

실물옵션기법을 이용한 기술 및 투자가치평가

한국기술혁신학회
2001 추계학술대회 발표논문

2001. 11. 30.

서울대

설성수(한남대)
유창석(기술가치평가협회)

실물옵션기법을 이용한 기술 및 투자가치평가

I. 서론

1980년대 미국의 바이오 붐 및 1990년대 말 IT 붐에 따라 전세계적으로 기술에 의한 신규 시장의 확대가 폭발적으로 진행되었고, 그에 따라 기술 및 기술벤처기업에 대한 투자가 급속히 증가하였다. 신기술 및 신기술 기반 사업들은 대상시장에 매우 불안정하고, 매우 높은 리스크 부담을 가지고 있다. 이러한 신기술 및 신기술 기반 기업들은 기존의 전통적인 가치평가방법으로 해석하는 데에는 많은 한계가 존재한다.

일반적으로 가치평가방법은 그 특성에 따라 크게 소득접근법과 시장사례접근법, 그리고 비용접근법으로 나눌 수 있다. 이 중 비용접근법은 기술의 미래 수익성이라는 점을 고려할 때 제한된 용도를 제외하고는 그리 권장하는 방법은 아니다.¹⁾

시장사례접근법의 경우 신규 창출된 기술 및 기술관련 투자에 대해 참조할만한 사례가 적을 뿐만 아니라, 시장 자체가 존재하지 않거나, 협소하여 그 가치를 참조하는 데 한계를 가지기도 한다.

또한 수익접근법의 기반인 현금흐름할인법(DCF법)은 무형의 이익에 대한 가치를 평가하는 데 있어서 이론적인 한계가 있기 때문에 기술, 벤처평가 및 전략적 투자에 대한 평가에 있어서 기초가 될 수는 있지만, 의사결정에 도움을 주는 충분한 자료로서의 역할은 하지 못한다. 이에 따라, DCF법을 수정하고 보완하려는 많은 시도들이 있었고 그 결과 실물옵션기법을 이용한 가치평가방법론들이 등장하게 되었다.

본 논문에서는 실물옵션기법을 이용한 기법과 DCF에서 발전된 가치평가 모형 중 실무에서 사용하기 적합한 모형을 소개하고, 이러한 모형을 기술 및 투자실무에 적합하게 사용하기 위한 지침을 제시하고자 한다.

II. 기술과 실물옵션

1. 기술가치평가방법의 검토

기술혁신 및 R&D에 있어서 투자수익률법(ROI) 또는 DCF 등의 수익접근법에

1) 기술·기업가치평가기준위원회(2000), 「기술·기업가치평가기준 2000」, 경문사, pp. 87-88.

대한 지적은 Faulkner(1996) 및 Trigeorgis(1993)에 잘 설명되어 있다. Mechlin & Berg(1980)는 DCF방법이 기술혁신의 걸림돌이 된다고 지적하였으며, Hayes & Abernathy(1980)는 미국의 R&D 지출 감소에 DCF 방법론이 큰 영향이 있다고 지적하고, Hayes & Garvin(1982)는 DCF와 R&D 지출 감소에 대한 유의한 상관관계를 보였다. Hodder & Riggs(1985)는 기술의 각 단계(연구, 개발, 상업화)마다 다른 위험을 가지고 있으며 다른 할인율을 사용해야 함을 지적하였다. Kaplan(1986)은 DCF가 무형의 가치를 평가하지 못한다고 지적하였고, Myers(1987), Kester(1984)등은 DCF가 기술을 평가함에 있어서 이론적인 한계를 가짐을 논하고 실물옵션을 그 대안으로 제시하였다.

일반적으로 DCF의 문제점으로는 연속된 투자에 대한 고려를 못하고, 상호연관된 프로젝트의 보완성에 대한 평가를 못할 뿐만 아니라, 경영의 유연성을 반영하지 못하며, 전략적 문제를 반영하지 못한다는 네 가지 요소가 주로 많이 지적되고 있다. 또한, 적용상에 있어서 상품이나 투입비용의 확실적인 속성을 반영하지 못하며, 할인율 추정에 여러 가지 한계점을 가지고 있고, 추정 재무제표 구성의 어려움에 대해 지적하고 있다. 기술 및 투자의 가치평가에 있어서 DCF가 가지고 있는 한계점은 무엇보다도 자원배분에 있어서의 의사결정 구조에 있다. 자원배분 문제에 있어서의 가치평가 유형은 운영가치의 평가, 기회가치의 평가 및 소유권 평가로 구분되는데, 기회가치의 평가에 DCF법은 적합하지 않은 것이다. 특히 기술과 투자의 가치는 대부분 기회의 가치로 이루어져 있다. 따라서, 이러한 특성을 반영하여 기술과 투자를 옵션으로 간주하여 평가하는 게 좀 더 바람직하다.

Myers(1984)는 R&D는 거의 옵션가치로 이루어져 있다고 지적하였으며, Kester(1984)도 R&D투자에 있어서 옵션가치평가방법을 권장하였다. 또한, Mitchell & Hamilton(1988)은 기술투자를 단기 및 전략적 R&D, 장기 지식투자로 나누어서 이중 단기 사업투자라면 DCF가 바람직하지만, 전략적인 R&D 투자에는 옵션가치평가를 사용하는 것이 바람직하다고 언급하였다. 실무에 있어서 Merck사의 CFO Lewent는 Nichols(1994)에서 옵션가치평가의 사용은 연속적인 프로젝트 단계의 평가를 가능하게 하므로 연구를 평가하는 데 있어서 좀 더 유연성있는 접근 방법이라고 지적하고, 실무에 있어서 R&D뿐만이 아닌 전반적 투자에 시뮬레이션 기법을 이용한 실물옵션가치평가법을 적용하고 있다고 소개하였다.

2. 기술과 옵션의 비교

기술 및 신규 투자는 일반적인 사업이나 기업에 대한 투자와는 달리 대부분 옵션

선가치로 이루어져 있다. 기술 및 신규 투자 프로젝트는 물리적으로 구현되지 않은 대상이나 구현되지 않은 사업에 대한 투자이다. 따라서 시장상황에 따라 그 사업화를 연기할 수도 있으며, 때에 따라서는 포기할 수도 있다. 그러므로 기술투자는 현금흐름의 창출에 대한 권리, 즉 옵션으로 해석이 가능하다. 시장에서의 높은 변동성이 높은 가치를 창출하는 옵션의 특성을 고려해보면, 최근에 붙었던 벤처붐을 쉽게 설명할 수 있다.

무엇보다도 기술투자는 여러 단계로 이루어져 있어, 각 단계별로 다른 위험도와 함께 연속적인 의사결정이 이루어지며, 단계별 성과가 다음 투자를 결정하게 된다. 이러한 의사결정 구조에서는 확률적인 요소가 평가에 높은 영향을 끼치게 된다. 특히, 신기술 영역은 BT와 같이 연속적으로 개발이 이루어지거나, 또는 기존 기술을 바탕으로 계속 신기술이 발전되기 때문에 기술투자 및 기술거래는 이러한 시장 진입에 대한 권리 및 이후 연속적인 시장수익에 대한 권리를 부여하게 되므로 다단계 옵션으로 볼 수 있다. 이러한 기술의 옵션과의 상사점을 비교하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 기술의 옵션 비교

	주식의 콜옵션	투자 프로젝트 옵션
기초자산	주식의 현재가	기대현금흐름의 현재가치
행사가격	고정 주식 가격	투자비용의 현재가치
만기	약정 기간	기회가 없어질때까지
리스크	주식가치의 불확실성	프로젝트가치의 불확실성
배당금	주식소유자에게 지불	투자대기기간동안 지불비용
이자율	무위험 이자율	무위험 이자율

자료 : Perlitz, Peske & Schrank (1999)에서 인용

III. 옵션의 식별

실물옵션 모형의 실제 적용에는 옵션의 모형화가 방법론 못지 않게 중요하다. 일반적으로 실물옵션 모형의 적용에는 기본적으로 고전적인 DCF 모형의 계산이 보통 선행된다. 이러한 DCF 모형의 계산을 통하여 기초자산의 가치를 파악하고, 그 다음에 불확실성을 사용하고자 하는 옵션방법론에 따라 모형화한다. 즉 시간에 따라 가치가 어떻게 변화하는지 구현한다. 불확실성에 따른 가치 변화 형태는 점프로세스나 가우스-비너 프로세스와 같은 확률적인 행태를 따를 수도 있고, 의사결정 트리 형태로 구성하여 전문가의 의견을 반영할 수 있다. 이러한 불확실성의 형태에 따라 이후 계산에 용이한 실물옵션 모형을 선택하면 된다. 하지만 이러한 불확실성

의 모형화는 단지 시간에 따른 가치 변화를 구현할 뿐 옵션을 식별하지는 않는다. 불확실성의 모형이 성립되면, 그 다음에는 대상에 포함되어 있는 옵션을 식별해야 한다. 일반적으로 식별할 수 있는 모형의 형태는 다음과 같다.²⁾

1. 연기옵션 deferral option
2. 포기옵션 option to abandon
3. 축소옵션 option to contract
4. 확장옵션 option to expand
5. 연장옵션 option to extend
6. 교체옵션 switching option
7. 복합옵션 compound option : (phased option)
8. 무지개옵션 rainbow option : 여러 옵션의 집합
9. 복합무지개옵션 compound rainbow option 단계별 여러 옵션의 집합

이렇게 옵션을 식별한 뒤에는 구성된 옵션과 불확실성의 형태에 기초하여 적합한 실물옵션모형을 선택하여 계산을 수행한다. 기술과 투자는 모두 옵션으로 인식할 수 있지만, 그 구현되는 형태는 판이하다. 실물옵션 모형이 실무에서 많이 사용되지 않는 이유로 Lander & Pinches(1998)는 첫째로, 실물옵션 모형이 기업 경영자 및 평가자에게 잘 알려지지 않았으며 수학적으로 어렵고, 두 번째로 실제 적용에 있어서 실물옵션이 요구하는 가정에 한계가 많으며, 마지막으로 수학적 풀이의 용이성을 위한 간편한 모형들이 내재하고 있는 가정들이 적용에 한계를 가져온다고 지적하고 있다.

하지만, 최근 컴퓨터의 발전으로 실물옵션 모형이 기업 경영자나 평가자에 의해서 쉽게 계산되어지게 되어 1980년대부터 실물옵션을 실무에 적용하고자 하는 많은 시도 및 움직임이 존재해 왔다. 그에 따라 실물옵션 모형이 가지고 있는 가정들이 매우 완화되었다. 하지만 그럼에도 불구하고 실물옵션 모형이 어렵다고 인식되는 이유는 상황을 옵션으로 변화시키고 옵션을 인식하는 것이 지금까지 이해했던 고전적인 투자모형과 전혀 판이하여 용이하지 않기 때문이다.

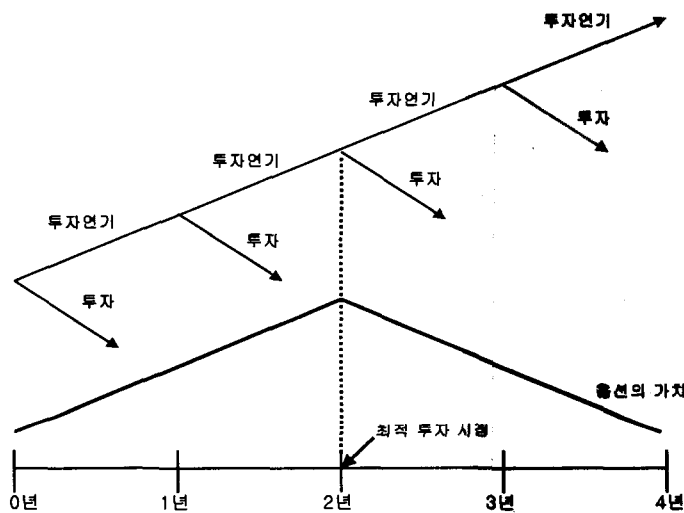
여기에서는 기술과 투자로 옵션을 구분하여 일반적으로 많이 사용되는 연기옵션과 포기옵션, 그리고 복합옵션에 대한 식별과 추가적인 고려사항들에 대해 논의해보도록 하겠다.

2) Copeland & Antikarov(2001)

1. 연기옵션(deferral option)

연기옵션은 두가지 형태의 유용한 정보를 도출한다. 하나는 연기 옵션이 가지고 있는 옵션의 가치이며, 두 번째는 이런 가치에서 기초해 유추해내는 최적의 옵션 행사시점(투자시점)이다. 일반적으로 기술옵션에서 많이 등장하는 연기옵션은 크게 두가지 형태로 나눌 수 있다. 한가지는 불확실성 하에서의 R&D 투자이며, 또 다른 하나는 이미 보유하고 있는 특허나 신기술을 상업화하는 것이다. 이 두 가지 모두 연기할 수 있는 옵션을 가지고 있는 경우 추가적인 가치를 창출할 수 있다. 하지만, 일반적으로 연기옵션을 계산하는 이유는 최적의 투자시점을 제시할 수 있기 때문이다.

<그림 1> 연기옵션의 개념도와 최적 투자시점



이러한 연기 옵션을 사용할 때에는 필연적으로 옵션모형에 배당금 변수 및 만기 변수가 도출되어야 한다. 옵션은 변동성 하에서는 기초자산에 대한 큰 변동이 없다면 언제나 만기시점에서 옵션을 행사하는 것이 가장 큰 수익을 가져오게 된다.

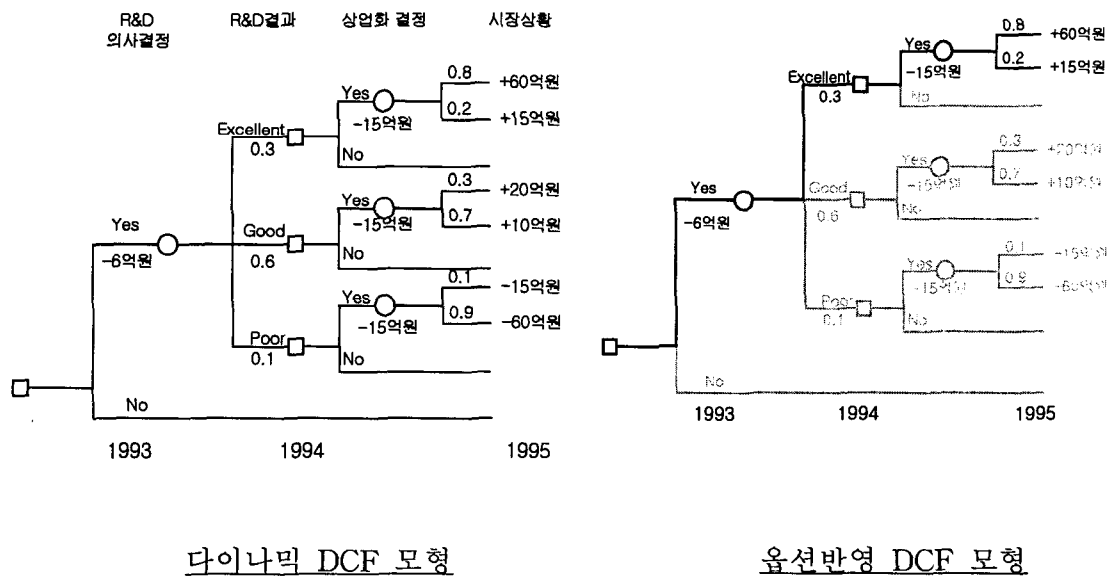
특허의 경우 만기시점은 특허의 종료시점이라고도 할 수 있는데, 현실에서 특허의 독점적 사용권리가 만기된 뒤 상업화를 하는 기업은 존재하지 않는다. 따라서 이런 모형을 구성할 때에는 기초자산의 감소를 모형에 내재해야 한다. 이러한 기초자산의 감소는 배당금 형태로 구성할 수도 있으며, 제품의 수명주기 형태로 기초자산 변동에 반영할 수도 있다. 투자에 있어서 연기옵션은 프로젝트 투자의 최적 시점을 평가하는 데 유용하다. 이 때 프로젝트의 가치를 하락시키는 배당금 요소는

보통 일반적으로 경쟁으로 인한 손실가치로 구성된다. 이러한 연기옵션의 구성 요소와 최적 투자 시점을 모형화하면 <그림 1>과 같다.

2. 포기옵션(option to abandon)

포기옵션은 가장 일반적으로 옵션개념에서 인용되는 형태이다. Faulkner(1996)는 다음과 같이 의사결정트리를 포기옵션을 반영하여 변형하였다. Faulkner의 예제에서 기술개발은 아주 뛰어난 결과를 도출할 확률이 30%, 일반적인 성과를 거둘 확률이 60%, 저조한 성과를 거둘 확률이 10%였다. 이 때 옵션개념을 적용하면, 별다른 성과를 거두지 못하는, 즉 큰 이익을 주지 못하는 일반적 성과 이하의 결과에 대해서는 15억원의 상업화 결정을 내리지 않게 되며, 이 경우에는 옵션을 포기하게 된다. 이렇게 의사결정에 있어서 기준에 의한 선택을 내재할 경우 의사결정트리 구조가 매우 간단해질 뿐만 아니라, 효율적인 자원배분을 가능하게 한다.

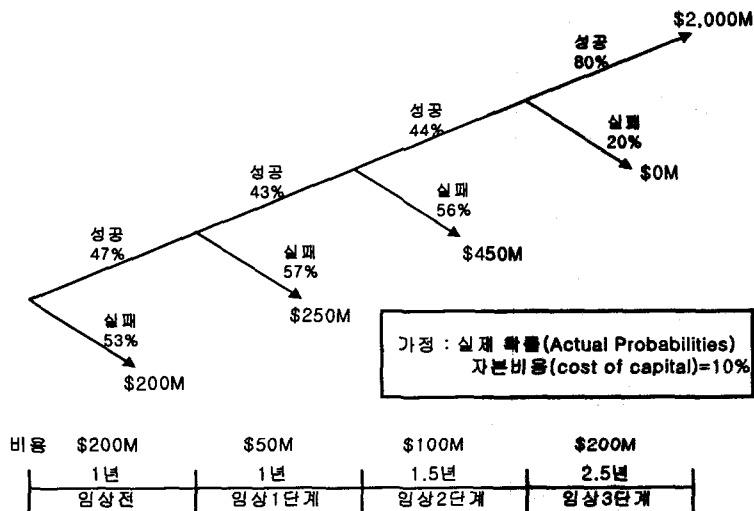
<그림 2> 다이나믹 DCF와 옵션반영 DCF의 비교



기술은 단계적으로 구성되어 있기 때문에 기술 개발의 각 단계에서 성과를 측정하고 그 평가를 내릴 수 있다. Jäggle(1999)의 옵션모형은 이러한 단계적인 기술개발 하에서 포기옵션을 반영한 모형이다. Faulkner(1996)에서는 기술성과를 확인하고 한번의 포기옵션만을 반영하였지만 Jäggle은 지속적인 포기옵션을 고려하였다.

Jägle의 모형은 일반적인 바이오 산업 중 인체를 대상으로 한 약품의 기술개발 모형을 묘사한 것이다. 인체를 대상으로 한 약품은 개발 후 6-10년간 약품에 이상이 없는지 오랜 기간동안 임상실험을 수행한다. 이러한 단계는 아래 <그림 3>에 나타나듯이 기본적으로 3단계로 구성된다. 이러한 각 단계마다 연구성과는 기술개발을 계속 진행할 것인지, 아니면 포기할 것인지에 대한 옵션을 제시하게 된다. 기술개발을 중도 포기할 경우 이론적으로는 기술개발 프로젝트의 가치는 0이 되지만, 실제적으로는 참가한 연구진의 경험이라든지 무형자산의 가치를 창출할 뿐만 아니라, 프로젝트 자체를 외부에 판매하거나, 프로젝트에서 사용되던 자원을 다른 프로젝트에 배분할 수 있기 때문에 포기할 경우 잔존가치를 가지게 된다. 이러한 잔존가치는 프로젝트 선택의 선호도를 변경할 수 있는 중요한 변수가 된다.

<그림 3> 기술의 포기옵션 개념도



일반적인 투자의 경우에도 시장상황에 따라 사업을 잠정적으로 중지하거나 청산할 수 있다. 하지만 수익이 0이 되거나 음으로 떨어진다고 사업을 청산하는 기업은 없다. 이후 수익을 창출할 수 있는 가능성이 존재하기 때문에 투자가치가 일정 이상 하락한 시점에서만 사업을 청산하게 된다. 하지만, 미래의 불확실성은 이러한 청산시점에 대한 평가를 용이하게 하지 않는다. 이 때 포기옵션의 경우에는 미래의 변동성을 반영하여 간단한 청산기준점을 제공하기 때문에 바람직한 의사결정을 제공한다.

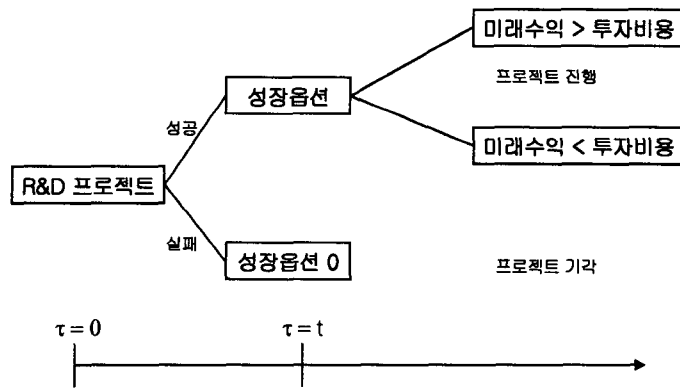
3. 복합옵션 (compound option, phased option)

기업활동은 계속기업을 그 기저로 한다. 이런 시각에서 볼 때 기술개발 및 기술의 적용, 그리고 기업의 개별적인 모든 투자 프로젝트는 연속적이라고 할 수 있다. 이러한 연속성은 각각의 산출결과에 독립적일 수도 있지만, 많은 경우 깊은 연관을 가지고 있다. 이러한 연관성들이 기업의 무형자산을 창출하는 원동력이 된다. 복합 옵션은 이러한 연관관계를 옵션으로 구성한 것이다. 일반적으로 옵션은 기초자산과 행사가격(투자일 경우에는 투자비용)으로 간략하게 구성할 수 있다. 그런데 기초자산 자체가 다른 옵션의 가치이어서 옵션이 중첩된 형태가 바로 복합옵션이다.

Boer(2000)는 기술을 평가함에 있어서 개별 기술만을 평가할 것이 아니라, 이 기술로부터 파생되어 나오는 효과, 즉 현재의 기술을 바탕으로 이후 연속된 기술 개발에서 얻을 수 있는 효용을 옵션으로 가치에 반영해야한다고 주장했다.

기술은 일반적으로 여러 가지 단계를 거치게 되는데, 이러한 각각의 단계는 하나의 옵션으로 간주할 수 있다. 이렇게 볼 때 앞서 보인 <그림 3>은 여러개의 옵션이 중첩된 복합 옵션으로도 간주가 가능하다. Ottoo(1998)은 다음과 같이 R&D 프로젝트를 이후 성장옵션에 대한 옵션으로, 즉 복합옵션으로 구성하였다.

<그림 4> 복합옵션의 개념도



투자의 관점에서 볼 때 신규시장에 진입하는 투자는 복합옵션의 형태로 볼 수 있다. 신규 시장의 진입은 이후 투자를 가능하게 하는 여러 가지 옵션을 제공하게 되며, 따라서 현재 새로운 시장에 진입하게 되는 투자 프로젝트의 가치평가는 프로젝트 자체의 평가가 아닌 프로젝트를 기반으로 한 추가적 투자옵션의 가치를 반영하여 평가해야 한다. 이러한 관점은 바이오분야나 IT분야에서 나타난, 수익이 전혀 없는 데도 불구하고 높은 기업가치를 지니고 있었던 많은 기술기업들의 가치들의 변화를 잘 설명한다.

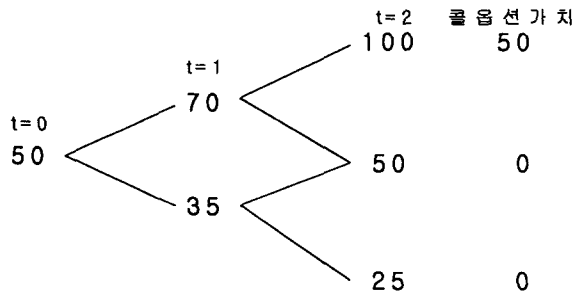
IV. 방법론

옵션가치평가 방법은 1973년 Black와 Sholes에 의해 구성된 이래로 많은 발전을 이루어왔다. 기본적인 방법론들은 금융옵션에서 개발되었지만, 1980년대에 이르면서 실물옵션과 접목되어 비약적인 발전이 이루어졌다.

실물옵션 가치평가 모형은 지금까지 많은 것이 나왔지만 크게 실물옵션을 이용한 평가와 실물옵션의 추론을 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 각각의 방법론은 정성적 평가와 정량적 평가로 나누어지지만, 정량적인 면만 본다면 실물옵션을 이용한 평가방법은 다시 격자모형과 미분방정식 모형, 그리고 시뮬레이션 모형으로 나눌 수 있다. 이러한 분류기준에 따라 세부적으로 나눌 수 있는 모형은 수십가지가 넘는데, 이러한 모형 전체를 실무에 적용하는 것은 많은 한계가 있다. 계산 자체에 문제가 있는 모형도 있으며, 어떠한 모형은 수리적으로 너무 복잡하여 사용하는 데 무리가 있기도 하다. 또한, 많은 가정 하에 구성되어서 실무에 적용 자체가 힘든 모형도 있다. 이에 따라 여기서는 실무에서 쉽게 사용할 수 있는 이산모형과 블랙숄즈 모형, 다이나믹 DCF 모형, 옵션반영 DCF 모형 및 옵션트리 모형이라는 5가지 모형을 소개한다.

1. 이산모형 (binomial model)

이산모형은 1973년 Black, Sholes에 개발되고 동년 Merton 등에 의해 발전된 미분방정식모형을 실무적으로 쉽게 접근할 수 있도록 1979년 Cox, Ross와 Rubinstein이 변형시켜 개발한 모형이다. 이산모형은 기본적으로 이산분포를 통한 기초자산의 확률분포를 구성하고 있지만, 쉽게 다양한 확률분포 형태로 구성할 수 있으며, 모형이 유연하고 가정이 적기 때문에 모형 자체의 설명력이 높다는 장점을 가지고 있다. 하지만, 이산모형의 경우 노드의 개수가 늘어날 경우에는 계산이 급증하게 되어 손으로 푸는 데에는 한계가 존재하며, 쉽게 복잡해지는 단점을 가지고 있다. 하지만, 최근에는 컴퓨터 기술이 발달하여 엑셀과 같은 프로그램으로도 쉽게 이산모형을 구성할 수 있기 때문에 실무에 있어서 유용한 방법이라 할 수 있다. 모형의 기본적인 형태는 아래 그림과 같다.



2. 블랙숄츠 모형

블랙숄츠 모형은 블랙과 숄츠가 제시한 모형에 기초한다. 이 모형은 기초자산에 대한 불확실성을 확률분포를 통하여 미분방정식에서 도출한 식으로 옵션을 평가한다. 블랙숄츠의 기초자산에 대한 확률과정(가우스 비너 과정)은 다음과 같다.

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz$$

α = 기초자산의 성장률

σ = 기초자산의 변동성

dz = 기하 브라운 과정 (랜덤 함수)

V = 기초자산

이에 기초한 옵션가치모형(콜옵션)은 다음과 같다.

$$C = S \cdot N(d_1) - Ke^{-rt} \cdot N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

C = 콜옵션의 가치

S = 기초자산의 현재 가치

K = 옵션의 행사가격

t = 옵션의 잔존기간 또는 만기

r = 옵션의 잔존기간에 상응하는 무위험이자율

σ^2 = 기초자산의 가치의 변동성

$N(\cdot)$ = 누적정규분포

블랙숄츠 모형은 간단한 식으로 구성되어서 <표 1>에서 보는 바와 같은 6가지 변수만 알아내면 쉽게 풀 수 있다는 장점이 있다. 이 6가지 변수를 추출하면 쉽게 기술 및 투자의 옵션가치를 계산할 수 있는 것이다.

이 모형은 이론적으로는 단기이자율은 알려졌고, 시간흐름에 일정하며, 기간말 가격분포는 로그정규분포이고, 수익률분포는 일정하다는 가정을 전제로 한다. 또한 배당이 없고 거래비용이 없으며, 유럽식 옵션을 전제로 한다. 다른 연구들에 의해 이 모형은 고도화되며 이러한 가정들은 점차 문제가 되지 않고 있다. 하지만, 블랙숄츠 모형은 연속모형이라는 치명적인 단점이 있다. 다시 말해 현실 속에서의 의사결정은 증권시장과 같이 연속적인 의사결정을 필요로 하는 경우도 있지만 주요한 정보가 존재할 때마다 단속적으로 의사결정이 이루어질 때도 있다. 이러한 경우는 기본 가정에 위배되어 이 모형을 사용하기 어렵다.

3. 다이나믹 DCF 모형

다이나믹 DCF 모형은 DCF가 가지고 있는 문제점을 해결하기 위하여 개발된 모형으로 <그림 2>에서 보는 바와 같은 형태이다. 옵션의 가치도출은 간단하다. <그림 2>에서 모든 경우의 수와 확률을 계산하여 합함으로써 옵션의 가치를 계산한다. 다이나믹 DCF는 의사결정트리를 구성하여, 벌어질 수 있는 상황에 대한 확률들을 전문가들을 통해 도출하고 이러한 트리구조를 기초로 순행적으로 미래에 이루어질 일들을 예측한다. 다이나믹 DCF는 기존 DCF에서 동적인 요소를 많이 가미한 것이 있지만, 태생적으로 가장 많이 일어나는 확률적 요소에 큰 비중을 주기 때문에 중도적인 가치결론을 도출하게 된다. 또한, 실물옵션의 경우 조건부 분석을 기반으로 하지만, 다이나믹 DCF는 순행적인 방법이기 때문에 미래의 특성을 반영하고 경영의 유연성을 표현하는 데에는 한계를 가지고 있다.

하지만, 의사결정트리를 통하여 여러 시나리오를 구성하고 이런 시나리오에 기초하여 가치를 평가하는 것은 단순히 하나의 값을 내는 DCF보다 더 우월한 의사결정지침을 제공한다.

4. 옵션반영 DCF 모형

옵션반영 DCF 방법은 Faulkner(1996)가 제안한 방법이다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 이 모형은 이산모형과 다이나믹 DCF를 결합한 모형이다. 옵션가치의 계산은 가능한 경우의 수와 그에 해당하는 확률만을 계산하는 방식이다. 대단히 간편한 방식인 것이다.

블랙숄츠 모형은 계산이 빠르고 쉬운 반면에 모형 자체가 직관적이지 못하고 미래의 불확실성에 대해 로그 노말 분포를 가정하고 있는 단점을 가지고 있다. 반면에 다이나믹 DCF 모형은 분석자체가 시각적이고 쉽게 이해가 가능할 뿐만 아니라 불확실성에 대한 분포에 대한 가정을 가지고 있지 않다. 하지만 다이나믹 DCF의 경우 의사결정 트리를 구성하고 푸는 데 있어서 시간이 오래 걸리고 복잡해지는 단점을 가지고 있었다. Faulkner는 다이나믹 DCF에 실물옵션의 추론 과정을 삽입하여 옵션 개념을 통해 최적 의사결정과정을 가정하였다. 따라서, 이전에는 복잡하였던 의사결정트리는 옵션을 추출하여 재구성하게 됨으로서 모형이 간단해지게 되었다. 또한 복합옵션 및 아메리칸옵션도 쉽게 구성 가능하여, 다이나믹 DCF나 기존의 블랙숄츠 및 이산모형보다 좀 더 광범위하게 옵션을 사용할 수 있게 되었다.

무엇보다도 이 방법의 큰 장점은 계산을 하는 데 있어서 옵션의 이산모형 방식을 쓰는 게 아니라 DCF 방법을 쓴다라는 데 있다. 따라서, 옵션의 개념만 이해하고 있으면 쉽게 옵션개념을 반영한 기술 및 투자의 가치를 산출할 수 있다.

<표 2> 옵션반영 DCF와 옵션트리의 비교

옵션반영 DCF	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현금흐름의 확률이 실제 확률에 기반 ○ 현금흐름을 위험 조정 할인율로 할인 ○ 리스크는 트리의 가지마다 다르다. <li style="padding-left: 20px;">-> 각각 다른 할인을 적용해야 한다.
옵션트리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현금흐름이 위험중립적 확률에 기반 (옵션 가격 모형에서 도출) ○ 현금흐름할인에 무위험 이자율 사용 <li style="padding-left: 20px;">-> 위험중립적 확률 사용

5. 옵션트리 모형

Jägle(1999)은 기술에 의한 성장가치는 R&D나 신제품 개발에서 도출된다는 것을 강조하고, 성장가치를 평가하기 위해서 다단계로 구성된 의사결정 트리를 구성하여 옵션을 계산하였다. <그림 3>에서 보는 Jägle(1999)의 모형을 옵션 트리라

고 하는데 이는 가능한 경우의 수와 성공확률을 통해 단계적으로 계산해 나가는 방식이다. 그는 Faulkner(1996)과 달리 의사결정트리를 계산함에 있어서 DCF가 아닌 이산모형의 옵션 계산 식을 사용하였다. 옵션트리와 옵션반영 DCF의 차이는 <표 2>와 같다.

DCF의 계산 방법은 할인율이라는 치명적인 문제를 가지고 있다. 특히 옵션 반영 DCF의 경우 각 시나리오나 옵션에 따라 구성되는 의사결정트리의 가지마다 다른 위험률이 존재하게 된다. 예를 들어 사업을 확장할 때와 기술을 개발할 때는 전혀 다른 위험요소들을 가지고 있기 때문에, 이 두 상황의 가치는 다른 위험할인율을 가지게 된다. 하지만 옵션트리의 계산방법을 이용하면, 굳이 위험할인율을 계산하지 않더라도 문제를 해결할 수 있게 된다. 옵션트리의 구성은 옵션반영 DCF에서 기초한 간략화된 옵션 의사결정 트리 구조를 가지고 있기 때문에 옵션반영 DCF와 마찬가지로 아메리칸 옵션이나 다중 옵션도 쉽게 접근할 수 있는 장점이 있다.

V. 결론

본 연구에서는 기술과 투자가치 평가를 위한 실물옵션 모형을 소개하였다. 특히 실무에 적용하는 데에 있어서의 주의점과 실무 차원에서 쉽게 사용가능한 모형을 중점적으로 소개하였다.

실물옵션을 적용하기 위해서는 먼저 주어진 투자의 옵션개념 식별이 필요하다. 이어 옵션의 모형화가 필요하고 그에 맞는 방법론이 선택되어야 한다. 그런데 본고에서는 이산모형, 블랙숄즈모형, 다이나믹 DCF 모형, 옵션반영 DCF 모형, 옵션트리 모형을 제시하였다.

참고문헌

- Black, F., Scholes, M. (1973) "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economics*, May-June, 637-654.
- Boer, F. Peter (2000) "Valuation of Technology Using Real Options," *Research Technology Management*, July-August, 26-30.
- Copeland, Thomas E., Vladimir Antikarov (2001), *Real Options: a Practitioner's Guide*, Texere Llc.
- Cox, J., S. Ross, M. Rubinstein (1979), "Option Pricing: a Simplified Approach," *Journal of Financial Economics*, September.

- Faulkner, Terence W. (1996) "Applying Options Thinking to R&D Valuation," *Research Technology Management*, May-June, 50-56.
- Hayes, R. H., Abernathy, W. J. (1980) "Managing Our Way to Economic Decline," *Harvard Business Review*, July-August, 67-77.
- Hodder, J., Riggs, H. (1985) "Pitfalls in Evaluating Risky Projects," *Harvard Business Review*, January-February, 128-135.
- Jägle, Axel J. (1999) "Shareholder Value, Real Options, and Innovation in Technology-Intensive Companies," *R&D Management* 29, 3, 271-287.
- Kaplan, R. (1986) "Must Cim be Justified by Faith Alone?," *Harvard Business Review*, March-April, 87-95.
- Kester, W. C. (1984) "Today's Options for Tomorrow's Growth," *Harvard Business Review*, March-April, 153-159.
- Lander, Diane M., George E. Pinches (1998) "Challenges to the Practical Implementation of Modeling and Valuing Real Options," *The Quarterly Review of Economics and Finance* 38, 3, 537-567.
- Mechlin, G., Berg, D. (1980) "Evaluating Research, ROI is not Enough," *Harvard Business Review*, September-October, 93-99.
- Merton, R. C. (1973), "Theory of Rational Option Pricing," *Bell Journal of Economics and Management Science*, Spring, 141-183.
- Mitchell, G. R., Hamilton, W. (1988) "Managing R&D as a Strategic Option," *Research Technology Management*, May-June, 15-22.
- Myers, S. C. (1984), "Finance Theory and Financial Strategy," *Interface* 14, 1, 126-137.
- Myers, S. C. (1987), "Finance Theory and Financial Strategy," *Midland Corporate Finance Journal*, 6-13.
- Nichols, Nancy (1994) "Scientific Management at Merck: an Interview with CFO Judy Lewent," *Harvard Business Review*, January-February, 88-99
- Otto, Richard E. (1998) "Valuation of Internal Growth Opportunities: The Case of a Biotechnology Company," *The Quarterly Review of Economics and Finance* 38, Special Issue, 615-633.
- Perlitz, Manfred, Thorsten Peske, Randolf Schrank (1999) "Real Options Valuation : the New Frontier in R&D Project Evaluation?," *R&D Management* 29, 3, 255-269.
- Trigeorgis, Lenos (1993), "Real Options and Interactions with Financial Flexibility," *Financial Management* 22, 3, 202-224.