, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, e-mail: nahdb@kisti.re.kr

*** 공동저자, 한국과학기술정보연구원 선임연구원, e-mail: jkpark@kisti.re.kr

I. 서 론

국내외적으로 시장에서의 경쟁압력이 증대되고 제품수명주기가 점차 축소됨에 따라 기업들은 자신의 기술 포트폴리오를 다변화하고 동시에 신기술의 시장 도입을 가속화하는 데 더욱 관심을 가져야 하게 되었다. 이러한 압력은 기업 내에서 신속한 기술개발의 필요성을 증대시켰을 뿐만 아니라 기업 간에도 적극적인 기술거래의 필요성을 제기하였으며, 이는 기술가치평가의 필요성을 증대시켰다(Cave et al., 2001). 기술가치평가가 필요한 또 다른 이유는 기술금융, 기술출자, M&A, 세금관련 회계 등의 문제 때문이다.

그러나 기술개발 프로젝트나 투자와 관련하여 이루어지는 기술의 재무적 가치평가는 그리 쉬운 일이 아니다. 이는 대체로 그러한 활동을 둘러싼 불확실성에 기인한다. 새로운 기술의 개발은 대규모의 순차적인 투자를 요구하는 경우가 많으며, 최종투자가 완료될 때까지 수익이 실현되지 않는다. 중요 정보는 초기 투자를 행한 이후에야 입수될 수 있는 경우도 있다. 실제로 많은 경영자는 이러한 상황에서 전통적인 가치평가 방법인 할인현금흐름(Discounted Cash Flow: DCF) 기반의 수익접근법(Income Approach)이 부적절하다는 사실을 알고 있다. 필요에 따라 투자를 수행하기 위한 옵션은 DCF를 통한 가치평가에 반영될 수 없다. DCF 방식은 불확실성에 대하여 높은 할인율을 적용함으로써 기술의 경제적 가치에 불리하게 작용하며, 이는 이러한 불확실성으로부터 이익을 얻을 수 있는 프로젝트 상의 유연성이 존재할 때조차도 마찬가지이다. 이따금씩은 더욱 완전한 정보를 얻을 때까지 기다림으로써 얻을 수 있는 가치도 있는데, 이러한 가치는 DCF 산출에 반영되지 않는다(Dixit and Pindyck, 1994).

DCF 방식으로 진정한 가치가 포착되지 않는다는 사실을 인식함에 따라 많은 분석자들은 가치평가 과정을 적절히 조정하고 실현가능하지 않은 수준까지 현금흐름을 높임으로써 자신의 직감과 산업계 경험을 정당화하고자 하기도 한다. 이에 따라 신뢰성이 부족한 의사결정 과정이 이루어지게 된다. 한편으로 기업들은 전통적인 가치평가 도구를 올바르게 사용하지 못함으로써 해당산업의 중대한 성장기회를 놓치기도 한다(Baldwin and Clark, 1994). 그 결과 기술의 가치평가는 과학이라기보다 여전히 예술에 가까운 수준에 머물고 있다고 할 수 있는데, 이는 일반적으로 사용되는 방법이 경영의 유연성(managerial flexibility)과 같은 무형의 자산이 아닌 유형자산의 가치를 평가하기 위해 적용되는 방법에서 차용해 왔기 때문이라고 할 수 있다.

따라서 최근에 새로운 방법론이 모색되었으며, 옵션기반의 접근방법이 등장했

다. 옵션기반의 접근법은 일정한 비용으로 위험을 관리하기 위한 방법을 평가하는 것으로서, 손실을 제한하고 긍정적 측면을 강화하는 것이라고 할 수 있다. 금융옵션 이론을 기술과 같은 실물자산에 적용하는 것을 실물옵션(real option)이라고 하며, 위험성 있는 기술 프로젝트에 대한 더욱 현실적인 가치평가의 기초를 제공해 줄 수 있다. 그러나 현실적인 상황에서는 옵션기반의 기법을 적용하는 데에는 많은 어려움이 있다. 그중에서도 특히 고도의 수학적 개념이 포함된다는 점이 경영자는 물론, 일부 가치평가 전문가에게도 옵션접근법을 기피하게 만드는 요인이 되고 있다.

본 고에서는 위험이 큰 기술개발 프로젝트에 투자하는 두 가지 주요한 그룹의 사람들을 위한 옵션기반의 사고를 적용하기 위한 실용적 방법을 모색하고자 한다. 첫 번째 그룹은 유망한 초기 기술기업의 사업계획서를 검토하고 투자여부를 결정하고자 하는 기술벤처 투자자이며, 두 번째 그룹은 미래 제품과 서비스에 적용하기 위한 신기술을 선정하고 획득하는 문제와 관련된 의사결정을 해야 할 필요가 있는 기업의 관리자이다.

II. 주요 관련연구 검토

1. 선행연구의 고찰

기술가치평가에 관한 주제는 특히 최근에 다양한 측면에서 연구가 이루어져 왔다. 무형자산으로서의 기술의 가치평가에 대한 기존연구는 대체로 다음과 같이 세 가지 측면으로 나누어 살펴 볼 수 있다.

첫째, 기술의 가치분석 또는 가치평가의 이론적 접근으로서, 기술가치의 원천과 인식에 대한 이론적 검토를 포함한다. 이 분야에서는 기술과 같은 지식재산의 가치에 대한 인식과 견해를 역사적으로 고찰하고 다양한 학자들의 시각을 종합적으로 검토한 Menell(2000), 기술가치평가를 위한 기본적인 관점과 분석의 틀을 검토하고, 가치평가의 다양한 차원을 제시한 설성수(2000), 신기술의 비시장적 특성과 높은 위험도에 따른 투자가치를 반영할 수 있는 가치평가 방법론에 대해 검토한 허은녕(2000), 특허개발국, 기술분야, 특허소유권자, 특허보유지역 등 특허에 대한 정보가 당해 특허기술의 가치에 미치는 영향을 연구한 Guellec(2000), 새로운 지식기반 무형자산인 특허의 가치평가의 관점과 방법론을

검토한 Ramanathan, Anju & Thomas(2001), 특허기술의 가치에 영향을 미치는 요인을 분석한 Reitzig(2003) 등의 연구 등이 있다.

둘째, 기술의 가치를 분석, 평가하기 위한 모델이나 기법을 개발하거나, 모델의 적용을 위한 기술가치의 결정요인을 구조화하기 위한 연구이다. 우선 모델이나 기법에 관한 연구로는 소프트웨어 분야의 평가모델 적용방향을 제시한 Reilly & Garland(2001), 기술이전 거래에서 기술가치 평가기법의 활용방안을 제시한 박현우 외(2002), 기술 및 투자가치평가를 위한 실무적인 실물옵션 모형을 제시한 설성수·유창석(2002), 기술투자의 가치평가를 위한 실물옵션 평가모델을 다각적으로 검토한 성용현(2002, 2004, 2005), 기술거래나 기술개발 투자 결정에 활용할 수 있는 계량경제학적 가치예측모형을 제시하고자 한 이재억(2003), 가치평가 기법과 모델을 종합적으로 검토하고 특허기술의 가치평가를 위한 다양한 관점을 제시한 UNECE(2003), 기술요인과 시장요인 간의 구조적 관계를 기초로 새로운 기술가치평가 방법론을 검토한 Park & Park(2004) 등이 있다. 다음으로 기술가치 결정요인에 대한 연구로는 기술가치 분석요인으로서 할인을 결정방식을 검토한 한신대학교(2003), 인용특허 분석을 통해 기술수명을 추정한 한국과학기술정보연구원(2003), 산업별 무형자산의 비율분석을 통한 기술기여도를 제안한 한국발명진흥회(2003) 등이 있으며, 기술거래 보상구조 분석을 통해 기술가치 분석요인을 검토한 박현우(2002b) 등이 있다.

셋째, 기술가치 평가에 관한 사례분석과 실증적 분석을 수행한 연구이다. 먼저 기술가치평가의 사례분석에 관한 연구로는 소프트웨어 기술 분야에서 주요 가치평가 문제를 검토한 Sarathy(2001), 옵션모델 등을 적용하여 바이오기술 사례를 분석한 Kellog & Charnes(2000), Ramanathan, Anju & Thomas(2001), Stewart(2002), 박현우(2005b), 박정민·설성수(2006) 등이 있다. 또한, 기술가치에 대한 실증적 분석을 수행한 연구로는 정부 연구개발 과제를 대상으로 기술가치의 계량적 분석을 시도한 이재억(2001), 특허의 특성이 가치평가에 미치는 효과를 일본과 미국 기업을 대상으로 비교분석한 Hirschey & Richardson(2001), 특허가 우리나라 상장기업들의 시장가치에 미친 영향을 분석한 연태훈(2004) 등이 있다. 그리고 우리나라의 주요 기술가치평가 전문기관에서 수년간 수행한 평가보고서를 입수하여 기술가치 결정요인의 특성과 영향요인을 실증적으로 분석한 박현우(2005a)가 있다.

이상에서 살펴 본 다양한 이론적 연구와 실증적 분석결과는 기술가치평가에 대한 이해를 향상시켜 왔으며, 최근 기술지식 기반의 기업을 지원하기 위한 정책적 수단과 제도수립을 위한 실용적 목적에도 기여해 왔다고 할 수 있다.

2. 실용적 모델 개발과 적용

기술가치평가의 용도가 다양하듯이 평가를 위한 모델이나 기법도 다양하며, 동일한 모델이라고 하더라도 기술가치에 중대한 영향을 미치는 변수들의 적용에 있어서 분석자에 따라 다양한 양상을 보이고 있는 것이 현실이다.

특히 대다수의 실제 기술가치평가에서 사용되는 수익접근법의 적용에 있어서 평가대상 기술을 사업화하는 데 따른 미래 소득흐름의 산출을 위해 기술의 사업적 수명을 추정해야 하며, 미래의 현금흐름을 현재가치로 전환하기 위해 적정 할인율을 결정해야 한다. 또한 전체 소득흐름 중 기술이 기여한 부분을 분리해 내기 위해 기술기여도를 판단해야 한다. 그 외에도 여러 가지 전제를 설정금흐, 변수를 결정해야 하는 것이 일반적 기수익접근법의 평가방식이다.

우선, 기술의 경제적 수명의 결정하기 위해 여러 가지 방식이 적용될 수 있다. 평가대상 기술이 특허기술일 경우 당해 분야의 과거 특허출원 동향정보를 이용한 출원인 분석이나 인용분석을 활용할 수 있다. 또한, 당해기술이 체화된 제품의 수명주기를 참고할 수도 있을 것이다. 기술수명의 추정을 위한 기술이나 특허의 분야구분을 위해서는 과학기술분류체계와 특허분류체계를 활용하여 적절한 기술군으로의 분류가 필요하기도 하다. 기술수명 분석을 위한 방법론으로는 계량서지학(bibliometrics)과 같은 정보분석 기법이 활용되기도 하며, 데이터베이스를 이용한 순위 및 동향분석, 인용분석(citation analysis), 동시단어(co-word) 및 동시인용(co-citation) 등의 방법론이 활용되기도 한다(한국과학기술정보연구원, 2003).

한편, 기술의 사업화에 따른 위험은 크게 체계적 위험과 비체계적 위험으로 구분된다. 체계적 위험은 자본시장 전반의 공통요인에 의한 위험으로서, 거시경제적인 경기변동, 이자율 변동, 구매력 변동 또는 자본시장 전체에 영향을 미치는 정치, 경제, 사회적 변동 등 제거하거나 피할 수 없는 위험이다. 비체계적 위험은 기업 고유요인에 의해 야기되는 위험으로서, 경제 전반의 경기변동과 무관하게 이루어진 어떤 회사의 매출액 변동, 기술개발의 성공/실패 가능성, 조업상태, 관리능력, 노사문제, 특허이용, 광고캠페인, 소비자의 반응, 소송, 대정부관계, 기업 이미지 등에 기인하는 위험으로서, 당해 기업 특유의 제거할 수 있는 위험이다(한신대학교, 2003). 이러한 위험을 반영하여 미래 현금흐름을 현재가치화하기 위한 할인율 결정방식은 가중평균자본비용(Weighted Average Cost of Capital: WACC), 리스크 프리미엄(Risk Premium) 또는 적산방식(Built-up Method) 등이 있으며, 미국의 벤처투자자가 신규 벤처투자자에 적용하는 요구

수익률이 활용되기도 한다.

기술기여도 결정에 있어서도 다양한 방식이 활용되고 있다. 가장 일반적인 기술기여도 결정방식은 기술요소법으로서, 기술요소(technology factor)란 특정 기업 내에서 특정기술을 사용함에 따라 발생하는 현금흐름의 예상증가분 중 기술 자체가 차지하는 범위를 말하는 것이다. 이러한 기술요소법은 ADL에 의해 제안되었는데, 이에 따르면 기술요소의 범위는 기술경쟁력 우위가 가져다주는 기업에 대한 기여를 계수적으로 평가한 수치로 나타내준다. 이에 앞서 다우케미칼(Dow Chemical)은 추가적인 현금흐름의 현재가치를 평가한 후 기술의 효용 속성과 경쟁력 우위 속성을 이용하여 기술요소를 측정하였다. 미국 국립기술이전센터(NTTC)는 다우케미칼의 기술요소법을 기본모델로 하고, 효용 속성과 경쟁력 속성을 평가하기 위한 평가지표를 확대하여 기술의 상업적 생존가능성에 대한 평가를 수행하고 있다. Inavisis는 산업요소지수(industry factor)와 개별 기술지수(technology rating)를 고려하여 기술요소를 산출하고 있다. 한편, UNIDO는 LSLP(licensor's share of licensee's profit)의 개념을 통해 기술이전 가격결정을 설명하고 있는데(Arni, 1984; UNIDO, 1983), 이 역시 기술기여도 개념과 일맥상통하는 것이다(박현우 외, 2002). 그 외에 기술의 사업화에 따른 소득흐름의 일정부분(25% 또는 33% 등)이 기술이 기여한 것이라고 보는 4분법 또는 3분법도 사용되고 있다(Razgaitis, 1999). 국내 기술평가 전문기관에서는 기술가치평가의 목적과 용도를 고려하여 자체적인 기술기여도 결정방식을 개발하여 사용하고 있다.

이상의 중요한 변수들 이외에도 기술가치 평가시에는 여러 가지 가정과 다양한 변수들의 추정이 수반된다. 이러한 가정과 변수의 추정에 따라 최종적인 평가금액이 달라지기 때문에 이들 변수의 추정 또는 산정을 얼마나 객관적이고 신뢰할 만한 근거를 가지고 수행하는가의 여부가 가치평가의 타당성과 신뢰성을 결정한다고 할 수 있다.

Ⅲ. 실물옵션 사고와 하이브리드 모델의 탐색

1. 기술가치평가와 실물옵션 사고

옵션은 장래 특정시점에 무엇인가를 행할 수 있는 권리이며, 의무는 아니다. 금융분야에서 옵션은 일종의 계약이다. 그 예로서 미래의 특정일자에 특정 가격

으로 특정기업의 주식을 구매하기 위한 권리가 있다. 만일 그 미래시점에 시장 가격이 계약에서 합의된 가격보다 높게 된다면, 합의된 가격으로 주식을 사서 시장가격으로 판매함으로써 이익을 얻을 수 있다. 기술에 투자하는 경우에 대해서도 이에 대한 대응물이 분명히 존재한다. 즉, 기술에 대한 투자도 역시 의무가 아니라 미래에 어떤 결정을 할 수 있는 능력을 가져다준다.

실물옵션에 대한 문헌에 따르면 3가지 레벨의 실물옵션 사고가 존재하는 것으로 보인다. 출발점이 되는 첫 번째 레벨은 특정 투자행위가 옵션이고, 투자비용을 지불하는 것은 기술개발 과정에 참여할 수 있는 권리(right to play)를 얻는 것이며, 이러한 투자에 따른 보상은 보장되는 것이 아니라는 사실을 인식하는 것이다. Mitchell and Hamilton(1988)은 R&D와 관련하여 이러한 점을 밝혔는데, 이들은 프로젝트를 지식입수, 투자, 그리고 전략적 옵션 등 3가지 유형으로 구분하고 있다. 또한 MacMillan and McGrath(2002)는 높은 시장 불확실성을 가진 옵션과 높은 기술적 불확실성을 가진 옵션을 구분하고, R&D 포트폴리오에 대한 옵션과 투자의 적절한 균형을 제시하고 있다.

두 번째 레벨의 실물옵션 사고는 의사결정 트리와 추정 확률값을 사용하여 프로젝트의 유연성에 대한 가치를 계량화하는 것이다. 이 접근법의 전형적인 예는 Faulkner(1996)이다. 그 이전의 의사결정 트리에 대한 많은 연구는 옵션이라는 명칭이 붙지 않았다. 확률값을 추정하는 일은 쉬운 일이 아니다. 의사결정 트리에서는, 이를테면 자사의 R&D 팀이 기술적 문제 X를 해결할 수 있을 것인지의 여부와 같이 사건(event)이 발생/비발생(on-off)으로 되어 있다. 확률의 직관적 개념은 반복된 시행에서의 장기간에 걸친 빈도에 근거한다. 그러나 이 레벨에서는 유용한 통찰력이 존재한다. 그 하나는, 불리한 상황은 피하고 유리한 상황은 활용할 수 있는 유연성이 프로젝트에 존재할 경우 시장 리스크는 좋은 점으로 작용할 수 있다는 것이다. 시장가치가 더욱 분명해질 때까지 투자를 지연시키는 것에서도 가치가 존재할 수 있다. 한편으로 하나의 기회를 정확히 평가하기 위해 필요한 정보를 생산하기 위한 연구 프로젝트를 수행하는 일에 있어서도 가치가 존재할 수 있다. 전체적으로 볼 때 이 레벨의 접근법은 순수한 DCF 접근방법의 한계를 극복하고, 불확실성을 두려워하기보다 적극적으로 활용하기 위한 긍정적인 태도를 촉구한다.

세 번째 레벨의 실물옵션 사고는 금융시장에서 성공적으로 활용되고 있는 수학적 모델링 기법을 실물투자 분야에 확장하는 것이다. 금융시장에서 옵션은 보통 시장에서 거래되는 기초자산과 관련되어 있다. 이에 따라 가치가 사건의 발생결과에 영향을 받지 않는 자산과 옵션의 포트폴리오를 구성할 수 있는데, 이

는 자산가치의 상승은 옵션가치의 하락으로, 자산가치 하락은 옵션가치 상승으로 상쇄되기 때문이다. 이는 무위험(risk-free) 포트폴리오로 불리며, 은행에 맡긴 현금과 같은 다른 무위험 투자와 동일한 수익률을 지불해야 하는 것으로 가정된다. 이 접근방법은 확률을 추정해야 하는 문제를 피할 수 있지만, 그 대신 시장가격이 어느 정도로 변동하고 있는지, 즉 가격의 변동성을 추정하는 문제가 있다.

2. 실물옵션과 하이브리드 모델의 탐색

앞에서 본 세 번째 레벨의 실물옵션 사고에 존재하는 문제에 대하여 Perlitz et al.(1999)은 몇 가지 문제를 언급하고 있다. 만사우리가 새로운 시장에 진출하기 위한 기술개발 프로젝트의 예를 고려할 경우 금융옵션과는 달리 기초자산이 존재하지 않는다. 재정가격사결정(arbitrage pricing)의 문제도 재정업자가 무위험 포트폴리오를 구성하는 것이 가능하지 않을 경우에는 타당한 것으로 받아들이기 어렵다. 프로젝트와 옵션이 만기가 되는 시점과 그 비용하기 위금융시장에서와 같이 확정되지 않는다. 만사당해 프로젝트가 성공적으로 완료된다면, 그 보상은 보통 당해 기술을 상업적으로 활용하기 위한 다른 프로젝트에 착수하기 위한 옵션이 되는데, 이는 곧 실물옵션은 일반적으로 복합옵션(compound option)이라는 것이다.

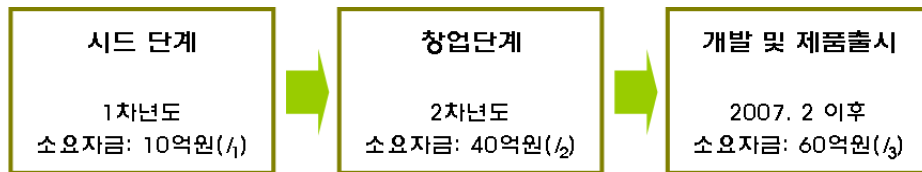
실물옵션에 대한 분명하고 정확한 확률모델은 이러한 점을 고려해야 한다. 따라서 블랙-숄즈 모델보다 훨씬 더 복잡해질 가능성이 있다. 그러나 이는 아마도 벤처투자자와 관리자 등 본고의 고려대상이 되는 사용자가 그 모델을 실제로 업무에 적용할 수 있는 능력의 범위를 이미 넘어설 것이다. 더욱이 그러한 종류의 어떠한 확률모델도 타당성을 검증하기란 불가능할 것이다.

실물옵션에 대한 전반적인 검토를 바탕으로 생각해보면, 관리자들을 위한 정량적인 기술가치평가의 유용한 수단은 세 번째 레벨의 확률미분방정식 수준보다는 두 번째 레벨의 의사결정 트리의 수준에서 제안되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 본 고에서는 전반적으로 특정의 리스크가 존재하는 프로젝트의 초기 단계에 대한 의사결정 트리와 시장 리스크가 주요 고려요소인 후기단계에 대한 이항격자(binomial lattice)로 구성되는 하이브리드 모델을 제시하고자 한다. 하이브리드 옵션모델은 제품개발 영역에서 제안되었으며(Neely and de Neufville (2001), 확률미분방정식과 의사결정 트리의 결합은 R&D 프로젝트 평가를 위해 제안되었다(Perdue et al., 1999).

IV. 하이브리드 가치평가 모델의 제안

1. 기술투자과 옵션

모델을 검토하기 위해 <그림 1>과 같은 신규 기술투자 프로젝트를 고려하기로 한다. 당해 기업의 기술적 배경과 마케팅 및 라이선싱 전략을 생략하고 이 기업의 기술투자에 소요되는 벤처캐피탈의 중요 부분만 그림에 제시되어 있다.



<그림 1> 주요 단계별 소요자금 현황(예)

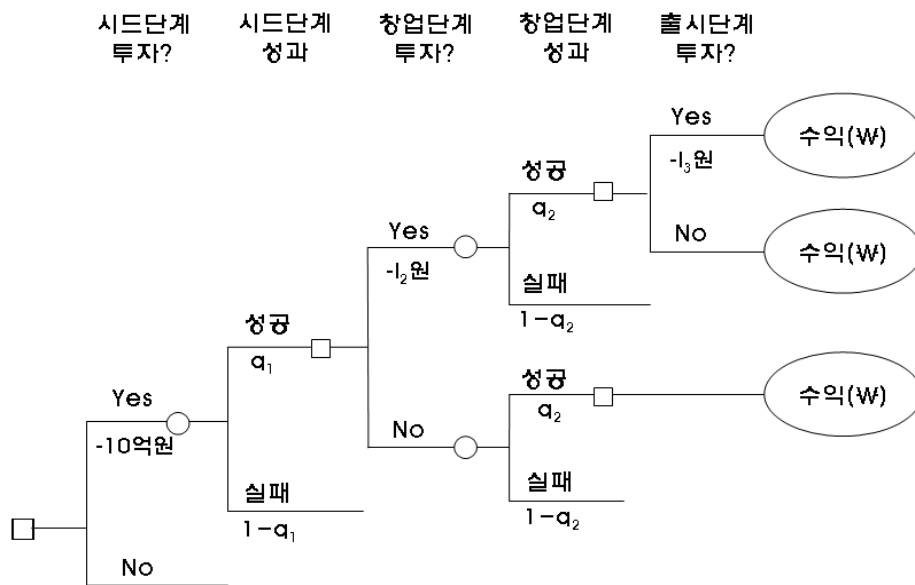
여기에서 벤처투자자가 제1라운드인 시드단계에 투자를 해야 할 것인가를 검토하기 위해 실물옵션 가치평가를 적용한다. 실물옵션 가치평가를 적용하는 데 있어서 첫 번째 단계는 이용 가능한 옵션을 확인하는 것이다. 이 경우 1차년도에 10억 원의 초기투자에 의한 다음과 같은 두 개의 성장옵션(growth options)이 있다.

- ① 2006년 창업단계에서의 I_2 금액의 또 다른 투자의 옵션
- ② 2007년 개발 및 제품출시 단계에서의 I_3 금액의 또 다른 투자의 옵션

두 번째 옵션은 2년까지 지연될 수 있다. 여러 단계에 연관된 리스크의 유형은 중요한 차이가 있다. 초기 두 단계에서 리스크는 대체로 이 기업에 특유한 리스크로서, 특히 기술적 문제에 기인한 리스크일 것이다. 최종단계에서는 기술적 문제가 해결되고, 이 시기의 리스크는 기술에 대한 수요가 사전에 추정된 것보다 좋은지, 나쁜지와 관련된 시장 리스크이다.

초기투자의 가치는 두 번째 단계의 투자를 증대시키기 위한 옵션에 기인한 일정 가치를 포함할 것이다. 이와 마찬가지로 이 첫 번째 성장옵션의 가치는 최종단계에 또 다시 투자하기 위한 미래기회의 가치를 포함할 것이다. 이 최종투자의 가치는 창출되는 시장수익과 직접적으로 연결되어 있다. 따라서 복합옵션

에 의한 의사결정이 이루어진다. 만일 벤처투자자가 한 단계에서 투자를 하지 않는다면, 그는 그 다음 단계에서는 투자할 수 없다. 이는 <그림 2>에 나타나 있다. 얻을 수 있는 수익은 세 가지 경우에 따라 각각 상이하고 제품출시는 2년 지연될 수 있음을 주목할 필요가 있다.



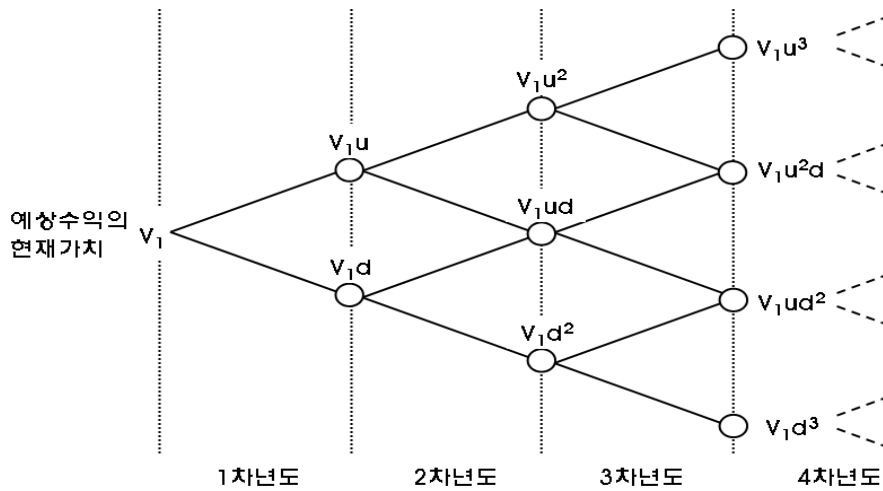
<그림 2> 벤처투자자의 성과에 대한 트리

2. 하이브리드 모델과 옵션가치 산출

복합옵션을 추정하는 방법은 두 번째 성장옵션으로부터 시작하여 역으로 계산하는 것이다. 이 두 번째 옵션의 가치를 평가하기 위해서는 당해 투자에 대한 가치(V)의 변화에 대한 간단한 모델을 필요로 한다. 일반적으로 그러하듯이 V 는 연속시간 지수함수적 랜덤워크(random walk)를 따른다고 가정한다. 이 과정은 이항격자를 이용하여 나타낼 수 있다. 이 과정은 방정식을 직접적으로 다루는 경우보다 직관적으로 이해할 수 있으며, 두 번째 옵션의 행사를 지연시키는 문제를 다루기 위한 손쉬운 방법을 제공한다.

이항격자를 이용하여 연속시간 랜덤워크를 표현하기 위해 일련의 표준선택을 행한다(Wilmott et al., 1995). 즉, <그림 3>에서와 같이 각년도의 V 가 Vu 로 증가하거나 Vd 로 감소할 것인지를 표시한다. 여기에서 $u=1/d$ 를 선택한다. 랜덤워

크의 변동성과 매칭시키기 위해 $u = \exp(\sigma)$ 를 선택한다. 여기에서 변동성 σ 는 V 에서의 연간 비례적 변화의 표준편차이다.

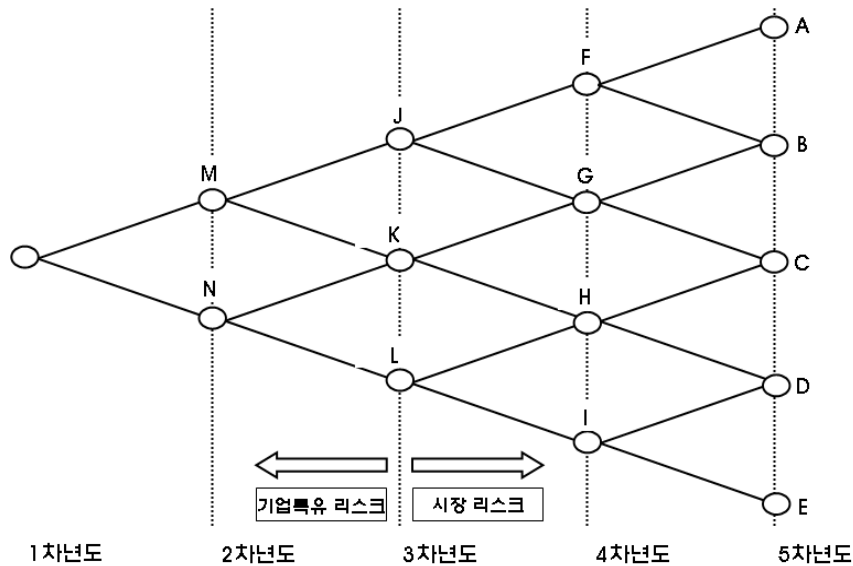


<그림 3> 가치의 연속시간 변동을 표시한 이항격자

그리고 위험중립확률인 p 를 트리 상에 나타낸다. 이 표준적인 방법은 이 확률을 사용하여 기대수익을 산출함으로써 이 옵션의 가치를 산출할 수 있도록 해준다. 만일 r 이 무위험 금리라면, 상향이동시 $p = (\exp(r) - d) / (u - d)$, 하향이동시 $1 - p$ 가 된다. 변동성 σ 는 당해 영역에 속한 기업에 대한 주식의 변동성을 검토함으로써 추정할 수 있다. 그러나 새로운 시장에 진입하는 경우로 가정할 경우, 추가적인 검증을 필요로 하고 시장이 분명히 존재하는 경우의 기술에 대해 Razgaitis(1999)가 제안한 30%의 변동성을 사용할 수 있다. V 에 대한 초기시점의 가치인 V_1 은 사업계획서 상에서 추정된 4차년도 이후의 예상 할인현금흐름으로부터 산출된다.

<그림 4>에서 트리의 A, B, C, D, E 시점에서의 두 번째 옵션의 가치는 $\max(V - I_3, 0)$ 이 된다. 즉 벤처투자자는 기대이익이 플러스일 경우에만 투자를 한다. 따라서 노드 A는 $\max(V_1u^4 - I_3, 0)$ 의 가치를 갖는다. 그러면 위험중립확률을 사용하여 역으로 가치를 계산해나갈 수 있다. 즉, 하나의 노드의 가치는 지금 투자를 행할 경우 받게 될 가치인 $V - I_3$ 와 투자를 위한 옵션의 미래가치의 할인된 기대값인 $\exp(-r)(pVu + (1-p)Vd)$ 중 더 큰 금액이 된다. 이에 따라 3차년도에 발생하는 두 번째 옵션에 대한 J, K 및 L에서의 세 가지 다른 가치

를 얻을 수 있게 된다. 그 각각은 시장이 어떻게 전개되는가에 달려있다.



<그림 4> 옵션가치 산출을 위한 트리

노드 M과 N에서의 첫 번째 옵션의 가치는 J, K 및 L에서의 두 번째 옵션의 가치를 사용하여 계산된다. 만일 벤처투자자가 노드 M에서 I_2 를 투자한다면 그는 3차년도에 도달하게 되는 q_2 의 확률을 갖게 되며, 이에 따라 두 번째 옵션으로부터 이익을 얻을 가능성을 얻게 된다. 만일 벤처투자자가 투자를 하지 않는다면, 그는 수익을 얻는 q_2 의 확률을 갖게 된다. (그러나 추가적인 투자를 수행할 수 있는 옵션을 가지게 되지 못한다.) 그는 자연스럽게 이들 두 금액 중 큰 값을 선택할 것이다. 이를 무위험금리 r 로 할인하게 되면 노드 M과 N에서의 첫 번째 성장옵션의 가치를 얻을 수 있다.

이와 마찬가지로 원래의 투자결정은 벤처투자자에게 첫 번째 옵션에 접근할 수 있는 q_1 의 기회를 제공해준다. 만일 옵션가치에 q_1 배 해준 금액을 금리 r 로 할인한 값이 원래의 투자비용을 초과한다면 당해 투자는 양의 보상이 이루어진다. 또한 결론이 얼마나 확실한지를 조사하기 위해 변동성과 같은 변수에 대한 민감성 분석을 할 수도 있다.

V. 토론 및 결론

본고에서 탐색된 모델이 시사하는 가장 중요한 이점은 아마도 기술가치를 평가하는 과정에서의 사고의 전환일 것이다. 만일 불확실성에 적절하게 대응할 유연성이 있다면 그것은 피해야 하는 것이라기보다는 오히려 적극적으로 활용할 요소라고 할 수 있다.

본고에서 제시된 하이브리드 모델은 직관적으로 이해할 수 있을 정도로 단순화된 실용적 모델로 구상되었다. 그렇다고 하더라도 유용성을 상실할 정도의 수준으로 단순화된 것은 아니다. 기술가치평가를 위해 할인현금흐름(DCF) 방식을 적용하는 것은 위험성 있는 프로젝트에 적용될 경우 합리적인 의사결정을 오도할 가능성이 분명히 있다. 금융시장에서는 일단 옵션이 거래되면 참가자들은 가격이 어떻게 변하게 되는지를 기다려 볼 필요가 있다. 이들은 가격에 영향을 미칠 힘을 가지고 있지 않다.

본고에서 제시된 모델은 단순화된 상황을 가정하여 논리적으로 접근한 것으로서, 향후 실제 사례에 적용하여 실용성을 실증적으로 검토하고 타 모델을 통한 분석결과와의 비교 등을 통한 검증이 수행할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한 모델의 정교화를 위해서는 다양한 사례를 적용하여 평가결과를 다양한 분야에서 분석하고 경우에 따라서는 당해 모델의 적용을 위한 가이드라인의 설정이 요구될 수도 있을 것으로 생각된다.

향후 추가적인 연구를 진행하는 데 있어서 특정의 확률모델이 실제 투자 데이터를 적용하는 데 얼마나 적합한지에 대한 공개된 자료가 아직 충분하지 않은 것이 현실이다. 또한 실물옵션 방식의 기술가치 평가가 기업 내에서 어떻게 활용되는가를 조사할 필요도 있다. 왜냐하면 이는 조직의 동태적 특성과의 관계되기 때문이다.

또 하나 주목할 점의 하나는 실물옵션 가치평가가 신뢰할 만한 것이라면 성공할 가능성이 더 이상 없어 보이는 비연속적인 프로젝트에 대한 어려운 의사결정이 적절히 관리될 필요가 있다는 것이다. 무엇보다도 경영의 유연성은 잘만 활용된다면 R&D 과정에서 가장 귀중한 요소가 될 수도 있기 때문이다.

참고문헌

1. 박정민·설성수(2006), “인간유전체 기능연구사업의 실물옵션 가치평가 비교,” 기술혁신학회지, 제9권 제1호, 84-102.
2. 박현우(2002a), 기술가치평가 사례연구, 특허청.
3. 박현우(2002b), “기술거래 보상구조와 기술가치 분석요인 연구,” 기술가치평가 발전방안 세미나, 기술신보.
4. 박현우(2005a), “기술가치 결정요인의 특성과 영향요인 분석,” 기술혁신학회지, 제8권 제2호, 한국기술혁신학회, 623-649.
5. 박현우(2005b), “의사결정트리를 통한 신약개발의 가치평가와 R&D 전략 시사점,” 기술혁신학회지, 제8권 제1호, 한국기술혁신학회, 94-115.
6. 박현우 외(2002), 기술이전과 기술가치 평가모델 연구, 한국과학기술정보연구원.
7. 박현우 외(2007), 기술의 경제적 수명 DB 개발 및 구축: 시장접근법 분야, 한국과학기술정보연구원
8. 설성수(2000), “기술가치평가의 분석 틀,” 기술혁신학회지, 제3권 제1호, 한국기술혁신학회, 5-21.
9. 설성수·유창석(2002), “기술 및 투자 가치평가를 위한 실무형 실물옵션,” 기술혁신학회지, 제5권 제1호, 44-58.
10. 성웅현(2002), “이중실물옵션을 활용한 단계별 기술투자 가치평가,” 기술혁신학회지, 제5권 제2호, 한국기술혁신학회, 7, 141-151.
11. 성웅현(2004), “몬테칼로 시뮬레이션을 이용한 기술투자 실물옵션평가에 대한 연구,” 기술혁신학회지, 제7권 제3호, 한국기술혁신학회, 12, 533-554.
12. 성웅현(2005), “블랙-숄츠모형을 이용한 기술 R&D 투자가치 구간추정 연구,” 기술혁신학회지, 제8권 제1호, 한국기술혁신학회, 2005. 4, pp.29-50.
13. 연태훈(2004), “특허의 가치에 대한 시장의 평가,” KDI 정책연구, 제26권 제2호, 한국개발연구원, 63-104.
14. 이재억(2001), “기술가치의 계량적 평가모형,” 과학기술정책지, 제11권 제2호, 과학기술정책연구원, 21-34.
15. 이재억(2003), “회귀분석에 의한 기술가치 예측모형,” 과학기술정책지, 제13권 제1호, 과학기술정책연구원.
16. 한국과학기술정보연구원(2003), 기술수명 주기분석: 인용특허분석을 통한 기술수명 예측에 관한 연구, 한국과학기술정보연구원.

17. 한국발명진흥회(2003), 산업별 무형자산 비율분석을 통한 기술기여도 산출, 한국기술거래소.
18. 한신대학교(2003), 산업업종별 할인율지표 구축에 관한 연구, 한국기술거래소.
19. 허은녕(2000), “가치평가기법의 최근 동향 - CVM, MAUA 그리고 Real Option Pricing,” 기술혁신학회지, 제3권 제1호, 한국기술혁신학회, 37-54.
20. Baldwin, C. and K. Clark(1994), “Capital budgeting systems and capabilities investment in the US after the second world war,” *Business History Review*, 68, 73-109.
21. Cave, F. et al.(2001), “Development of method for valuing technological assets,” R&D Management Conference, Dublin.
22. Damodaran, A.(2001), *The Dark Side of Valuation*, Prentice Hall.
23. Dimasi, J., R. Hansen, and H. Grabowski(2003), “The price of innovation: new estimates of drug development costs,” *Journal of Health Economics*, 22, 151-185.
24. Dixit, A. K. and R. S. Pindyck(1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton, N.J.: Princeton University Press.
25. Faulkner, T. W.(1996), “Applying ‘options thinking’ to R&D valuation,” *Research-Technology Management*, 39, 50-56.
26. Guellec, D. and B. van Pottelsberghe de la Potterie(2000), “Application, grants and the value of patent,” *Economics Letters* 69, 109-114.
27. Hirschey, M. and V. Richardson(2001), “Valuation effects of patent quality: a comparison for Japanese and U.S. firms,” *Pacific-Basin Finance Journal* 9, 65-82.
28. Kellog, D. and J. M. Charnes(2000), “Real options valuation for a biotechnology company,” *Financial Analysis Journal*, May/June.
29. MacMillan, I. C. and R. G. McGrath(2002), “Crafting R&D project portfolios,” *Research-Technology Management*, 45, 48-59.
30. Megantz, R. C.(1996), *How to License Technology*, Chichester: John Wiley and Sons.
31. Menell, P. S.(2000), “Intellectual property: general theories,” *Encyclopedia of Law and Economics*, 2, 129-188.
32. Mitchell, G. R. and W. F. Hamilton(1988), “Managing R-and-D as a strategic options,” *Research-Technology Management*, 31, 15-22.

33. Moscho, A. et al.(2000), "Deals that make sense," *Nature Biotechnology*, 18, July 719-722.
34. Myers, S. and C. Howe(1997), "A Life-cycle financial model of pharmaceutical R&D," Program on the Pharmaceutical Industry, MIT.
35. Neely, J. E. and R. de Neufville(2001), "Hybrid real options valuation of risky product development projects," *International Journal of Technology, Policy and Management*, 1, 29-46.
36. Park, Hyun Woo(2004) "An analysis of the choice of compensation structures in Korean technology licensing from abroad," *Journal of Technology Innovation*, 12, Korean Society for Technology and Economics, 227-245.
37. Park, Hyun Woo and Ki-Il Kim(2007), "Evaluation of technological position of portable multimedia player using patent information," ASIA-GRAPH Forum 2007 in Shanghai
38. Park, Hyun Woo and Jay Kang(2009), "The flow of scientific and technological knowledge to Korean patents," The 8th International Business and Economy Conference, Udaipur, India
39. Park, Yongtae and Gwangman Park(2004), "A new method for technology valuation in monetary value: procedure and application," *Technovation* 24, 387-394.
40. Perdue, R. K. et al.(1999), "Valuation of R and D projects using options pricing and decision analysis model," *Interfaces*, 29, 57-74.
41. Perlitz, M., T. Peske, and R. Schrank(1999), "Real options valuation: the new frontier in R&D project evaluation?" *R&D Management*, 29, 255-269.
42. Ramanathan, K., A. Seth, and H. Thomas(2001), "The value of new knowledge-based intangible assets: an examination in the global pharmaceutical industry," *Valuation of Intangible Assets in Global Operations*, F. Contractor, ed., Westport, Connecticut: Quorum Books, 280-301.
43. Razgaitis, R.(1999), *Early-Stage Technologies: Valuation and Pricing*, New York: John Wiley and Sons.
44. Reichert, J. M.(2003), "Trends in development and approval times for new therapeutics in the United States," *Nature Reviews Drug Discovery*, V.2, September, 695-702.
45. Reilly, R. F. and P. J. Garland(2001), "The valuation of data processing

- intangible assets,” *Valuation of Intangible Assets in Global Operations*, F. Contractor, ed., Westport, Connecticut: Quorum Books, 205–232.
46. Reitzig, M.(2003), “What determines patent value? : insights from the semiconductor industry,” *Research Policy* 32, 13–26.
 47. Roger, M., A. Gupta and C. Maranas(2003), “Risk management in real options based pharmaceutical portfolio planning,” *Proceedings Foundations of Computer–Aided Process Operations*, 241–244.
 48. Sarathy, R.(2001), “Knowledge valuation: the issues, with an application to the software industry,” *Valuation of Intangible Assets in Global Operations*, F. Contractor, ed., Westport, Connecticut: Quorum Books, 233–244.
 49. Smith, G. V. and R. L. Parr(2000), *Valuation of Intellectual Property and Intangible Assets*, New York: John Wiley and Sons, Inc.
 50. Stewart, J.(2002), *Biotechnology Valuations for the 21st Century*, Policy Brief, Milken Institute, April.
 51. UNECE(2003), *Intellectual Assets: Valuation and Capitalization*, Geneva and New York: United Nations.
 52. UNIDO(1983), *Technology Payments Evaluation: Summary Results of a Pilot Exercise*, Caracas(October 17–20), Vienna: UNIDO.
 53. Wilmott, P., S. Howison, and J. Dewynne(1995), *The Mathematics of Financial Derives: A Student Introduction*, Cambridge University Press.

Abstract

Proposition of a Practical Hybrid Model for the Valuation of Technology

Park, Hyun-Woo* · Nah, Do-Baek** · Park, Jong-Kyu***

Economic value of a certain technology is of great interest and importance in a wide variety of investment circumstances. These vary from companies considering investing in R&D projects, to venture capitalists funding start-up companies. However, such valuation is extremely difficult in any case, and the cost of failure can be very high.

Many techniques have been proposed to assist managers facing this issue, from traditional discounted cash flow analysis to more recent methods based on real options. In the meantime, the discounted cash flow method has limitations in applying the valuation of technology. At the same time, there have been various solutions to overcome theoretical problems of the method. Real options have been thought as a solution. However, there are another problems in using them in real world.

This paper reviews the previous studies on the valuation of technology in several aspects, discusses the practicability of the various methods available, and explore the application of a hybrid model, which aims to make these rather aore the ideas more accessible to practicing managers.

Key Words : Valuation of Technology, Net Present Value, Discounted Cash Flow, Real Option, Hybrid Model

* Chief Researcher, Korea Institute of Science and Technology Information

** Chief Researcher, Korea Institute of Science and Technology Information

*** Senior Researcher, Korea Institute of Science and Technology Information