

실물옵션을 이용한 대규모 단계적 투자프로젝트의 평가모형에 관한 연구

최 성 호

강릉대학교 공과대학 산업시스템공학과 부교수

김 규 태

조선대학교 공과대학 산업공학과 부교수

초 록

실물옵션은 전통적인 경제성 평가기준의 하나인 순현재가치 분석법이 의사결정 과정에서 경영의 유연성을 무시함으로써 투자 혹은 자산의 가치를 낮게 평가하는 단점을 제거하고 이를 평가에 적절히 포함시킬 수 있다고 여겨지고 있어 새로운 평가방법으로 주목을 받고 있다.

특히, 정보기술(IT) 분야에서는 다음과 같은 이유 때문에 전통적인 현금흐름할인 방법이 효과적이지 못할 수 있다. (1) 우선, 정보통신 분야에서 대부분의 정보기술 기반 투자 프로젝트는 막대한 자본이 소요되기 때문에 기업들은 이를 피하기 위하여 단계적인 투자계획을 세우는 경우가 많다. (2) 또한, 초기 기반에 대한 투자의 주요한 혜택이 대부분 그 이후 단계의 투자에서 구현되기 때문에 성급한 초기투자에 대한 경제성 평가는 이후의 혜택을 무시할 가능성이 많아진다. (3) 마지막으로 초기의 투자 프로젝트에 참여하지 못하면, 이 후의 프로젝트에 참여하기 어렵기 때문에 미래의 혜택을 얻을 수 없게 된다. 이러한 여러 가지 이유로 이를 적절히 평가할 수 있는 실물옵션 평가방법이 선호된다.

본 연구에서는 정보통신 분야의 투자와 같은 대규모 프로젝트의 특징을 평가방법의 입장에서 살펴보고, 실물옵션 개념을 응용하여 이러한 투자 형태의 평가를 위한 모델을 개발하고 적용방법을 생각해본다.

1. 서 론

본 연구는 BK21 지원을 받아 수행되었음

실물옵션은 현대 산업사회에서 증가하고 있는 투자의 불확실성에 대응하기 위한 기업의 전략적인 경영 유연성을 평가할 수 있다는 점에서 실물자산 혹은 투자대안의 평가에서 주목 받는 수단으로 부각되고 있다. 원래 금융옵션의 가격결정 수단에서 응용된 실물옵션의 개념은 특정 조건을 행해야 하는 의무가 아닌 권리로서 정의된다. 금융콜옵션의 경우, 미래의 정해진 날짜에 미리 정해진 가격으로 정해진 양의 주식을 살 수 있는 권리를 말한다. 실물옵션은 사고자 하는 대상이 주식이 아닌 실물자산일 뿐 그 기본 개념을 동일하다. 이러한 실물옵션이나 금융옵션의 경우 미래의 불확실성을 고정된 비용 이하로 위험을 제한할 수 있는 잠재적인 혜택이 있기 때문에 옵션 자체가 어떤 가치를 지니게 된다. 즉, 현재의 실물옵션을 사는 것은 미래에 옵션이 가치가 있다고 인정되면 옵션이 지니는 권리를 행사하고 반대로 가치가 없게 되면, 권리를 포기함으로써, 구현되는 이익은 최대한 취하고 전체적인 손해를 옵션 구매비용으로 제한할 수 있게 한다 [Copeland and Antikarov, 2001].

실물자산에 대한 옵션의 개념은 지금까지 투자대안의 단점으로 여겨왔던 다음 두 가지 요인을 오히려 대안의 가치를 제고할 수 있는 장점으로 고려하도록 하였다 [Enterprise Magazine, 1999]. 요인의 첫 번째로, 옵션은 손실을 초기투자비용으로 제한할 수 있기 때문에, 투자대안의 불확실성이 크면 클수록 손실이 커지는 것이 아니라 수익을 제고할 수 있는 기회가 늘어나게 된다는 것이고, 두 번째 요인으로는 투자대안에 대한 평가기간이 길어질수록, 실물옵션의 가치는 커지게 된다는 점이다.

전통적인 할인현금흐름 방법의 경우에는 긴 평가기간을 갖는 투자대안은 프로젝트 평가에 대한 불확실성이 커지게 되는 결과를 가져오지만, 실물옵션을 적용하게 되면 더 많은 정보를 활용하여 전략적 유연성을 발휘할 수 있게 함으로써 오히려 장점으로 작용될 수 있다.

새로운 기술의 가속적인 개발과 소비자 요구수준의 다양한 변화는 기업으로 하여금 미래 투자에 대한 가중된 불확실성에 직면하게 만들었고, 이러한 결과는 앞에서 논의된 바와 같이 과거의 경제성 평가방법으로 널리 사용되었던 순현재가치(NPV) 방법과 같은 전통적인 현금흐름할인 평가방법들의 효율적인 투자대안 평가를 어렵게 하였다. 따라서 정보기술 분야나 제약분야 등과 같이 불확실성과 투자규모가 큰 경우, 투자대안에 대한 타당한 평가를 위해 실물옵션 방법을 적용하려는 시도가 늘어나고 있다. 특히, 컴퓨터의 대중화가 이루어진 오늘날에 있어서 정보기술 분야의 기술개발 속도는 다른 어떤 산업분야보다 빠르다고 할 수 있겠다. 더군다나 정보기술의 경우는 새로운 기술개발의 여파가 매우 크기 때문에 그 경제적 효과가 광범위하게 나타난다. 이러한 정보기술 분야의 특징은 새로운 기술과 관련된 투자 프로젝트의 불확실성을 더욱 크게 한다. 이러한 이유 때문에 실물옵션 방법을 이용한 정보기술 분야의 투자대안 평가를 위한 연구가 최근 많이 진행되고 있다.

예를 들며, Panayi and Trigeorgis[1998]는 정보기술 인프라 구축과 은행 전산망의 국제적 확장에 관한 투자대안을 성장옵션의 개념을 이용하여 분석하였고, Banaroch and Kauffman [1999, 2000]는 Black-Sholes 모형을 활용하여 POS (point-of-scale) debit service 시스템에 대한 평가를 시도한 바 있다. 한편, Taudes [1998]는 IT 소프트웨어 가치평가의 케이스로서 순차적 대체옵션(sequential exchange options)의 개념을 이용하여 IT 소프트웨어 성장옵션의 일반적인 평가모형을 개발하고, EDI 도입 프로젝트에 적용한 바 있다.

위에서 언급한 실증적 분석은

실물옵션에 의한 가치평가가 더욱 효과적이라는 사실을 주장을 하고 있다. 즉, 전통적인 순현재가치 분석법에 의한 평가는 경영 유연성에 대한 효과를 고려하지 못함으로써 투자 프로젝트의 가치를 저평가할 수 있다는 주장이다. 그러나 실물옵션이 모든 경우에 있어 전통적인 현금흐름할인 방법들보다 더 효과적이라는 의미는 아니다. 따라서 어떤 투자대안의 경우 실물옵션에 의한 평가방법이 적절하지 않을 수도 있기 때문에, 적용에 앞서 투자대안과 그 산업의 특성이 실물옵션 방법을 적용하기에 적당한지를 먼저 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 정보통신 분야의 특성을 실물옵션 방법의 관점에서 분석하고, 분석된 특성을 고려한 투자 의사결정 모형을 실물옵션 방법을 응용하여 개발한다.

2. 정보통신 분야의 불확실성

과거 수년동안의 괄목할만한 성장을 거듭했던 정보통신을 포함하는 정보기술(IT) 분야는 21세기에 접어들면서 깊은 침체에 빠져들고 있다. 어떤 이들은 새로운 재도약을 준비하고 거대한 수요창출을 기다리며 잠시 쉬고 있다고 생각하기도 하지만, 과연 기대하고 있는 새로운 도약이 언제 시작될 것인지는 아무도 예측하지 못하고 있다.

실제로 정보통신 산업은 현재 과거 어느 산업도 경험하지 못한 거대한 침체기를 지나고 있다. 정보 분야의 투자 촉진과 경쟁을 유발하기 위하여 1996년 발표된 미국의 정보통신법은 그 목적인 경쟁과 투자를 이끌어 내었으나 아직도 전체적으로 만족스럽게 정보통신 산업을 이끌지 못하고 있다고 평가 받고 있다. 2000년 중반의 “정보통신 관련 주가 추락” 이후 현재까지 뚜렷한 회복의 조짐이 보이지 않는 것은 이러한 결과를 반영하는 한 가지 예라고 볼 수 있다. 사실 현재에도 많은 기업들이 도산의 위기에 시달리고 있고, 전통적으로 이 분야를 선도하고 있는 기업들도 빛에 허덕이는 현실이며, 새롭게 등장한 기업들도 자금난에 고통 받고 있는 상황이다 [The

McKinsey Quarterly, 2001]. 이러한 현상들을 보면서 정보통신 산업의 미래에 대한 견해는 긍정적인 견해와 비판적인 견해 극단적인 두 가지로 양분되어 있다.

낙관적인 견해로는 정보통신 기업들은 현재의 가혹한 경쟁을 극복하면서 좀 더 혁신적이고 효율적인 기업으로 다시 태어날 것이며, 현재 설치되고 있는 광섬유와 통신위성 등과 같은 통신 인프라에 대한 투자가 완성되면 새로운 수요창출이 가능할 것이라고 예측한다. 이러한 견해에 대한 근거로서 지속적인 침체에도 불구하고 정보통신 시장의 성장률은 8% 이상을 나타내고 있는 정보통신 분야의 지속적인 성장률을 예로 들고 있다. 이러한 성장률은 일반적인 성장률을 1~2% 정도 상회하는 것이다[Forbes, 2002]. 미 상무성의 보고에 따르면 인터넷의 경험이 있는 인구가 전인구의 50%를 넘어서고 있으며, 빈부, 민족, 또는 도시와 지방간의 인터넷 활용률 격차도 지속적으로 줄어들고 있는 것을 들 수 있다. 한편, 비판론자들은 실물경제가 아직 침체를 벗어나지 못하고 있으며, 이는 향후 수년동안 계속 될 것이라고 기대하고 있다. 또한, 새로운 수요를 창출할 만한 혁신적인 기술이 출현하는 것이 무엇보다 중요하지만, 현재로서는 기대하기 어렵다고 생각하고 있다 [World Economic Forum, 2002].

한국의 정보기술 산업을 예로 보면, 다른 나라의 경우와는 약간 다른 상태라고 보여진다. 초기에 정부로부터 주도된 한국의 초고속 정보화 사업은 영국, 중국, 일본, 호주 등 여타 다른 나라보다 그 발전이 빠르고 성공적이라고 인정받고 있다. 이는 앞에서 거론된 여러 나라들이 한국의 경우를 벤치마킹의 대상으로 삼고 있는 것을 보아도 알 수 있다. 전구를 대상으로 깔려있는 초고속망은 물론이고, 이를 이용한 새로운 컨텐츠들이 개발되어 경제적인 성공을 거두고 있는 예들은 여타 나라에서는 흔히 볼 수 없는 사례라 할 수 있겠다. 그러나 이러한 눈부신 외형적인 성장에도 불구하고, 그 이면을 보면 한국도 역시 위에서 언급한 바와 같이 수많은 기업들이 무너지고, 합병되는 불안정한 상태를 반복하고 있는 것을 알 수

있다.

이와 같은 정보통신 산업의 불안전성은 어느 산업보다도 큰, 미래에 대한 불확실성에 기인한다. 새로운 기술개발은 계속적으로 일어나고 있고, 이에 따른 새로운 제품과 서비스가 가속적으로 출현하기 때문에 정보통신 기업들은 어느 한 순간이라도 현재의 성공적인 제품이나 서비스에 만족할 수 없다. 언제나 시장과 기술의 변화를 주목하고, 변화에 대응하는 적절한 의사결정이 필요하다. 결국, 정보통신과 같은 불확실성이 큰 산업에서는 환경변화에 따른 전략적인 경영 유연성의 경제적 효과가 투자 프로젝트의 평가에 있어서 무엇보다도 중요한 요인으로 고려되어야 한다.

3. 정보통신 분야의 투자 프로젝트 평가에 있어서 실물옵션의 장점

앞에서 언급한 바와 같이 실물옵션은 미래의 불확실성이 크고 장기간의 투자기간을 지닌 투자 프로젝트에 더욱 효과적이다. 정보통신의 경우 아마도 다른 어떤 사업분야보다도 빠른 기술적인 변화를 보이며, 새로운 기술이 빠른 속도로 쏟아져 나오고 있기 때문에 투자에 대한 불확실성 또한 매우 크다고 하겠다[Santos, 1991]. 특히 정보통신 분야의 대규모 프로젝트는 투자기간이 길고 단계적이기 때문에 경직된 투자계획에 의한 전통적인 현금흐름할인(DCF)에 의한 분석보다는 의사결정자의 전략적 유연성을 보장하는 실물옵션에 의한 분석방법이 더욱 효과적이라고 하겠다. 정보통신 대규모 프로젝트가, 예를 들면 초고속 인프라 구축 프로젝트와 같은, 갖는 대표적인 특성에 대해 언급하면 다음과 같다.

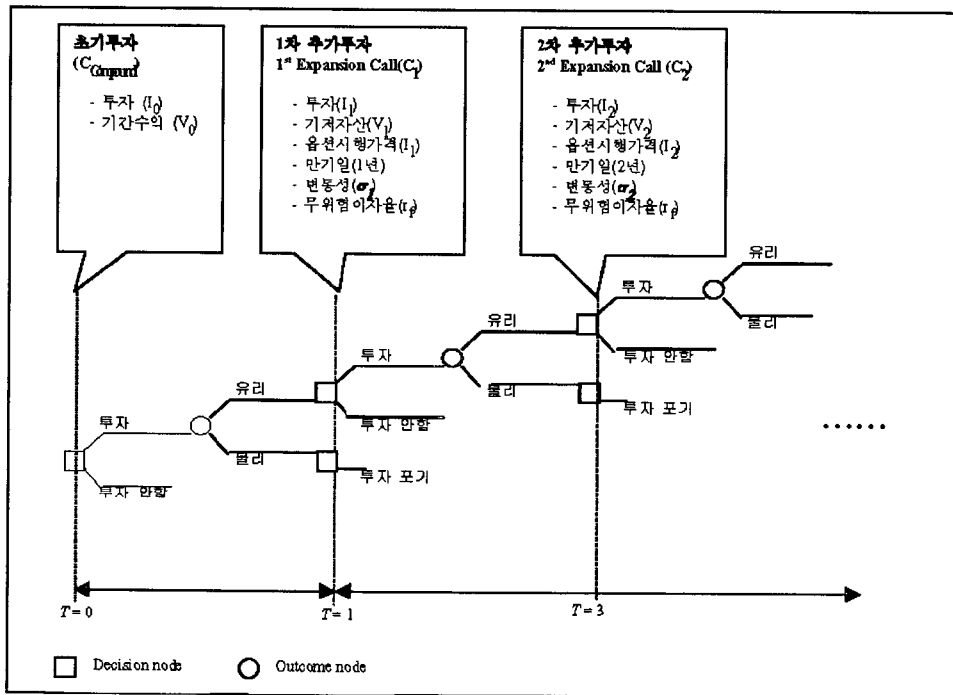
- 1) 대부분의 정보통신 분야의 대규모 프로젝트는 자본 집중적이기 때문에 수요의 오차는 심각한 결과를 초래한다. 어떠한 과잉투자나 불필요한 비용도 기업 경쟁력에 치명적인 타격을 준다. 이러한 경우, 대부분의 의사결정자들은 필요한 만큼의 투자를 하고 새롭게 얻어지는

정보를 근거로 다음 단계의 투자에 대한 의사결정을 하는 단계적 투자를 선택하여, 수요예측의 오차를 수정하며 과잉투자에 의한 불필요한 비용을 줄여간다.

- 2) 이러한 투자대안의 경우, 투자가 일어나는 시기에 혜택이 발현되는 것이 아니라 상당한 시간이 경과된 이후에 주로 추가 투자에 의한 결과로 나타나게 된다. 따라서 기업은 추가적인 투자단계에서 확장, 축소, 중단 등의 의사결정을 하게 되므로 단계적인 투자에 대한 전략적

유연성을 고려하지 않는 DCF 분석방법보다는 실물옵션 분석방법이 보다 효과적이라 하겠다.

- 3) 또한, 거대한 규모와 막대한 비용 때문에 여러 기업의 연합으로 구성된 컨소시엄의 형태로 프로젝트가 진행이 되기 때문에 초기에 참여하지 않게 되면 미래의 혜택을 기대할 수 없게 된다. 이러한 초기의 투자비용이 추후의 추가적 투자에 대한 의무가 아닌 권한을 부여하는 것이기 때문에 리얼옵션 상황에 부합한다.



[그림 1] 다단계 의사결정 구조

위에서 살펴본 바와 같이 정보통신 분야의 대규모 프로젝트는 하나의 고정된 시나리오를 가정하여 투자를 고려하는 현금흐름할인(DCF) 평가방법을 적용하게

되면 프로젝트의 진행과정을 정확히 묘사하지 못하고, 단계적인 확장, 축소, 포기 등과 같은 전략적 유연성에 대한 가치를 고려할 수 없게 되므로 프로젝트의 가치를 평가절하 하기

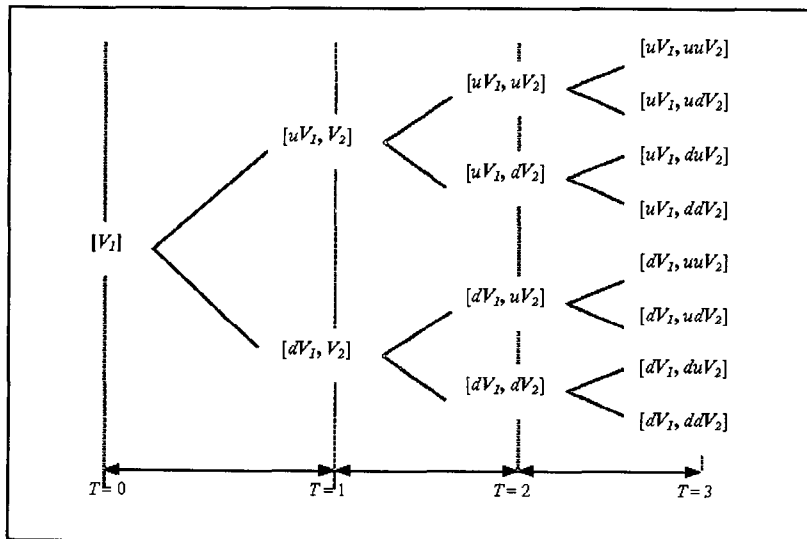
쉽다. 반면, 리얼옵션 평가방법은 전략적 유연성의 가치를 기대현금흐름에 의한 순현재가치(NPV) 방법과 함께 고려할 수 있을 뿐만 아니라, 단계별로 어떠한 의사결정이 이루어져야 하는지에 대한 정보에 대한 분석도 가능하다는 장점을 가질 수 있다.

4. 다단계 의사결정 구조

초고속 정보통신 인프라 구축과 같은 대규모 프로젝트의 경우, 앞에서 언급한 것처럼 투자 위험을 분산하기 위하여 단계별 투자계획을 세우게 되는데, 각 단계별로 발생하는 불확실성의 정도가 다르기 때문에 그 분석이 복잡하게 된다[Kumar, 1996]. 따라서 이러한 단계별 프로젝트는 각 단계가 진행됨에 따라서 단계마다 새롭게 얻어지는 정보에 의거하여 연속적인 의사결정이

이루어져야 마땅하다. 다시 말하면, 초기 단계의 투자에 대한 의사결정은 후속 단계의 진행상황에 따른 여러 가지 가능성을 고려한 옵션가치를 포함해서 결정되어야 한다는 의미이다.

[그림 1]에서 보여지는 바와 같이, 초기 투자를 결정하면 기업은 다음 투자를 해야 할 지를 결정할 수 있는 권리를 갖게 되고, 시점 $T=1$ 에 이르면 그 때까지 해소된 불확실성을 이용하여 첫 번째 추가투자 여부를 결정하게 된다. 이는 만일 초기투자가 성공적이라면 다음 단계의 투자에 임하지만, 성공적이지 못할 경우 다음 단계의 투자를 포기하고 프로젝트를 종결할 수도 있음을 말한다. 첫 번째 추가투자를 결정하게 되면 마찬가지로 두 번째 추가투자에 대한 권리를 갖게 되고, 이러한 과정은 마지막 단계까지 되풀이 된다.



[그림 2] 두 실물 콜옵션을 결합한 기저자산 가치의 이항격자 모형

5. 단계적 복합 실물옵션 모형

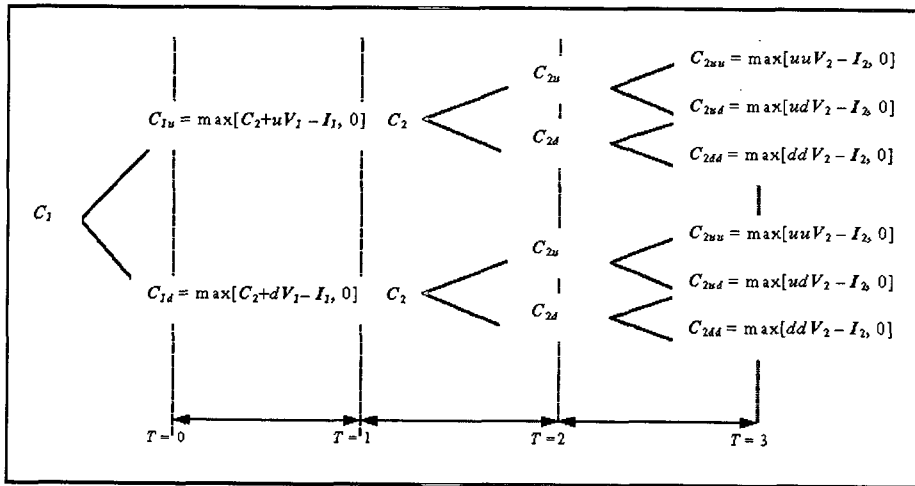
위에서 설명된 다단계 의사결정

구조를 실물옵션의 입장에서 설명하면 단계적 복합 실물옵션 모형으로 설명될 수 있다. 모형의 설정을 위해 3단계의 단계적

투자기회를 가지는 경우를 상정한다.

초기투자(I_0)는 앞서도 설명한 바와 같이 그 결과가 성공적일 경우 기업으로 하여금 첫 번째 추가투자를 할 수 있는 콜 옵션을 가질 수 있게 한다. 즉, 추가투자를 할 수 있는 기회는 투자비용(I_1)이 옵션행사가격(exercise price)이고, 투자기간의 프로젝트 가치(V_1)를 기저자산(underlying asset)으로 하는 만기 1년의 실물 콜 옵션(C_1)이라고 할 수 있다. 기저자산의

불확실성을 나타내기 위한 프로젝트 가치(V_1)의 변동성(volatility)을 σ_1 으로 표현한다. 1차 추가투자를 했을 때에는 다시 2차 추가투자를 할 수 있는 기회를 갖는다. 이 경우에도 이 2차 추가투자의 기회는 투자비용(I_2)을 옵션행사가격으로 하고 변동성, σ_2 를 갖는 프로젝트의 가치(V_2)를 기저자산으로 하는 2년 만기의 실물 콜 옵션(C_2)이 된다. 무위험 이자율(r)은 각 투자기간에서 동일하다고 가정한다.



[그림 3] 두 실물 콜옵션을 결합한 옵션 가치의 변화

2차 추가투자에 대한 실물 콜옵션, C_2 는 뒤따르는 투자기회가 없기 때문에 평범한 콜옵션에 해당되지만, 초기투자까지 포함되는 콜옵션, $C_{Compound}$ 와 1차 추가투자에 대한 실물 콜옵션, C_1 은 뒤따르는 투자기회가 있고 서로 연관성을 갖고 있기 때문에 앞의 C_2 와는 다른 복합적인 콜옵션의 성격을 갖는다. 실물옵션의 가치를 결정하는 순서는 평범한 콜옵션 형태인 C_2 로부터 시작하여 C_1 , $C_{Compound}$ 의 순서로 계산되어진다.

각 프로젝트의 가치는 확률변수로서 변화하게 된다. 여기서는 변화되는 가치를 두 가지로 제한하는 이항격자 모형을 가정한다. 즉, 지금의 프로젝트의 가치가 V_0 이라면 한

기간이 지나 후의 가치는 q (objective probability)의 확률로 uV 가 되거나 $(1-q)$ 의 확률로 dV 가 된다. 각 실물옵션의 가치를 결정할 이항격자 모형을 개발하려면 위험중립확률(risk neutral probability, p)을 계산하고, u 와 d 의 값을 결정한다. σ_1 을 이용한 p , u , d 의 계산은 참고문헌, [Hull J. C., 2000]을 참고하기 바란다.

[그림 2]는 모형에 포함된 두 실물 콜옵션의 각 프로젝트 시점별 가치를 표현한 이항격자 모형이다. 실물 콜옵션, C_1 의 경우 프로젝트의 가치 V_1 은 일 년($T=1$)이 지나면 uV_1 이나 dV_1 이 된다. 또 다른 2년 만기인 실물 콜옵션, C_2 는 시점 $T=2$ 에서 V_2 가 uV_2 ,

또는 dV_2 가 되고, 다음 시점 $T=3$ 에서 uV_2 는 uuV_2 또는 udV_2 의 가치가 되며, dV_2 는 duV_2 가 되고 ddV_2 로 변동될 수 있다.

위 모형의 실물옵션 가치를 계산하기 위해서는 C_2 의 계산부터 시작하여 거꾸로 올라와야 한다. C_2 는 만기 2년의 유럽형 콜옵션이므로 [그림 3]과 같이 C_{2uu} , C_{2ud} 그리고 C_{2dd} 의 기간말 가치를 먼저 구한 다음, 시점 $T=1$ 에서 C_2 의 가치를 구할 때까지 2년을 거슬러 올라가며 계산한다. 시점 $T=2$ 에서 C_{2u} 와 C_{2d} 는 위험중립 계산방법(risk neutral approach)을 이용하여 구할 수 있다.

$$C_{2u} = \frac{p_2 \cdot C_{2uu} + (1-p_2) \cdot C_{2ud}}{1+r_f}$$

$$C_{2d} = \frac{p_2 \cdot C_{2ud} + (1-p_2) \cdot C_{2dd}}{1+r_f}$$

C_2 도 같은 방법으로 구할 수 있다.

$$C_2 = \frac{p_2 \cdot C_{2u} + (1-p_2) \cdot C_{2d}}{1+r_f}$$

이제 1차 추가투자의 실물 콜옵션, C_1 의 가치를 구할 단계이다. C_1 의 가치는 먼저 구한 리얼옵션의 가치, C_2 에 의해 영향을 받는 복합옵션이기 때문에 C_1 이 실행되는 시점 $T=1$ 에서의 기간말 가치는 1차 추가투자의 가치, uV_1 (또는 dV_1)와 2차 추가투자의 실물 콜옵션의 가치, C_2 가 함께 고려되어야 한다. 결국 C_{1u} 와 C_{1d} 는 [그림 3]에서 보여지는 바와 같이 구해지며 다시 위험중립 계산방법(risk neutral approach)을 이용하면 C_1 의 가치를 계산할 수 있다.

$$C_1 = \frac{p_1 \cdot C_{1u} + (1-p_1) \cdot C_{1d}}{1+r_f}$$

궁극적으로 본 모형의 단계적 복합 실물 콜옵션의 가치, $C_{Compound}$ 는 초기투자의 순현재가치를 위에서 구한 C_1 에 더해줌으로써 구할 수 있다.

$$C_{Compound} = (V_0 - I_0) + C_1$$

위와 같은 단계적 의사결정 모형은 앞에서 논의된 바와 같이 단계를 거쳐 가면서 해소되는 불확실성, 즉 새로운 정보를 토대로 새로운 의사결정을 반복적으로 시행할 수 있는 것이 장점이다. 따라서 위 모형에서 구해진 실물 콜옵션의 가치, $C_{Compound}$ 는 현재 시점에서 초기투자를 할 것인지를 결정하기 위한 정보이지 이후에 계속되는 의사결정에 영향을 미치지 못하는 것이다. 이는 결국 각 단계에서 얻어진 정보를 이용하여 매 단계마다 새로운 평가가 필요하다는 의미이기도 하다.

6. 결론 및 토의

실물옵션은 기업들로 하여금 자본투자에 대한 의사결정에 있어서 그들의 능동적인 경영전략을 통해 투자대안의 가치를 증가시키는 부분을 경제성 평가에서 고려할 수 있게 한다. 이는 특히 투자에 대한 불확실성이 크고, 대규모의 자본이 오랜 기간에 걸쳐 투자되는 프로젝트의 경우에는 그 중요성이 더욱 증대된다.

본 논문에서는 정보통신 분야 등과 같은 대규모 장기간의 투자대안의 특징을 실물옵션 평가방법의 관점에서 살펴보고, 대규모 단계적 투자의 경우에 실물옵션을 적용한 단계적 복합 실물옵션 모형을 개발하였다. 위 모형은 불확실성이 증대되고 투자규모가 커져 가는 투자대안에 대하여 좀 더 정확하고 효율적인 평가를 하는데 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 실제사례에 대한 구체적인 적용에 있어서 모든 문제가 모두 해결된 것은 아니다. 차후로 구체적인 사례 분석을 시도하여 본 모형의 타당성과 적용에 있어서 해결되어야 할 구체적인 문제들에 대한 분석이 뒤따라야 할 것이다.

[Reference]

1. Amram M., Kulatilaka N., and Henderson J. C., "Taking an Option on It," *Enterprise Magazine*, June 15, 1999, http://www.cio.com/archive/enterprise/061599_opt_content.html.
2. Banaroch M. and Kauffman R. J., "A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments," *Information Systems Research*, Vol. 10, No. 1, March 1999, pp. 70-86.
3. Banaroch M. and Kauffman R. J., "Justifying electronic Banking Network Expansion Using Real Options Analysis," *MIS Quarterly*, Vol. 24, No. 2, June 2000, pp. 197-225.
4. Copeland T. and Antikarov V., "Real Options: A Practitioner's Guide," *TEXERE*, New York, 2001.
5. Hull J. C., "Options Futures, and Other Derivatives," *Prentice Hall International Inc.*, Fourth Edition, 2000.
6. Hundt R., "Weathering Telecom's Dark and Stormy Night," *McKinsey Quarterly*, 2001, No. 4, pp.118-128.
7. Kumar, R. L., "A Note on Project Risk and Option Values of Investments in Information Technologies," *Journal of Management Information Systems*, Vol. 13, No. 1, Summer 1996, pp. 187-193.
8. Panayi S. and Trigeorgis L., "Multi-stage real Options: The Cases of Information Technology Infrastructure and International Bank Expansion," *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38, Special Issue, 1998, pp. 675-692.
9. Santos B., "Justifying Investments in New Information Technologies," *Journal of Management Information Systems*, Vol. 7, No. 4, Spring 1991, pp. 71-90.
10. Taudes, A., "Software Growth Options," *Journal of Management Information Systems*, Vol. 15, No. 1, Summer 1998, pp. 165-185.
11. Weinberg, N., "Telecomeback," *Forbes Magazine*, 21 January, 2002.
12. World Economic Forum Annual Meeting, "Redefining Business Challenges," New York, 31 January - 4 February 2002