

국가 신성장사업에 대한 옵션모델 기반의 가치평가: 태양전지, 자동차용 전지, 바이오제약

권오상*

I. 서론

2009년 정부는 녹색기술, 첨단융합, 고부가서비스의 3대 분야에서 17개 신성장동력을 발표하고, 2011년 4월 이를 다시 10개의 분야로 정리, 집중 지원할 계획을 발표하였으며 이 10대 과제는 올 9월까지 확정된다. 이러한 사업들이 갖는 기술적, 산업적 파급효과와 더불어 궁극적으로 사업의 경제적 가치평가의 중요성은 이루 말할 수 없음에도 불구하고, 연구개발 및 사업투자규모에 대한 계획은 공시되고 있는 반면 그 전체적인 사업성에 대한 분석은 찾아보기 어렵다(정보통신산업진흥원, 2010^a). 이에 본 고에서는 그 과제들 중 대표적인 세 개의 사업에 대해 가치평가를 수행하고 이를 비교하여 신성장사업의 경제성을 논하고자 한다.

사업의 가치평가 방식으로는 전통적으로 할인현금흐름법 (Discounted Cash Flow:DCF)이 사용되어져 왔으나, 고정된 미래 현금흐름 혹은 예상 현금흐름의 기대평균값을 바탕으로 가치평가가 이루어지기 때문에 유연성이 떨어지고 불확실성이 큰 신기술사업의 경우 그 적용이 용이하지 않다. 옵션 가치평가 이론은 금융시장에서 유래된 가치평가 방법으로서 실물 분야에서 적용될 경우 할인현금흐름법이 갖는 문제점을 극복할 수 있음이 알려져 왔다(Trigeorgis, 2000; Copeland and Antikarov, 2001). 무엇보다도 옵션 가치평가 이론은 사업주체가 보유하고 있는 의사결정의 유연성에 기인하는 추가적인 가치를 제대로 평가할 수 있는 장점을 갖는다. 그럼에도 불구하고 해외에서의 보편적 적용과는 달리(山本尙利, 2003), 실제 국내 산업계에서 옵션이론을 통해 가치평가를 수행하는 것은 여전히 예외적이다(박범조, 2009). 한편, 이의 적용이 갖는 한계도 적지 않으며 이에 대한 주의가 필요하다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 실물 옵션이론에 대해 고찰하고, 그 한계를 서술한다. 3장에서는 세 가지 신성장사업에 대해 실제 가치평가를 수행한다. 4장에서는 연구 결과를 요약하고 결론을 제시한다.

II. 실물옵션

1. 금융옵션 가치평가 이론

대표적인 금융옵션 가치평가 공식이라 할 수 있는 블랙-숄스 (Black-Scholes) 공식은 여러 가지 방식으로 이해될 수 있으며, 복제 포트폴리오 관점(Replicating Portfolio Approach), 자본자산 가격결정모형적 관점 (CAPM Approach), 그리고 마팅게일하에서의 위험중립확률적 관점 (Risk-Neutral Approach under Martingale Measure)이 그것이다(Black and Scholes, 1973; Neftci, 2000). 이들은 서로 상호보완적인 관점을 가지며, 각 상황 별로 좀 더 적합한 관점을 택할 수 있다.

위 세 가지 관점 중 신기술사업과 같은 실물에 적용될 수 있는 관점은 마팅게일하에서의 위험중립확률적 관점이다. 이에 의하면, 실물 자산의 수익률에 대한 기대값 및 그의 확산과정은 동등한 특정 확률분포 하에서 확산과정으로 변환될 수 있고, 그 변환된 확률분포하의 확산과정은 무위험이자율의 수익을 얻는다는

* 권오상, 한국과학기술원, 기술경영전문대학원 겸직교수, 042-350-4902, ohsang.kwon@kaist.ac.kr

점이다. 이러한 사실은, 금융옵션과 같이 일반적으로 비선형적인 지급함수를 갖는 계약의 가치평가 때 무척 유용한데, 이는 DCF나 의사결정나무분석법 (Decision Tree Analysis:DTA)등에서 그 올바른 할인율을 구간 별로 어떻게 구할 것인가 하는 문제를 피해갈 수 있기 때문이다.

블랙-숄스 공식의 하나의 중요한 시사점은, 옵션 가치평가 이론이 성립된다는 가정 하에서, 어떤 특정 자산에 대한 수익률의 기대값이 이 특정 자산을 기초자산으로 하는 옵션계약의 가치에 아무런 영향을 미치지 못한다는 점이다. 이는 객관적인 가치평가라는 측면에서 굉장히 매력적인 요소가 될 수 있는데, 왜냐하면 DCF에 의해 구해지는 어떤 사업의 순현재가치 (Net Present Value:NPV)는 다소 주관적이고 자의적일 수 있는 예상 수익률이라는 요소에 의해 크게 달라질 수 있기 때문이다.

한편, 궁극적으로 이러한 금융옵션 가치평가 이론이 실제 금융시장에서 성립될 수 있는 근거는 제일 단순하다고도 볼 수 있는 복제 포트폴리오적 관점에 의존한다. 자본자산 가격결정모형적 관점과 마팅계일하에서의 위험중립확률적 관점은 자체로 좀 더 통계적인 의미에서의 앙상블 평균으로서의 가격 결정의 관점을 가지며, 그 각각의 통계적 실현 (Realization)의 경우에 항상 적용된다고 보기는 어렵다. 블랙-숄스 공식이 업계와 학계에 폭넓게 받아들여질 수 있었던 원인도 그 모델 자체가 금융시장을 정확하게 묘사하는 것 때문이라기보다는 그 모델에 의존하여 복제 포트폴리오법에 의해 투자은행들이 옵션에 대한 시장조성을 할 수 있었음에 기인한다고 볼 수 있다(MacKenzie, 2008). 다시 말하자면, 동적 헤징이 가능하지 않은 경우 그 옵션의 가격은 하나의 전망치에 불과하다.

2. 금융옵션 가치평가 이론의 실물에서의 적용

실물옵션(Real Option)이란 기초자산이 금융시장에서 거래되지 않는 프로젝트, 신기술, 신사업 등인 경우에 적용되는 옵션이다.

Brennan과 Schwartz(1985)는 원자재를 개발하는 프로젝트에 대해서 옵션의 관점에서 가치평가를 수행하였다. 이들의 관점은 해당 원자재에 대한 선물 시장이 존재하여 프로젝트로부터 발생하는 현금흐름을 그 원자재선물을 통해 동적으로 헤지할 수 있다는 가정에 크게 의존하고 있다.

통상적인 DCF가 적용되기에는 그 불확실성이 너무나 큰 IT분야의 프로젝트 및 사업에 실물옵션 방식의 가치평가가 빈번하게 이루어졌다(Schwartz and Moon, 2000; Schwartz and Zozaya-Corostiza, 2003). 이 논문들에서 가치평가에 사용되는 여러 변수들을 신뢰성 있게 추정하는 것이 가치평가 성공여부의 중대한 요소임이 지적되었다.

Kellogg와 Charnes(2000)는 실물옵션 가치평가법을 바이오기술 사업에 적용하였다. 대상 회사는 상장된 하지만 가까운 장래에 양의 현금흐름이 발생되지 않은 회사로서, 실물옵션에 의한 가치평가와 시간이 경과에 따른 주식가격의 변동을 비교하였다. 이에 의하면 초기에는 상당한 일치를 보이다가 시간이 경과됨에 따라 주식가격과 괴리되는 현상을 보였다. 이는 실물옵션의 잔존기간이 감소함에 따라 그 가치가 내재변동성보다는 기초자산의 방향성 혹은 내가격정도(Moneyness)에 의해 좌우되는 것에 기인하는 것으로 보이며, 실물옵션 가치평가에 사용되는 변수들도 동적으로 갱신되어야 함을 시사한다. Quigg(1993)은 부동산개발 프로젝트에 적용된 실물옵션 가치평가 방식이 실증적으로 유의미한 결과를 보여줌을 보고하였다.

국내의 사례로, 성웅현(2004)은 기술투자에 대한 실물옵션 평가를 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 수행하였으며, 점추정의 한계를 지적하였다. 유시용과 이선주(2010)는 장기 프로젝트에 대해 옵션가치 평가모형을 적용하여 기존의 NPV법을 대체할 수 있는 가능성을 확인하였다.

3. 옵션 가치평가 이론의 실물 적용의 한계

첫 번째로, 기초자산에 해당하는 실물이 시장에서 유동적으로 거래되는 않을 경우 옵션 가치평가 이론이 갖는 의의가 금융옵션의 경우보다는 떨어지게 된다는 점이다. 이러한 약점을 극복하기 위한 여러 논거들이 제시되어 왔으며, 그 중 대표적인 것으로 소위 쌍둥이 증권 (Twin Security)을 시장에서 찾아 이를 기초자

산의 대용(Proxy)로서 동적 헤징을 행할 수 있다는 것이다(Copeland and Antikarov, 2001). 그러나 불확실한 실물자산에 투자를 실행한다는 사실이 그 실물자산에 대해 무위험이자율을 상회하는 기대수익률을 가정하기 때문이라는 점을 감안할 때 이러한 동적 헤징을 투자자가 수행한다는 가정은 현실적이지 못하다.

두 번째로, 옵션 가치평가 모형에서 가정하는 일반적인 확률적 과정은 외생적인 불확실성을 간주하는 반면, 신기술사업과 같은 실물의 경우 그 불확실성 자체가 내재적인 요인에 의해 상당히 영향 받을 수 있다는 점이다(Manfred et al, 1999). 가령, 초기의 투자조건을 변경함으로써 그 사업의 내재변동성이 상승 혹은 감소된다고 볼 수 있는데, 이러한 상황은 통상적인 금융옵션 가치평가 이론으로는 다룰 수 없다.

세 번째로, 금융옵션에서는 기초자산의 가격이 음의 값이 되지 않도록 그 로그 수익률을 주 변수로 사용하는 반면, 실물자산의 경우 실제로 그 가격이 음수가 될 수 있다는 점이다(Trigeorgis, 1993). 그 이유는, 실물의 가치를 통상적으로 실물로부터 기대되는 미래 예상 현금의 현재가로 계산하는데, 그 현금흐름 자체가 항상 양의 값을 갖는다고 볼 수는 없기 때문이다.

실물옵션의 가치평가 시, 전술한 한계점들을 유념하여 그 한계를 인식할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고, 정적인 DCF가 고려할 수 없는 실제 가치를 계산할 수 있다는 점에서 실물옵션 가치평가 이론의 의의는 충분하다고 볼 수 있다.

III. 가치평가 모델 및 사례

1. 옵션 기반의 가치평가 모델

신성장사업들은 장기간 동안의 대규모 투자와 이에 상응하는 사업가치의 커다란 불확실성에 직면하고 있으며 이에 따라 시장 및 경쟁 환경의 변화에 따라 사업지속 여부에 대한 유연성을 고려할 필요가 있다. 이를 고려할 수 있는 여러 모델 중 본 고에서는 콤파운드 옵션(Geske, 1979; Kemna, 1993)을 택하기로 한다.

$$c = S_0 e^{-dT_2} M(a_1, b_1, \rho) - K_2 e^{-rT_2} M(a_2, b_2, \rho) - K_1 e^{-rT_1} N(a_2) \quad (1)$$

c : 콤파운드 옵션의 현재가치

S_0 : 신성장사업의 현재가치

d : 신성장사업의 배당률 (=0)

r : 실물옵션 잔존기간에 해당하는 무위험이자율

T_1 : 연구개발투자 후 시험 양산을 결정하는 시점

T_2 : 시험 양산 후 본격 양산을 위한 대규모 설비투자를 결정하는 시점

K_1 : 시험 양산에 소요되는 투자비용

K_2 : 본격 양산에 소요되는 설비투자비용

M : 이변량 표준정규분포의 확률밀도함수

N : 표준정규분포의 확률밀도함수

ρ : $\sqrt{(T_1/T_2)}$

a_1 : $(\ln(S_0/S^*) + (r - d + \sigma^2/2)T_1) / (\sigma\sqrt{T_1})$

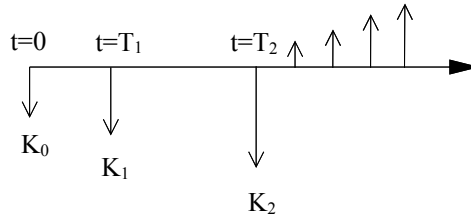
b_1 : $(\ln(S_0/K_2) + (r - d + \sigma^2/2)T_2) / (\sigma\sqrt{T_2})$

a_2 : $a_1 - \sigma\sqrt{T_1}$

b_2 : $b_1 - \sigma\sqrt{T_2}$

σ : 신성장사업 가치의 내재변동성

S^* : T_1 시점에서 옵션가치가 K_1 과 같게 되는 신성장사업의 가치



(그림 1) 신성장사업의 콤파운드 옵션 기반 모델의 도식화

K_0 는 위의 실물 콤파운드 옵션을 갖기 위해 초기에 지출되어야 하는 연구개발비로 볼 수 있다. 실물옵션 관점에서의 신성장사업의 가치는 위의 콤파운드 옵션 가치 c 에서 K_0 를 차감한 가치이다.

서론에서도 논한 바와 같이, 신성장사업들에 대한 투자규모는 확인할 수 있는 반면 그 예상수익에 대한 정보는 찾기 어렵다. 이에 본 논문에서는 삼성그룹이 발표한 5대 신수종사업에 대한 투자계획과 그 매출전망을 근거로 가치평가를 수행하고자 한다. 이는 <표 1>과 같다(정보통신산업진흥원, 2010^b).

<표 1> 삼성그룹의 신수종사업 추진계획

사업분야	2020년까지 투자액	2020년 예상매출
태양전지	6조원	10조원
자동차용 전지	5조4천억원	10조2천억원
바이오제약	2조1천억원	1조8천억원

위의 데이터로부터 수많은 다른 가치평가 결과가 도출될 수 있는 바 본 저자의 경험 상 합리적인 수준에서 다소 보수적으로 모델링하고자 한다. 우선 2020년까지의 투자액은 현가이기 보다는 단순 합으로 사료되며, 세 사업에 공통적으로 초기 연구개발 투자비는 10%, 시험양산에 소요되는 비용은 30%, 그리고 잔존 60%는 본격양산시 지출되는 비용으로 간주한다. 또한 2020년 전에 매출이 점진적으로 발생될 지라도 규모의 경제 및 시장에서의 주도적 지위를 확보하기 전까지의 이익은 미미하다고 판단하여 현금흐름은 2020년 말부터의 예상매출액의 일정비율로 발생하는 것으로 간주한다.

평가시점은 2010년 말을 기준으로 하여, 연구개발비용은 초기에 지출되고, 시험 양산 시점은 3년 후인 2013년 말로 가정한다. 이는 정부가 2013년까지 가시적인 결과를 도출할 것을 의도하는 것과 일맥상통한 것이다. 2013년 말에 사업주체가 이 신성장사업에 대한 콤파운드 옵션을 행사했을 경우 최종적인 옵션의 만기는 2019년 말로 간주하였으며, 그 시점에 2020년 말부터 얻어질 것으로 예상되는 현금흐름 및 잔존가치의 그 시점의 현가와 최종 양산 설비투자비용을 비교하여 그 현가가 높을 경우 최종적으로 옵션을 행사하게 된다.

2020년 말부터 매년 말 발생하는 현금흐름과 관련하여, 매출은 2020년 말까지 급격하게 성장한 후 2020년 이후에는 통상적인 산업평균인 5% 수준으로 20년간 상승하며 2040년에 잔존가치(Terminal Value)로 매각되는 것으로 가정한다. 잔존가치에 들어가는 매출의 성장률은 동일한 5%로 간주하되, 2020년부터 2040년까지는 각 신성장사업별 높은 이익률을 얻을 수 있다고 가정하고, 최종가에 들어가는 이익률은 제조업 역사적 이익률 평균에 근사한 5%로 간주한다.

2020년 말부터 발생하는 현금흐름의 적정 할인율에 관해, 한국 주식시장의 리스크 프리미엄은 6.4%로 간주하고(Fernandez et al, 2011), 무위험이자율은 10년물 국고채의 2010년 12월 경매 낙찰금액인 4.57%로 가정한다. 또한 자기자본가중평균할인율(Weighted Average Cost of Capital:WACC)에 관해 각 사업은 부채

를 일으키지 않는다고 가정한다. 투자금액들의 할인율은 무위험이자율을 선택한다.

신성장사업별로 개별적인 값이 적용되는 것들은, i) 사업별 무차입 시장베타, ii) 2020년부터 2040년까지의 이익률, iii) 사업가치의 내재변동성, 의 세 가지이며, 이는 각 가치평가 별로 후술한다.

2. 태양전지

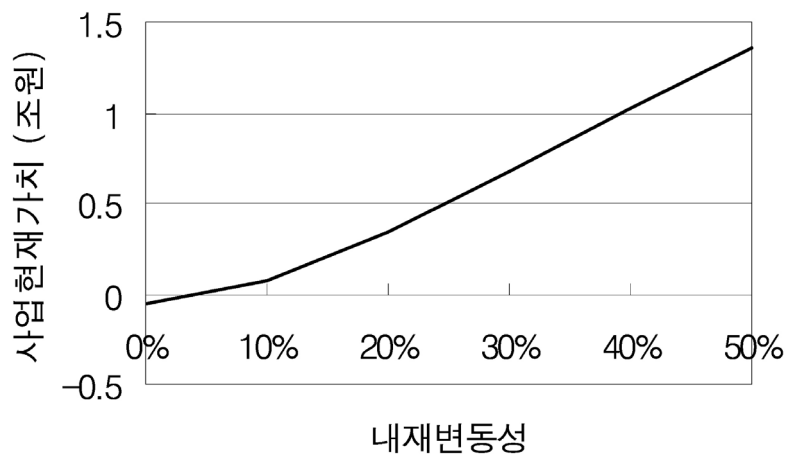
태양전지 사업의 무차입 시장베타는 과거의 데이터로부터 추정하기 곤란하다고 판단되며, 대응으로서 반도체사업의 값인 1.47을 사용한다. 태양전지 사업의 WACC은 13.98%로 계산된다.

태양전지 사업은 그 원재료인 폴리실리콘부터 잉곳/웨이퍼, 태양전지 셀, 그리고 태양전지 모듈의 가치사슬 상의 여러 부속사업으로 구분이 가능하며, 각 부속사업별로 예상이익률은 다르다. 본 논문에서는 각 부속사업별 영업이익률을 단순평균한 것을 태양전지 사업의 이익률로 가정하며 이는 21%이다(정보통신산업진흥원, 2010^a).

내재변동성은 옵션 가치에 가장 결정적인 영향을 미치는 변수의 하나로서, 다소 보수적일 수 있는 25%를 기본 경우로 삼는다. 물론, 실제 태양전지 사업의 내재변동성이 이보다 높을 경우 컴파운드 옵션이 내재되어 있음에 기인하는 가치는 더욱 올라가며 이의 민감도에 대해서는 (그림 2)와 같다.

DCF에 의한 태양전지 사업의 NPV는 540억원 적자로 계산되며, 본 가치평가에 사용된 가정들이 타당하다는 전제 하에서 사업주체의 유연성이 고려되지 않았을 경우, 본 사업은 수행하지 말아야 할 사업으로 판단될 것이다.

한편, 컴파운드 옵션 모델에 의해 가치평가를 수행한 경우, 초기 연구개발 투자비용을 고려하지 않은 상태에서 전체 사업의 현재가치는 1조 천60억원으로 연구개발 투자비용을 제한 사업의 최종 현재가치는 5천60억원으로 계산된다. 이는 DCF에 의한 NPV보다 5천600억원이 높은 금액이다. 이러한 최종 현재가치를 감안컨대 태양전지 사업에의 투자는 정당화될 수 있다.



(그림 2) 태양전지 사업가치의 내재변동성에 대한 민감도 분석

3. 자동차용 전지

자동차용 전지 사업의 무차입 시장베타 역시 과거 데이터로부터 추정하기 곤란하며, 대응으로서 특수화학업종과 전기부품업종의 무차입 시장베타를 평균한 1.175로 간주한다. 그 WACC은 12.09%이다. 이익률은 위 양 업종의 평균이익률을 감안하여 15%로 가정한다. 내재변동성은 태양전지와 마찬가지로 25%로 가정한다.

DCF에 의한 자동차용 전지 사업의 NPV는 3천770억원으로 계산되었으며, 초기 연구개발 투자비용을 감

안한 컴파운드 옵션 모델의 의한 가치평가 결과는 7천730억원으로 계산되었다. 기본 NPV만으로도 양의 값이 나오므로 사업 투자의 타당성은 충분하다고 볼 수 있으며, 옵션 가치가 기본 NPV 이상으로 존재한다고 판단된다.

4. 바이오제약

바이오제약 사업의 무차입 시장베타는 바이오기술업종과 제약업종의 값들을 감안하여 0.995로 가정하며, 그 WACC는 10.94%이다. 이익률 역시 양 업종 평균이익률을 감안하여 25%로 가정한다. 제약사 Merck는 내재변동성으로 40%에서 60% 사이의 값을 사용하며(Manfred et al, 1999), 이의 평균인 50%를 바이오제약 사업의 내재변동성으로 삼는다.

DCF에 의한 NPV는 680억원 적자이나 옵션 가치를 감안한 사업가치는 4천370억원으로 계산되며, 따라서 본 사업에 대한 투자가 정당화될 수 있다.

IV. 결론

국가 신성장사업의 수익성은 중요한 이슈로서 사업 선정 및 그 투자규모를 정함에 있어서 반드시 고려하여야 하는 사항이다. 본 논문에서는 그 중 대표적인 3개의 사업에 대한 가치평가를 수행하여 그 수익성을 비교 분석하고자 하였다.

일반적인 DCF에 의한 분석에 의하면 태양전지와 바이오제약의 NPV는 음의 값으로, 자동차용 전지는 양의 값으로 계산된 반면, 본 사업에 내재되어 있는 의사결정의 유연성을 고려한 옵션 모델에 의한 가치평가에서는 세 가지 사업 모두 양의 값으로 계산되어 그 사업성을 확인할 수 있었다. 특히, 투자금액과 예상 매출규모만을 봤을 때 가장 사업성이 떨어질 것으로 짐작되는 바이오제약의 사업가치가 태양전지나 자동차용 전지에 못지않음을 확인하였다.

사업주체들의 실제 가치평가지 주요변수들에 대한 민감도 분석을 통해 점추정이 갖는 한계를 극복할 필요가 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 박범조 (2009), 「실물옵션과 불확실성하의 가치평가」, 시그마프레스.
- 성웅현 (2004), 「몬테칼로 시뮬레이션을 이용한 기술투자 실물옵션평가에 대한 연구」, 한국기술혁신학회지, 7(3): 533-554.
- 이선주, 유시용 (2010), 「옵션기반모형을 활용한 민간 사회기반시설 프로젝트 평가 사례: 인천공항 철도 민간투자사업」, 한국산학기술학회논문지, 11(4): 1142-1148.
- 정보통신산업진흥원 (2010^a), 「신성장동력 산업의 주요 세부 시장 현황 및 전망」.
- 정보통신산업진흥원 (2010^b), 「국내 주요 그룹의 신성장사업 투자 현황」.
- 山本尙利 (2003), 「MOTアドバンスと技術戦略」, JMA Management Center.
- Black, Fischer and Scholes, Myron (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, 81(3): 637-654.
- Brennan, Michael J., and Schwartz, Eduardo Saul (1985), "Evaluating Natural Resource Investments", *Journal of Business*, 58(2): 135-158.
- Copeland, Tom and Antikarov, Vladimir (2001), *Real Options*, Texere.
- Fernandez, Pablo, Aquirreamalloa, Javier and Corres, Luis (2011), "Market Risk Premium used

- in 56 Countries in 2011”, *IESE Business School*.
- Geske, Robert (1979), “The Valuation of Compound Options”, *Journal of Financial Economics*, 7: 63–81.
- Kellogg, David and Charnes, John M. (2000), “Real-Options Valuation for a Biotechnology Company”, *Financial Analysts Journal*, 56(3): 76–84.
- Kemna, Angelien (1993), “Case Studies in Real Options”, *Financial Management*, 22(3): 259–270.
- MacKenzie, Donald (2008), *An Engine, Not a Camera: How Financial Models Shape Markets*, The MIT Press.
- Neftci, S N (2000), *An Introduction to the Mathematics of Financial Derivatives*, Academic Press.
- Perlitz, Manfred, Peske, Thorsten and Schrank, Randolph (1999), “Real Options Valuation: the New Frontier in R&D Project Evaluation?”, *R&D Management*, 29(3): 255–269.
- Quigg, Laura (1993), “Empirical Testing of Real Option-Pricing Models”, *Journal of Finance*, 48(2): 621–640.
- Schwartz, Eduardo Saul and Moon, Mark (2000), “Rational Pricing of Internet Companies”, *Financial Analysts Journal*, 56(3): 63–75.
- Schwartz, Eduardo Saul and Zozaya-Gorostiza, Carlos (2003), “Investment Under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects”, *Management Science*, 49(1): 57–70.
- Trigeorgis, Lenos (1993), “The Nature of Option Interactions and the Valuation of Investments with Multiple Real Options”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28(1): 1–20.
- Trigeorgis, Lenos (2000), *Real Options*, The MIT Press.