

실물옵션 기법을 이용한 기업의 빅데이터 기술 도입의 경제적 가치 분석 - 유유제약 사례를 중심으로 -

A Study On The Economic Value Of Firm's Big Data Technologies Introduction Using Real Option Approach - Based On YUYU Pharmaceuticals Case -

장혁수¹ 이봉규²
Hyuk Soo Jang Bong Gyou Lee

요 약

본 연구는 실물옵션모형을 이용하여 기업의 빅데이터 기술도입에 따른 경제적 가치를 분석한 연구로, 빅데이터 기술도입을 결정한 기업의 주가를 이용하여 주가증분으로 평가한 경제적 가치의 크기를 옵션가치를 통해 분석하였다. 옵션가치 도출을 위해 빅데이터 기술을 마케팅에 활용한 기업의 주가를 통해 빅데이터 기술에 의한 주가증분을 추출하고, 해당 주가로 일반화적률법(GMM)을 이용하여 확률과정을 추정하였다. 옵션가치 도출을 위해 블랙-숄즈 편미분방정식을 도출하였고, 이를 수치해석적 방법인 유한차분법으로 해를 구하여 빅데이터 기술 도입에 따른 경제적 가치를 추정하였다.

분석결과, 빅데이터 투자비용을 5천만 원으로 가정했을 때, 주가증분을 통해 도출한 옵션가치는 약 38.5억 원으로 나타났고 시간가치는 약 1백만에 해당하는 것으로 나타났다. 따라서 빅데이터 기술도입은 실질적인 기업의 수익을 창출하는 효과에 더하여, 미미하지만 투자시점에 고려할 수 있는 추가적 시간가치까지 존재하는 것으로 해석된다. 민감도분석 결과 기초자산 크기가 작아질수록 옵션가치는 낮아지고, 투자비용이 낮아질수록 옵션가치는 높아지는 것으로 분석되었고, 변동성 변화에 따른 옵션가치 민감도는 크지 않은 것으로 나타났는데 이는 빅데이터 기술의 경우 기술도입 기간과 이에 따른 주가변동 폭이 낮아 변동성 증가에 따른 내재가치 증가 효과가 크지 않기 때문인 것으로 해석된다.

본 연구는 빅데이터 기술도입에 따른 효과를 실물옵션을 도입하여 분석한 최초의 연구로 빅데이터 옵션가치 도출에 빅데이터 기술을 도입한 기업의 주가를 기초자산으로 사용한 최초의 연구라는 점에서 기존연구와 차별화된다. 기업들의 빅데이터 기술 도입이 비교적 최근에 발생하였음을 고려할 때 동 분석방법론을 다양한 기업에 적용함으로써 빅데이터 기술의 정제된 가치를 도출하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

☞ 주제어 : 빅데이터, 빅데이터 플랫폼, 실물옵션, 옵션가치, 주가

ABSTRACT

This study focus on a economic value of the Big Data technologies by real options model using big data technology company's stock price to determine the price of the economic value of incremental assessed value. For estimating stochastic process of company's stock price by big data technology to extract the incremental shares, Generalized Moments Method (GMM) are used. Option value for Black-Scholes partial differential equation was derived, in which finite difference numerical methods to obtain the Big Data technology was introduced to estimate the economic value.

As a result, a option value of big data technology investment is 38.5 billion under assumption which investment cost is 50 million won and time value is a about 1 million, respectively. Thus, introduction of big data technology to create a substantial effect on corporate profits, is valuable and there are an effects on the additional time value.

Sensitivity analysis of lower underlying asset value appear decreased options value and the lower investment cost showed increased options value. A volatility are not sensitive on the option value due to the big data technological characteristics which are low stock volatility and introduction periods.

☞ keyword : Big data, Big data Platform, Real option, Option value, Stock price

¹ Management of Technology, Yonsei University, Seoul, 120-749, KOREA.

² Graduate School of Information, Yonsei University, Seoul, 120-749, KOREA.

* Corresponding Author(bglee@yonsei.ac.kr)

[Received 26 June 2014, Reviewed 21 July 2014(R2 17 September 2014), Accepted 11 October 2014]

1. 서 론

정보통신 기술의 발달은 방대한 데이터 처리 속도를 개선시키고 데이터 속에 숨은 패턴을 파악하는 기술의 혁신적인 발전을 가져왔다. 이러한 추세에 맞추어 Gartner, IDC 등 글로벌 ICT 산업에 영향을 미칠 기술요소로 빅데이터를 선정하는 등 빅데이터 관련 산업에 대한 관심이 급증하고 있다(정부연, 2013). 빅데이터는 기존의 데이터베이스 형태로 관리되던 형태에 비해 자료의 형식이 다양하고 순환 속도가 빨라 기존 방식과는 다른 데이터 분석 방식과 관리방법을 요구한다. 따라서 최근 빅데이터 분석 및 관리를 위한 새로운 패키지가 출현하고 있고 이에 대한 고도화된 기술을 요구하는 기업의 수가 증가하고 있다(정부연, 2013).

이러한 빅데이터를 기반으로 한 분석의 수요가 기업들을 대상으로 증가하고 있는데, 이는 방대한 고객자료를 이용한 분석이 가능하게 되었기 때문으로 판단된다. 이에 따라 대기업을 중심으로 마케팅 및 사업 전략 수립에 빅데이터 분석방법론을 도입하는 사례가 급증하고 있으며, 기업들은 빅데이터 기술 도입 결정 시 해당기술의 경제적 가치를 정확히 산정하여 기업의 수익에 미치는 영향을 정확히 산정할 수 있어야 한다.

기업들의 빅데이터 기술 도입 목적은 분석을 바탕으로 새로운 사업 기회를 발굴하여 수익창출에 활용하기 위함이다.¹⁾ 그러나 이러한 기술을 도입함으로써 실질적으로 기업의 가치 및 수익이 얼마나 늘어날 것인지는 확실한 요소가 아니므로, 빅데이터 기술도입에는 불확실성이 내재되어 있다고 할 수 있다. 따라서 빅데이터 기술 도입에 따른 가치를 측정하기 위해서는 이러한 불확실성에 대한 명시적 고려가 필요하다. 그러나 불확실성은 기업에 위험으로도 작용할 수 있으나 기회로도 작용할 수 있으므로, 이러한 위험으로부터 발생하는 가치에 대한 분석은 매우 중요하다고 할 수 있다.

최근 이러한 기술의 불확실성 하에서의 경제적 가치를 평가하는 방법론으로 실물옵션(Real Option) 접근방법이 이용되고 있다. 실물옵션 방법론이란 금융부분의 옵션가치평가방법론을 기술 가치평가에 적용한 방법론을 말하는데, 옵션(option)이란 옵션 매입자가 일정한 금융자산 또는 비금융자산 등의 기초자산(underlying asset)을 정해진 기간 동안, 정해진 가격(행사가격: exercise price)에

일정한 양을 사거나 팔 수 있는 권리를 의미한다. 이때 기초자산이 주식, 주가, 환율 등의 금융자산인 경우 금융옵션(financial option)이라고 하고, 대상이 R&D 프로젝트나 특정기술에 대한 투자 등 비금융자산인 경우 실물옵션이라고 한다. 기존의 순현재가치법이나 현금흐름법과 같은 평가방법들은 미래에 발생할 수 있는 불확실성을 반영하기 어렵고 시장변화에 대한 평가가 어렵기 때문에 미래 투자에 대한 불확실성이 증가한다면 변동성 측면에서 실물옵션을 도입하여 가치를 산정하는 것이 바람직할 것으로 보인다(이동수, 2008).

ICT 신기술 도입에 따른 경제적 가치를 분석한 해외 연구로 A. Bayaga et al.(2013)은 중소기업 IT 기술의 가치 평가 및 위험관리 방법론에 대한 연구를 실시하였는데, 남아프리카의 사례를 토대로 분석을 시행하였다.

신기술도입의 경제적 가치에 실물옵션 방법론을 적용한 선행연구로 홍동표·이인형·김경미(2001)는 이항모형과 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 이용하여 IT프로젝트 투자에 대한 가치를 평가하였는데, 인터넷 포털 비즈니스에 대한 투자, 시스템 통합에 대한 투자, 직불카드 네트워크 구축에 대한 투자에 대한 가치평가를 수행하였으며, 다양한 모수변화에 따른 가치변화를 분석하였다. 또한 유창석·김중남·허은영(2011)은 자원개발 프로젝트에 대한 투자의 경제적 가치 평가에 실물옵션 모형을 적용하였는데, 실물옵션 모형 중 이산격자모형을 이용하였으며, 실물옵션 평가결과 실물옵션 모형이 자원개발 프로젝트의 탐사단계에서 발생하는 시장의 불확실성을 평가하기 위한 적합한 방법론으로 분석하였고, 이후 탐사단계의 불확실성이 해소된 이후에는 현금흐름법(DCF)이 적합한 방법론으로 분석하였다. 또한 장연식·이덕주·오형식(2011)은 신재생에너지 가치평가에 실물옵션 방법론을 적용하였다. 분석결과 현재가치법을 통해 신재생에너지의 경제적 가치를 분석하였을 때는 신재생에너지 R&D가 경제성을 지니기 위해서 상당히 높은 수준의 기술 절감효과를 필요하거나 엄청난 수준의 화석에너지 단가를 요구한데 반해 실물옵션 방법을 적용할 경우 낮은 기술절감효과 수준에서도 신재생에너지의 R&D가 경제적으로도 유용할 수 있음을 보여주는 것으로 분석하였다.

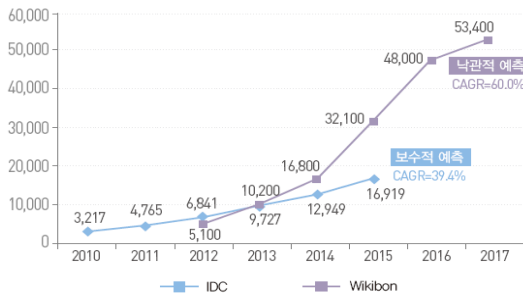
해외연구로 E.Schwartz(2013)는 R&D 투자에 적용가능한 실물옵션모형을 개발과 관련된 연구를 실시하였는데, 연구를 통해 R&D 투자에 적합한 확률과정과 그에 따른 옵션가치 산정에 대한 방법론을 소개하였다. 또한 G.Villani(2014)는 잠재적 경쟁기업 진입에 직면할 때의

1) “통찰&수익, 빅데이터를 적극검토해야 할 5가지 이유”, CIO 뉴스, <http://www.ciokorea.com/news/17109>

R&D 투자의 가치를 평가를 실물업선 모형을 이용하여 수행하였다. 해당연구들의 공통적 특징은 신기술개발 및 R&D 투자의 가치를 기초자산의 확률과정과 변동성을 통해 산정한 것으로, 이러한 부분이 실물업선 모형의 핵심이라 할 수 있다. 따라서 이러한 실물업선 방법론을 적용한 빅데이터 기술의 가치평가는 불확실한 상황을 고려한 연구라는 측면에서 기존연구와 차별화되며, 본 연구에서는 기업의 빅데이터 기술 도입을 위한 투자를 실시할 때의 경제적 가치를 실물업선 모형을 통해 분석할 것이다.

2. 관련 기술 현황

세계 빅데이터 시장은 성장세의 태동기를 보이고 있는 시장으로 향후 성장가능성이 높은 것으로 예상되어진다. 주요 IT 시장 조사 기관의 빅데이터 세계 시장 규모 전망을 보면 IDC(International Data Corporation)는 전 세계 빅데이터 시장이 매년 39.4% 성장하여 2015년 169억 달러 규모로 증가할 것이라고 예상하였고, Wikibon은 향후 2012년 51억 달러에서 2017년 534억 달러로 보다 높은 성장률을 나타낼 것으로 예상하고 있다. 두 기관의 세계 빅데이터 시장 규모 전망은 그림 1과 같다.



자료: 한국과학기술정보연구원(2013)

(그림 1) 빅데이터 세계 시장 규모 전망

(figure 1) The Prospect on World Market Scale of Big Data

빅데이터를 분석하기 위한 기술은 크게 텍스트마이닝(Text Mining), 평판마이닝(Opinion Mining), 소셜네트워크 분석(Social Network Analysis), 클러스터분석(Cluster Analysis)으로 구분되는데 텍스트마이닝 기술은 비/반정형 텍스트 자료로부터 자연어 처리 기술에 기반한 정보를 추출하고 처리하는 기술을 말하며, 평판마이닝은 소

설미디어에 존재하는 텍스트의 긍정, 부정, 중립의 선호도를 판별하는 기술로 텍스트마이닝의 특수분야에 해당하는 기술이다. 소셜네트워크분석은 수학적 방법론인 그래프 이론(Graph Theory)에 기반한 분석방법으로 소셜네트워크의 연결구조, 연결강도 등을 측정하여 이를 바탕으로 사용자의 명성, 영향력 등을 측정하는 방법을 말한다. 클러스터분석은 비슷한 특성을 가진 개체들을 합쳐가면서 최종적으로 유사한 특성을 가진 집단을 추출하는 방법을 말한다.

위와 같은 빅데이터 분석을 처리하기 위한 빅데이터 처리 기술은 데이터저장, 데이터분석기법으로 구분할 수 있다. 빅데이터 저장기술로는 하둡(Hadoop)이, 그리고 빅데이터 분석에는 통계패키지인 R이 주로 사용된다. 하둡은 하둡분산파일시스템(HDFS, Hadoop Distributed File System)과 맵리듀스(MapReduce)로 구성되는데 하둡분산파일시스템은 대용량의 파일을 여러 대의 컴퓨터에 나누고 저장하고 관리하기 위한 기술이다. 파일을 블록단위로 쪼개어 여러 데이터 노드에 나누어 저장하며, 각 파일의 기본 정보 및 블록의 위치정보를 네임노드에 관리하는 것이 특징이다. 파일의 위치와 내용정보에 대한 복사본들을 만들어 여러 대의 컴퓨터에 분산하여 저장하기 때문에 검색시간도 단축되고, 여러 곳에서 동시에 검색요청이 들어와도 한 곳에 작업량이 집중되지 않는다. 일부 데이터 노드에 장애가 발생하여 데이터가 유실되는 것을 막기 위해 각 데이터 블록에 대해서 3개 이상의 복제본을 유지한다. 이렇게 될 경우, 어느 1대의 컴퓨터가 고장 나더라도 이미 동일한 복사본이 다른 곳에 존재하기 때문에 데이터 손실을 방지할 수 있다. 맵리듀스는 효율적인 데이터 처리를 위해 여러 대의 컴퓨터를 활용하는 분산 데이터 처리 기술로 하둡분산파일시스템에 저장하는 시스템을 가진다. 맵리듀스는 맵단계와 리듀스단계로 구분되는데, 맵단계에서는 여러 대의 컴퓨터에 블록단위로 분산된 데이터를 병렬적으로 처리해 중간 결과데이터를 만들어낸다. 이후 리듀스 단계에서는 생성된 중간 결과물을 취합하여 최종 결과를 생산하는데, 리듀스 과정 역시 여러 대의 컴퓨터를 동시에 활용하는 분산처리가 가능하다.

이러한 빅데이터 기술 도입을 통한 국내 성공사례를 살펴보면 (주)삼성전자, 유유계약, (주)이씨마이너, (주)위세아이텍 등이 있다. 각각의 사례를 구체적으로 보면 삼성전자는 일반 소비자향 SSD(Solid State Drive)시장의 성공적인 시장진입에 빅데이터 분석을 활용하였는데, 삼성전자는 웹사이트 및 소셜미디어의 SSD관련 소비자 견해

및 반응 등을 분석하여 효과적인 브랜드 전략을 수립하였다. (주)유유계약은 기존의 바르는 타박상과 멍든데 쓰는 고형 약제의 시판시 빅데이터를 이용한 마케팅을 활용하여 어린이보다 성인에서 멍이 더 많이 발생한다는 점을 발견하고 마케팅에 활용하였고, (주)이씨미이너는 기존의 인터넷을 기반으로 하는 빅데이터의 통념을 깨고 제조공정의 CCTV 이미지를 이용한 빅데이터 분석을 통한 불량품을 실시간 관별하여 제조공정의 정확성을 향상시켰다. 각각의 성공사례는 표 1과 같다.

(표 1) 빅데이터 도입기업 성공사례
(Table 1) Success Cases of Big Data Introduction Firms

| 기업명 | 분석방법 | 분석내용 | 실적 |
|----------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| (주)삼성전자 | Text Mining | 소비자 및 전문가의 SSD 사용 경험과 관련 단문 등을 분석 | SSD시장 주도권 선점 및 세계 주요시장점유율 1위 확보 |
| 유유계약 | Text Mining | SNS의 “멍” 관련 치료 키워드분석, 마케팅활용 | 빅데이터 도입 3개월만에 매출이 30% 상승 |
| (주)이씨미이너 | Wavelet Transform 로지스틱 회귀분석 | 반사용, 투과용 카메라로 촬영된 이미지 데이터를 분석 | 검사 공정의 시간 및 비용절감 및 검사품질향상 |

자료: 한국정보통신진흥협회(2013)

3. 분석모형

3.1 실물옵션 개념

실물옵션가치평가법은 기존의 금융자산 옵션가격결정 모형을 활용하여 실물자산에 대한 가치를 평가하는 방법으로서, 여기서 실물자산은 유가증권, 채권 등 금융자산과는 달리 R&D, 새로운 투자안, 신기술 등을 말한다. 이러한 실물자산은 시장에서 거래되지 않기 때문에 옵션가격결정모형을 이용하여 적절한 가치를 평가하게 된다. 앞서 살펴보았듯이 전통적인 현금흐름할인법은 급변하는 환경 하에서 경영자가 취할 수 있는 다양한 전략 즉, 연기, 확장 또는 축소, 포기할 수 있는 선택권을 고려하지 못하지만, 실물옵션평가법은 투자안에 내포된 전략적 가치를 보다 유연하게 반영할 수 있다는 장점이 있다. 시간의 흐름에 따라 변화하는 환경에 대응하여 경영자가 가질 수 있는 여러 가지 투자전략의 수정 기회를 실

물옵션이라 부른다(Trigeorgis, 1993). 투자안의 가치평가에 있어 실물옵션가치평가법을 적용하면 불확실성이 증대될수록 투자안의 가치는 커지게 된다. 이는 불확실성이 높을수록 높은 할인율이 적용되어 실물자산 가치를 낮게 평가하는 현금흐름할인법과의 큰 차이이다. 이러한 차이를 일으키는 가장 근본적인 원인은 바로 위험에 대한 인식의 차이이다. 현금흐름할인법은 위험을 회피해야 할 대상으로만 생각하는 반면, 실물옵션가치평가법은 위험에 유연하게 대처할 수 있는 옵션을 보유함에 따라 위험이 아닌 기회로 인식할 수 있다. 옵션의 정의에 따라 외부환경이 긍정적일 경우 이를 최대한 이용할 수 있는 전략으로 대응하고 부정적인 영향에 노출되었을 때는 손실을 제한하는 전략으로 대응할 수 있기 때문이다. 따라서 실물옵션가치평가법에 의하면 순현재가치법 보다 항상 높은 투자가치를 산출하게 된다. 현실에서 경영자는 시장상황 변화에 최초 투자계획을 다양하게 수정할 수 있는 옵션을 보유하고 있기 때문에 정확한 가치평가를 위해서는 실물옵션접근법 사용이 타당하다고 볼 수 있다.

3.2 실물옵션 종류

옵션은 기본적인 형태에 따라 콜옵션(call option)과 풋 옵션(put option)으로 구분되는데, 콜옵션은 일정기간이 지난 후 일정가격에 정해진 대상의 일정한 양을 매입할 수 있는 권리이며, 풋옵션은 이를 매각할 수 있는 권리를 의미한다. 콜옵션의 경우 소유자는 옵션의 행사여부를 선택할 수 있기 때문에 기초자산의 가치가 행사가격보다 높을 때에만 옵션의 권리를 행사하게 된다. 반면 풋옵션은 소유자에게 기초자산을 매도할 수 있는 권리를 부여하며 행사가격이 기초자산의 가치보다 높을 때만 행사하게 된다. 또한 이러한 옵션들은 권리의 행사가능 시점에 따라 유럽형 옵션(European Option)과 미국형 옵션(American Option)으로 구분된다. 유럽형 옵션은 계약 시 만기일을 정하고 만기일에만 옵션을 행사할 수 있는 옵션이고, 미국형 옵션은 만기일이전까지 옵션보유자가 언제든지 옵션을 행사할 수 있는 권리를 지니는 옵션이다(이동수, 2008)..

실물옵션은 연기, 확대·축소, 성장, 폐기, 생산방법 변경 등 투자안에 내재된 선택권에 따라 종류가 분류되며 이에 따라 적용되는 가격결정모형도 달라진다. 따라서 가치평가 시 투자안의 성격을 그대로 반영할 수 있도록 내재된 옵션의 종류를 명확히 파악하고 적절한 모형을 선택해야한다. 실물옵션의 종류는 연기옵션, 단계별 옵션

선, 운영변경옵션, 포기옵션, 스위칭옵션, 성장옵션 등이 있고 내용과 적용분야는 표 2와 같다.

3.3 실물옵션 평가모형

실물옵션평가모형에는 시간의 연속성하에서 계산되어지는 연속모형과 각 기간마다 두 상황만을 고려하여 값을 구하는 불연속적 시간 모형인 이산모형 등이 있다. 연속모형의 대표적인 모형으로는 기초자산이 기하브라운운동(Geometric Brownian Motion : GBM)을 따른다고 가정하고 그 확률과정을 토대로 편미분방정식을 도출하여 closed form solution의 형태로 옵션가치를 구하는 블랙-숄즈 모형이 있고, 해당 편미분방정식을 유한차분법(FDM, Finite Difference Method)을 활용하여 수치적(Numerical)으로 해를 구하는 방법이 있다. 본 연구에서는 편미분방정식의 해를 FDM을 사용하여 풀이하는 방법을 사용하여 옵션가치를 도출하였다.

(표 2) 실물옵션의 종류1)
(Table 2) A type of Real Option

| | 내 용 | 적용분야 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 연기 옵션 | 토지나 광물에 대한입차권을 소유하고 있는 경영진은 해당 산출물의 가격이 건물, 공장 건설이나 부지 개발을 정당화 시켜주는지 알기 위해 기다릴 수 있다. | ·광물채취 산업 ·부동산 개발 ·농장 |
| 단계별 옵션 | 단계적 투자의 경우, 새로운 정보가 불리하면, 후속 투자를 포기할 수 있다. 이는 각 단계별 투자를 후속 투자에 대한 옵션으로 볼 수 있다. | ·R&D 집약산업 (제약회사) ·장기간자본집약 프로젝트(전력회사) ·벤처기업 |
| 운영 변경 옵션 | 시장 조건이 기대보다 호전되면 생산 규모를 확대할 수 있고, 반대로 악화되면 생산규모를 축소시키고 최악의 경우는 폐쇄시킬 수 있다. | ·광물채취산업 ·주기적 산업의 설비계획 및 건설 ·의류산업 |
| 포기 옵션 | 시장 상황이 극대로 악화되면 경영자는 현재의 영업을 영구히 중단하고, 설비와 기타 자산을 중고시장에 매각할 수 있다. | ·자본집약적 산업 (항공, 철도) ·금융서비스 |
| 스위칭 옵션 | 가격이나 수요가 변하면 경영자는 설비의 산출량 배합을 변경하거나, 동일한 산출물에 대해 다른 투입물로 생산할 수 있다. | ·산출변경: 소비용 전력 ·투입변경: 전력, 화학, 곡물 |
| 성장 옵션 | 상호 관련된 프로젝트에서 초기 투자는 미래의 성장기회를 제공한다. | ·하이테크산업 ·계약산업 ·전략적 인수·합병 |

3.3.1 Black-Scholes 옵션가격결정모형

Black과 Scholes(1973)는 무위험 차익거래에 근거한 옵션가격결정모형을 최초로 제시하였다. 블랙-숄즈 모형은, 주식과 무위험자산을 이용하여 주식옵션과 동일한 수익 구조를 갖는 복제 포트폴리오를 구성하여 옵션가격을 도출하였으며 이때 포트폴리오의 수익률은 위험이 제거된 상황에서 무위험이자율과 같아지게 된다.

블랙-숄즈 모형의 장점은 정확한 변수 값만 알면 쉽고 빠른 계산을 할 수 있다는 것이다. 그러나 블랙-숄즈 모형을 적용하기 위해서는 기초자산의 확률과정이 기하브라운운동을 따라야한다는 제약조건이 있다. 주가를 S라 하면, 블랙-숄즈 공식에 의한 콜옵션의 가격은 다음과 같이 구해진다(윤원철, 2006).

$$C = SN(d_1) - Ke^{-r_f T}N(d_2) \quad (3-1)$$

여기서

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + (r_f + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (3-2)$$

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

단, S : 기초주식의 현재가격

K : 행사가격

σ : 주식수익률의 표준편차

r_f : 연속 복리 무위험 이자율

$N(\cdot)$: 표준정규분포의 누적확률

T : 만기까지의 기간

3.3.2 수치해석 모형

수치해석 모형은 확률과정으로부터 도출한 편미분방정식을 수치적으로 풀이하는 과정으로 해를 도출하는데, 블랙숄즈가 제안한 확률과정은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$ds_t = \mu s_t dt + \sigma s_t dW_t, \text{ 단, } \mu, \sigma \text{는 상수} \quad (3-3)$$

여기에 Ito's Lemma를 적용하면 식 (3-4)와 같이 파생상품의 확률과정이 도출된다.

$$df = f_t dt + f_s ds + \frac{1}{2} f_{ss} ds^2$$

$$= f_t dt + f_s (\mu s dt + \sigma s dW_{t,\omega}) + \frac{1}{2} f_{ss} (\mu s dt + \sigma s dW_{t,\omega})^2$$

$$= (f_t + f_s \mu_s + \frac{1}{2} f_{ss} \sigma^2 s^2) dt + f_s \sigma s dW_{t,\omega} \quad (3-4)$$

$$\text{단, } (dW)^2 = dt, (dt)^{\frac{3}{2}} = (dt)^2 = 0$$

파생상품 1계약을 팔고 $\Delta f/\Delta s$ 만큼의 주식을 구매하였을 때 포트폴리오의 가치는 변화가 없어야 한다. 따라서 파생상품과 주식으로 이루어진 포트폴리오의 구성은 식 (3-5)과 같이 나타낼 수 있고 이 포트폴리오의 가치 증분은 식 (3-6)와 같다.

$$d\Pi = -df + f_s ds \quad (3-5)$$

$$d\Pi = -df + f_s ds \quad (3-6)$$

식 (3-4)에 식 (3-5)과 (3-6)을 적용하면 식 (3-7)가 도출된다.

$$d\Pi = (-f_t - \frac{1}{2} f_{ss} \sigma^2 s^2) dt \quad (3-7)$$

이때 무위험 포트폴리오를 구성하기 위해서는 식 (3-6)이 식 (3-8)에 적용되어야 한다.

$$d\Pi = r\Pi dt \quad \text{단, } r: \text{무위험 이자율} \quad (3-8)$$

식 (3-7)와 식 (3-8)을 결합하면,

$$(-f_t - \frac{1}{2} f_{ss} \sigma^2 s^2) dt = r(f - f_s s) dt \quad (3-9)$$

식 (3-9)를 정리하면 식 (3-10)과 같은 편미분방정식이 도출되고 이를 블랙-숄즈 편미분방정식이라 한다. 다른 확률과정 모형 역시 동일한 과정을 통해 편미분 방정식의 도출이 가능하다.

$$f_t + r f_s + \frac{1}{2} \sigma^2 s^2 f_{ss} = r f \quad (3-10)$$

편미분 방정식의 해를 도출하기 위한 수치적 해법 중 본 연구에서는 유한차분법을 사용하였다. 유한차분법이란 미분방정식에 있는 도함수를 차분들로 근사시키는 방법이다. 이와 같이 하면 미분방정식이 연립방정식으로 단순화된다.

유한차분법 중에서 명시적방법(Explicit Method)은 한 점에서 다음 기에 세점으로 확산 하는 모형을 묘사한 방법으로 옵션가치에 대한 시간과 기초자산의 미분값들이 다음과 같이 나타난다.

$$\frac{\Delta f}{\Delta s} : \frac{f_{i+1,j+1} - f_{i+1,j-1}}{2\Delta s}, \frac{\Delta f}{\Delta t} : \frac{f_{i+1,j} - f_{i,j}}{\Delta t},$$

$$\frac{\Delta(\Delta f)}{(\Delta s)^2} : \frac{f_{i+1,j+1} + f_{i+1,j-1} - 2f_{i+1,j}}{(\Delta s)^2} \quad (3-11)$$

여기서, i 는 가로축을 j 는 세로축을 의미하며 추가모형에서는 i 는 시간등분을, j 는 주식이격의 등분을 나타낸다.

3.4 확률과정 추정모형

확률과정 추정을 위해 본 연구에서는 Hansen(1982)의 일반화적률법(GMM, Generalized Method of Moments)을 사용하였다. 일반화적률법을 사용하기 위해 Chan et al.(1992) 이 사용한 적률조건을 사용하였다²⁾. GMM 추정 과정은 $E[f(x_t, \theta)] = 0$ 를 적률조건이라 한다면 실제로는 $E[f(x_t, \theta)]$ 를 관측할 수 없고 $f(x_t, \theta)$ 만을 알고 있는 경우에 $f_T(\theta) = T^{-1} \sum_{t=1}^T f(x_t, \theta)$ 적률조건을 사용한다.

검정에 사용되는 GMM추정량은 다음과 같이 정의된다.

$$\hat{\theta}_T = \arg \min Q_T(\theta) \quad (3-12)$$

$$\text{단, } Q_T(\theta) = f_T(\theta)' A_T f_T(\theta),$$

$$A_T = \widehat{V}_T^{-1} = T^{-1} (\sum f(x_t, \hat{\theta}) f(x_t, \hat{\theta})')^{-1}$$

GMM모형의 적합성을 검정하기 위해 Hansen(1982)은 다음과 같은 검정통계량을 제시하였다.

$$J_T = T Q_T(\hat{\theta}_T) = T [f_T(\hat{\theta})' V_T^{-1} f_T(\hat{\theta})] \sim \chi^2(q-p) \quad (3-13)$$

단, q 직교조건외의 개수 p 모수의 개수

모형의 제약조건에 대한 타당성 검정은 Wald 검정통계량을 사용하였으며 검정통계량은 아래와 같다.

$$W = h'(\hat{\theta}) [A(\hat{\theta}) \widehat{V}_A(\hat{\theta})]^{-1} h(\hat{\theta}) \quad (3-14)$$

단, \widehat{V}_A : $\hat{\theta}$ 의 공분산행렬, $A(\theta) = \partial h(\theta) / \partial \theta |_{\hat{\theta}}$

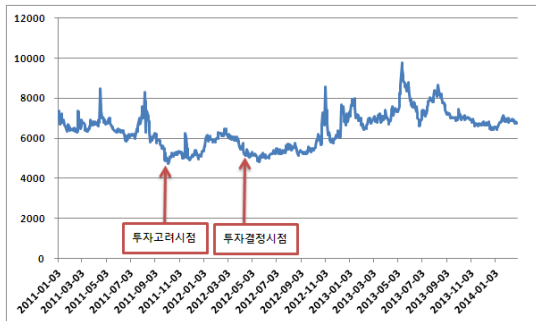
2) $f_T(\theta) = (\epsilon_{t+1}, \epsilon_{t+1} S_t, \epsilon_{t+1}^2 - \sigma^2 S_t^2, \epsilon_{t+1}^2 - \sigma^2 S_t^2)$

4. 분석결과

4.1 투자시나리오

본 연구에서는 빅데이터를 도입한 성공사례 중 하나의 기업을 대상으로 해당 기업의 빅데이터 분석에 따른 마케팅효과를 가치를 평가하였다. 대상기업(이하 Y사)은 제약회사로 2011년 10월 자사 보유제품의 매출 증대를 위한 마케팅전략 수립을 위해 빅데이터 분석 활용을 고려하였으며, 2012년 4월 투자결정과 빅데이터 분석 컨설팅을 전문 데이터분석 컨설팅 회사에 의뢰하였다.

빅데이터 분석 결과를 바탕으로 기존 제품의 브랜드 마케팅에 적극 활용하여 매출액과 기업가치가 증가하였는데, 이러한 기업가치의 증가는 해당 기업의 주가에 반영되었다고 보는 것이 타당하다(이동수, 2008). 따라서 빅데이터 분석 도입에 따른 마케팅 효과의 가치를 측정하기 위해 본 연구에서는 Y사의 주가증분을 활용하였으며, Y사의 주가변화는 그림2와 같이 나타난다.



(그림 2) Y사의 주가지수 및 투자시나리오

(figure 2) The Price Index of Stocks of Firm Y and Investment Scenario

4.2 구조변화 검정 및 기초자산 추정

빅데이터 분석으로 인한 가치 증분을 측정하기 위해 기업의 주가가 본 프로젝트의 영향을 받은 시점을 찾아내는 것이 중요하다. 이 시점은 2011년 1월 3일부터 2014년 2월 25일까지의 주가 자료를 이용하여 구조변화검정을 통해 찾아 낼 수 있다. 구조변화검정에 사용될 모형은 식 (4-1)과 같다.

$$\begin{cases} S_t = \alpha_1 + \alpha_2 I_t + e_t & t \in T_1 \\ S_t = \beta_1 + \beta_2 I_t + e_t & t \in T_2 \end{cases} \quad (4-1)$$

단, S_t : Y사 주가

I_t : 종합주가지수

T_1 : 이벤트 발생 이전 기간

T_2 : 이벤트 발생 이후 기간

보다 정확한 평가를 위해 기술이 영향을 미치지 시작한 시점을 내생적으로 검정할 수 있는 QLR 통계량을 사용하였다. QLR검정을 사용한 검정결과 Chow통계량의 F값이 484.79(p-value<0.001)로 가장 큰 2012년 10월 25일을 구조변화시점으로 설정하였다. 따라서 빅데이터 분석을 통한 주가상승은 이 시점부터로 영향을 받았다고 볼 수 있으며, 이 경우 기초자산의 측정을 위한 시계열의 범위는 2012년 10월 25일부터 2014년 2월 25일까지로 결정된다.

(표 3) 두 기간 자료 비교

(table 3) A Comparison between Two Period

| | 기간 | 표본수 | 평균 | 최대값 | 최소값 |
|--------|-------------------------|-----|--------|--------|--------|
| 전체 기간 | '11.01.03~ '14.02.25 | 780 | 6418.7 | 4750.0 | 9800.0 |
| 구조 변화전 | '11.01.03~ '12.10.25 | 451 | 5895.7 | 4750.0 | 8500.0 |
| 구조 변화후 | '12.10.26~ '14.02.25 | 327 | 7138.3 | 5780.0 | 9800.0 |

표 3은 구조변화시점을 전·후 한 두 기간의 자료를 비교해보면 평균주가가 각각 6,418원, 7,138원으로 차이를 보였으며, 최소값과 최대값이 구조 변화 시점 이후가 더 큰 것을 볼 수 있다.

빅데이터 분석에 의한 주가 증분을 도출하기 위해서는 Meschi and Cheng(2002)이 사용한 모형을 이용한다. 이 모형은 특정 이벤트 발생 이전의 주가와 종합주가지수의 회귀분석을 통해 동 프로젝트를 수행하지 않았을 때의 주가를 추정한다. 이렇게 추정된 주가를 현재 주가에서 차감하여 빅데이터 활용에 따른 순수한 주가 증분을 구하며 이것이 실물옵션기법에서의 기초자산이 된다. 추정은 Y사의 수정주가와 종합주가지수를 이용했고 모형은 식 (4-2)와 같다.

$$S_t = \alpha + \beta I_t + e_t \quad (4-2)$$

단, S_t : Y사 주가

I_t : 종합주가지수

t: 2011년 1월 3일 ~ 2012년 10월 25일 (451개)

회귀분석 결과 결정계수 값이 0.428로 모형적합성 유무검정결과 1% 유의수준 하에서 모형이 적합한 것으로 나타났다. 이는 종합주가지수가 Y사의 주가 움직임을 비교적 잘 설명함을 의미한다. 회귀분석을 통한 계수 값과 통계량은 표 4와 같다.

(표 4) 구조변화 전 추정된 회귀분석 결과
(table 4) A Regression Result before Structure Change

| | 계수 | 표준오차 | t | p값 | F | R ² |
|---|---------|-------|---------|-------|----------|----------------|
| α | -1454.4 | 401.8 | -3.6*** | 0.000 | 335.9*** | 0.428 |
| β | 3.7 | 0.2 | 18.3*** | 0.000 | (0.000) | |

주 : *** 0.1%유의수준에서 유의, F-tets 아래 괄호는 p-value

추정된 회귀계수를 이용하여 구조변화시점 이후 시점의 주가를 종합주가지수를 이용하여 빅데이터를 활용하지 않았을 때의 주가를 추정한다. 그림 3을 살펴보면 가상의 주가로 표현된 부분이다.3) 현재주가에서 가상의 주가를 차감하게 되면 빅데이터 분석 도입에 의한 순수한 가치 증분을 구할 수 있다.4)



(그림 3) 빅데이터 기술도입에 따른 주가증분
(Figure 3) Stock Increment as Big Data Technology Introduction

본 논문에서 기초자산은 2014년 2월 25일 시점에서 측정한다. 주식시장의 효율성5)을 가정하면 이 시점의 가치는 빅데이터 분석을 통한 모든 미래수익의 현재가치를 반영하게 된다. 이렇게 도출된 빅데이터 분석 도입에 의

- 3) 가상의 주가란 빅데이터를 활용하지 않았을 경우를 가정하고 추정된 주가를 말한다.
- 4) 주가증분 = $S_t + 1454.40 - 3.75 * I_t$
- 5) 효율적시장가설은 자본시장에서 형성된 증권 가격이 증권가격에 영향을 미칠 수 있는 모든 정보를 즉시 그리고 충분히 반영한다는 의미로 이 가설이 성립한다면 특정시점의 주가는 기업의 가치를 적절히 반영한다고 볼 수 있다.

한 추가총액의 증분은 약 48.02억 원이 된다. 2014년 2월 25일을 기준으로 측정된 기초자산을 투자고려시점인 2011년 10월 1일 시점의 NPV로 나타내야 한다. 이 때 사용된 할인율은 Y사의 가중평균자본비용(Weighted Average Cost of Capital, WACC)⁶⁾인 8.5%이며 투자고려시점에서의 NPV 값은 약 38.66억 원으로 추정되었다.

4.3 확률과정 추정결과

실물옵션가치평가법 적용을 위해서 기초자산이 측정되었다면 중요한 변수 중 하나인 변동성을 추정해야한다. 주식, 원유 등 금융옵션의 경우 현물 및 선물 시장이 잘 형성되어 있어 과거자료를 활용하여 확률과정을 추정해 변동성을 구할 수 있다. 그러나 실물옵션의 평가대상이 되는 대부분의 기초자산에 대해 시장이 아예 존재하지 않는 경우가 많아 확률과정을 추정에 어려움이 있다. 이 경우 평가대상 기초자산과 유사한 사업을 영위하는 상장기업의 주가 수익 자료를 이용하거나(최병호, 2003), 기초자산에 영향을 미치는 변수를 대응변수로 하여 확률과정을 구할 수 있다. (박호정·장철호, 2007).

일반화 적률법을 사용함에 있어 모수를 구체적으로 확정하기 위해 이산적으로 관측된 주가를 연속적인 확률과정으로 근사시켜야 하는데, 시간간격을 1로 두면 일반적인 연속확률과정은 $S_{t+1} - S_t = (\alpha + \beta S_t) + \epsilon_{t+1}$ 로 나타낼 수 있고, ϵ_{t+1} 와 S_t 간에 상관관계가 없다고 보면, S_t 와의 직교성질을 이용하여 오차항의 1, 2차 적률조건 $E[\epsilon_{t+1}] = 0$, $E[\epsilon_{t+1}^2] = \sigma^2 S_t^{2\gamma}$ 을 구할 수 있다. 따라서

$$\text{적률조건은 } f_T(\theta) = \begin{bmatrix} \epsilon_{t+1} \\ \epsilon_{t+1} S_t \\ \epsilon_{t+1}^2 - \sigma^2 S_t^{2\gamma} \\ (\epsilon_{t+1}^2 - \sigma^2 S_t^{2\gamma}) S_t \end{bmatrix} \text{을 사용하였다.}$$

일반화적률법을 사용하기 앞서 단위근 검정을 실시하여 안정성 여부를 확인하여야 하는데 본 연구에서는 Dicky-Fuller 단위근 검정을 실시하였으며, 그 결과 p-value가 0.025로 유의수준 5% 하에서 단위근을 가진다는 귀무가설을 기각하여 안정성을 확인하였다.

기초자산의 자료가 안정성 조건을 만족하므로, 앞서 소개한 4개의 적률조건을 사용하여 확률과정을 추정하고 추정결과에 기초하여 투자안의 가치를 측정한다. 확률과

- 6) 기업이 부채와 자기자본을 모두 이용해서 자금을 조달하는 경우 사용되는 것으로 타인자본비용과 자기자본비용을 자본구성비율로 가중평균한 값이다.

정의 추정은 기초자산이 확률과정이 기하브라운운동(GBM, Geometric Brownian Motion)을 따른다는 가정 하에 일반화적분법을 사용하여 모수를 추정하였으며, 일반화적분법을 통한 모형의 적합성 검증에서 GBM은 Hansen(1982)의 검정통계량을 만족하고 안정적인 변동성을 가지는 것으로 나타나 본 분석에 적합한 확률과정으로 판단하였다. 추정결과는 표 5와 같다.

(표 5) GMM 추정 결과
(table 5) The Result of GMM Estimation

| | 계수 | 표준오차 | t통계량 | p값 | χ^2 |
|----------|---------|--------|---------|--------|-----------------|
| α | 0 | - | - | - | 6.41* (0.04) |
| β | -0.0055 | 0.0091 | -0.61 | 0.5438 | |
| γ | 0.1360 | 0.0178 | 7.63*** | 0.0001 | |
| δ | 1 | - | - | - | |

주 : *** 0.1%유의수준에서 유의, * 5%유의수준에서 유의, F-tets 아래 괄호는 p-value

4.4 옵션가치 도출

실물옵션가격결정법을 활용하여 투자안에 내재된 옵션의 가치를 구하기 위해 기초자산인 미래수익의 현가를 구하고 그 확률과정이 GBM을 만족한다는 것을 규명하였다. 표 6은 유한차분법 계산에 필요한 변수들의 값을 정리한 것으로 옵션가치 산정을 위한 기본 변수들이다.

(표 6) 기초변수 정의
(Table 6) Definition of Basic Variables

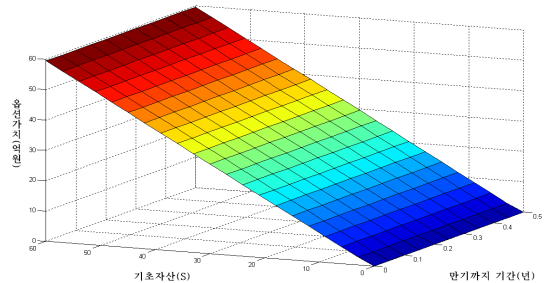
| 변수 | 정의 | 내용 | 값(억 원) |
|----------|--------|--------------------|--------|
| S | 기초자산가격 | 주가 | 39 |
| K | 행사가격 | 투자비용 ⁷⁾ | 0.5 |
| r | 무위험수익률 | 3년 만기 국고채 수익률 | 3.5% |
| σ | 변동성 | 확률과정의 변동성 추정 값 | 13.6% |
| T | 만기(년) | 투자 만기시점 | 0.5 |

표 7에 나타난 바와 같이 분석결과는 옵션의 가치가 하나의 값으로 나오는 것이 아니라 기초자산 축 및 시간 축으로 이루어진 공간상의 값으로 나타난다. 예를 들면 투자비용(K)을 0.5억 원으로 가정하였을 경우 기초자산

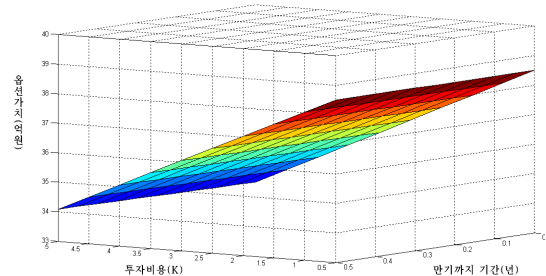
7) 본 프로젝트의 투자비용에 대한 정보를 획득할 수 없는 관계로 0.5억 원으로 가정하였으며, 이를 보완하고자 투자비용 변화에 따른 옵션가치의 변화를 민감도 분석결과로 제시하였다.

(S) 39억 원일 때 투자고려시점에서의 옵션가치는 약 38.509억 원으로 계산됨을 의미하며, 이는 투자비용이 5천만 원일 때 빅데이터 분석기법을 도입함에 따른 경제적 가치가 약 38억 5천만 원에 해당함을 의미한다. 시점에 따른 경제적 가치를 살펴보면 최초투자시점(t=0.5)과 최종시점(t=0) 사이에 약 100만 원에 해당하는 차이가 발생하며, 이는 투자결정시점에 직면하게 되는 시간가치로 해석할 수 있다.

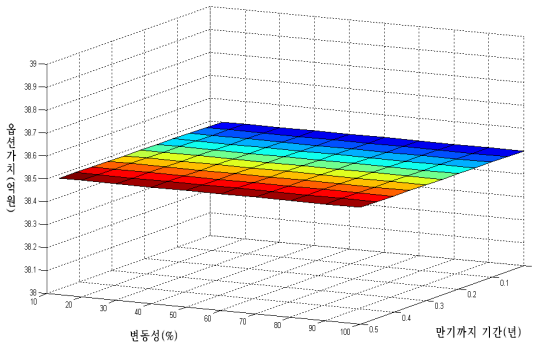
본 연구에서는 옵션가치 도출을 위한 입력변수 변화에 따른 민감도 분석을 실시하였다. 민감도 분석을 위해 기초자산, 투자비용 및 변동성변화에 따른 옵션가치의 변화를 분석한 결과, 기초자산의 경우 기초자산 크기가 작아질수록 옵션가치가 낮아지는 것으로 나타났고, 투자비용이 낮아질수록 옵션가치는 높아지는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 옵션가격결정이론의 결과와 일치함을 확인할 수 있다. 다만, 변동성 변화에 따른 옵션가치 민감도는 크지 않은 것으로 나타났는데, 이는 빅데이터 기술의 경우 기술도입 기간과 이에 따른 추가변동 폭이 낮아 변동성 증가에 따른 내재가치 증가 효과가 크지 않기 때문인 것으로 풀이된다. 민감도 분석결과는 그림 4-6에 나타내었다.



(그림 4) 기초자산변화에 따른 옵션가치
(Figure 4) Option Value of Underlying Asset Variation



(그림 5) 투자비용변화에 따른 옵션가치
(Figure 5) Option Value of Investment Cost Variation



(그림 6) 변동성변화에 따른 옵션가치
(Figure 6) Option Value of Volatility Variation

(표 7) 유한차분법 옵션가치

| S \ T-t | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 60 | 59.500 | 59.500 | 59.500 | 59.500 | 59.500 | 59.500 |
| 57 | 56.508 | 56.506 | 56.505 | 56.503 | 56.502 | 56.500 |
| 54 | 53.509 | 53.507 | 53.505 | 53.503 | 53.502 | 53.500 |
| 51 | 50.509 | 50.507 | 50.505 | 50.503 | 50.502 | 50.500 |
| 48 | 47.509 | 47.507 | 47.505 | 47.503 | 47.502 | 47.500 |
| 45 | 44.509 | 44.507 | 44.505 | 44.503 | 44.502 | 44.500 |
| 42 | 41.509 | 41.507 | 41.505 | 41.503 | 41.502 | 41.500 |
| 39 | 38.509 | 38.507 | 38.505 | 38.503 | 38.502 | 38.500 |
| 36 | 35.509 | 35.507 | 35.505 | 35.503 | 35.502 | 35.500 |
| 33 | 32.509 | 32.507 | 32.505 | 32.503 | 32.502 | 32.500 |
| 30 | 29.509 | 29.507 | 29.505 | 29.503 | 29.502 | 29.500 |
| 27 | 26.509 | 26.507 | 26.505 | 26.503 | 26.502 | 26.500 |
| 24 | 23.509 | 23.507 | 23.505 | 23.503 | 23.502 | 23.500 |
| 21 | 20.509 | 20.507 | 20.505 | 20.503 | 20.502 | 20.500 |
| 18 | 17.509 | 17.507 | 17.505 | 17.503 | 17.502 | 17.500 |
| 15 | 14.509 | 14.507 | 14.505 | 14.503 | 14.502 | 14.500 |
| 12 | 11.509 | 11.507 | 11.505 | 11.503 | 11.502 | 11.500 |
| 9 | 8.509 | 8.507 | 8.505 | 8.503 | 8.502 | 8.500 |
| 6 | 5.509 | 5.507 | 5.505 | 5.503 | 5.502 | 5.500 |
| 3 | 2.505 | 2.504 | 2.503 | 2.502 | 2.501 | 2.500 |

5. 결 론

본 연구에서는 실물옵션모형을 이용하여 기업의 빅데이터 기술도입에 따른 경제적 가치를 도출하였다. 경제

적 가치 산정을 위해 빅데이터 기술도입을 결정한 기업의 주가를 이용하여 추가증분으로 평가한 경제적 가치의 크기와 확률과정을 추정하고 이를 바탕으로 옵션가치를 도출하였다. 옵션가치 도출은 블랙-숄즈 편미분방정식을 도출하고 이를 수치해석적 방법인 유한차분법을 이용하였다.

분석결과, 빅데이터 투자비용을 5천만 원으로 가정했을 때, 추가증분을 통해 도출한 옵션가치는 약 38.5억 원으로 나타났고 시간가치는 약 1백만에 해당하는 것으로 나타났다. 따라서 빅데이터 기술도입은 실질적인 기업의 수익을 창출하는 효과에 더하여, 미미하지만 투자시점에 고려할 수 있는 추가적 시간가치까지 존재하는 것으로 해석된다.

본 연구는 빅데이터 기술도입에 따른 효과를 실물옵션을 도입하여 분석한 최초의 연구로 빅데이터 기술을 도입함으로써 얻게 되는 기술의 효과까지 분석하였다는 점과 빅데이터 옵션가치 도출에 빅데이터 기술을 도입한 기업의 주가를 기초자산으로 사용한 최초의 연구라는 점에서 기존연구와 차별화된다. 기업들의 빅데이터 기술 도입이 비교적 최근에 발생하였음을 고려할 때 동 분석방법론을 다양한 기업에 적용함으로써 빅데이터 기술의 정제된 가치를 도출하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 단일기업을 대상으로 한 빅데이터 기술도입에 따른 효과분석만을 제시하여 전반적인 빅데이터 기술의 경제적 가치를 대표하기에는 한계를 갖는 것으로 생각된다. 따라서 추후 연구를 통해 다양한 기업의 성과를 토대로 한 빅데이터 기술의 경제적 가치를 분석할 것이다.

참 고 문 헌 (Reference)

- [1] Park, K., "Valuation of R&D Project Using Real Options Approach", Master's Thesis, Graduate School of Konkuk University, 2000
- [2] Park, H., C. Jang, "Real Option Analysis for Medium Scale CHP Plant Investment with Volatile Electricity Prices", 『Environmental and Resource Economic Review』, Vol. 16, No. 4, 2007. pp.763-781.
- [3] Yoo, C., J. Kim, and E. Heo, "A Real Option Valuation Model for Resources Exploration Projects", 『Geosystem Engineering』, Vol. 48, No. 3, 2011, pp. 255-267
- [4] Yoon, W., "Economic Valuation of Nuclear Power Plants Using Simulation and Real Options Approach", 『Korean

- Energy Economic Review』, Vol. 5, No. 1, 2006, pp. 27-55
- [5] Lee, D., “Valuation on the photovoltaic core material technology : real option approach”, Master’s Thesis, Graduate School of Kyungbook National University, 2008
- [6] Jang, Y., D. Lee, and H. Oh, “Valuation of Renewable Energy using Real Option”, 『Korean Institute of Industrial Engineers Spring Joint Meeting』, 2011
- [7] Jeong, B., “Status and Future of Big Data Market”, 『KISDI Publication』, Vol. 25, No.4, 2013
- [8] Choi, B., “A study on the stochastic process estimation for real option valuation method”, Master’s Thesis, Graduate School of Seoul National University, 2003
- [9] KISTI, “Status and Future of Big Data Market”, KISTI Market Report, 2013
- [10] KAIT, “Big Data forums, domestic market leverage Big Data for the first activation, competition analysis ceremony held”, News Release, 2013
- [11] Hong, D., I. Lee, and K. Kim, “IT Investment Valuation using Real Option”, 『KISDI Research Report』, KISDI, 2001
- [12] Jonathan L. Herlocker, Lee R. Gordon, Jhon Riedl, “GroupLens : Applying Collaborative Filtering to Usenet News”, Communication of ACM. Vol.40 No.3, March 1997. pp.87-97.
- [13] Bayaga, A., S. Flowerday and L. Cilliers, “Valuing Information Technology (IT) and Operational Risk Management”, International Conference on ICT for Africa, 2013
- [14] Black, F. and M. Scholes, “The Pricing of options and corporate liabilities”, Journal of Finance Political Economy, Vol. 81, 1973
- [15] Chan, K.C, G. Andrew Karolyi, Francis A. Longstaff, and Anthony B. Sanders, “An empirical comparison of alternative models of short-term interest rate”, Journal of finance, Vol. 47, 1992, pp. 209-1228
- [16] Schwartz, E., “The real options approach to valuation: Challenges and pportunities”, Latin american journal of economics, vol. 50, no. 2, 2013
- [17] Hansen, L., “Large sample properties of generalized method of moments estimators”, Econometrica Vol. 50, 1982, pp. 1029-1054
- [18] Matyas, L., Generalized Method of Moments Estimation, 1999
- [19] Meschi, P.X. and L.T.W. Cheng, “Stock price reactions to Sino-European joint ventures”, Journal of World Business, Vol. 37 Issue 2, 2002, pp. 119-126
- [20] Newey, W. and K. West, “Hypothesis testing with efficient method of moments estimation”, International Economic Review, Vol. 28, 1987, pp. 777-787
- [21] Phillips, P.C.B. “Time Series Regression with a Unit Root”, Econometrica, Vol. 55, 1987, pp 277-301
- [22] Phillips, P.C.B. and P. Perron, “Testing for a unit root in time series regression”, Biometrika Vol. 75, 1988, pp. 335-346
- [23] Trigeorgis, L., “Real Options and Interactions with Financial Flexibility”, Financial Management, 1993, Vol.22 No.3
- [24] Villani, G., “Valuation of R&D Investment Opportunities with the Threat of Competitors Entry in Real Option Analysis”, Computational Economics, Vol. 43, No. 3, 2014, pp 331-355 Knowledge Discovery, vol. 10, no. 3, pp. 197-228, 2005.

● 저 자 소개 ●



장 혁 수 (Hyuk Soo Jang)

2006년 홍익대학교 기계공학 학사

2010년 The State University of New York at Stony Brook 석사

2011년~현재 연세대학교 기술경영협동학 박사과정

2013년~현재 언스트앤영 어드바이저리 컨설턴트

관심분야: 정보통신·미디어 산업/정책, 신재생에너지, 기후변화, EHS(Environment Health and Safety)

E-mail : hsjang0430@gmail.com



이 봉 규 (Bong Gyou Lee)

1988년 연세대학교 상경대학 학사

1992년 Cornell University 석사

1994년 Cornell University 박사

1997년~2004년 한성대학교 정보전산학부 교수

2005년~현재 연세대학교 정보대학원 교수

관심분야: 정보통신·미디어 산업/정책, 방송통신융합 정책

E-mail : bglee@yonsei.ac.kr