몬테카를로 시뮬레이션에 의한 순현재가치 평가 분석

Analysis and Evaluation of Net Present Value by means of Monte Carlo Simulation

정영배*

Chung, Yungbea

Abstract

In order to analyze of feasibility of project, for the construction remodeling and architectural prevention of disasters and so on, it is usually used probabilistic method for supplementation of deterministic assessment, and considered the uncertainty in the future. There is lots of necessity relationship with cost management, and propriety of project. In this study, it was analyzed, and evaluated with Monte Carlo simulation that the assessment of application the Net Present Value (NPV) which includes the main cause of the economic growth rate and inflation for what it was made the probability distribution model optimization. Assessment of the NPV institute the concept of growth rate from probability distribution for reflection of the uncertainty in the future as well as some initial conditions for the feasibility of project the Monte Carlo simulation were carried out. According to the simulation with 3 percentages of the growth rate, the result values of low level and high level for 99 percentages of the confidence level were 3753.86 and 3771.72, respectively. Also the coefficient of variation was obtained 5.58%.

Key words : Monte Carlo Simulation, Net Present Value, Discounted Cash Flow, Growth rate

요 지

리모델링 및 건축방재사업 등에 있어서, 합리적인 사업타당성 분석을 위하여 결정론적 평가의 보완과 다양한 요소의 불확실성을 고려해야 하는 경우에는 확률론적 방법이 활용된다. 사업 타당성 분석은 cost management와 관련이 깊다. 본 연구에서는 확률분포모델을 최적화하기 위하여 경제성장의 반영을 시도한 순현재가치 평가를 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 평가 분석하였다. 순현재가치의 평가에 있어서 사업타당성을 위한 초기뿐 아니라 미래의 불확실성을 반영하고자 확률분포에 의한 성장률 개념을 도입 하였으며, 이를 통하여 미래의 변동 요소를 반영한 평가방법을 제시 분석하였다. 성장률 3%일 경우, 몬테카를로 시뮬레이션에 의한 NPV의 결과 값의 신뢰수준은 99%일 때의 하한 값과 상한 값은 각각 3753.86과 3771.72값을 얻을 수 있었으며, 변동성은 5.58%를 얻었다.

핵심용어 : 몬테카를로 시뮬레이션, 순현재가치, 현금흐름할인, 성장률

1. 서 론

리모델링 및 방재사업 등에 있어서, 투자분석기법에는 현금흐름할인법, 어림셈법 그리고 비율분석법 등이 쓰인다. 본 연구에서는 이러한 Feasibility study과정에서 순현재가치 평가를 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 평가 분석하고자 한다.

1.1 연구의 배경 및 목적

사업타당성을 평가에 순현재가치 평가를 통하여 평가하는 경우가 적지 않다. 현금흐름할인법(discounted cash flow, DCF)을 고려하여 평가를 할 경우, 현금흐름할인에 의하여 순현재가치가 평가에 가치에 영향을 미치는 다양한 변수들이 평가시점뿐 아니라 미래에도 발생된다. 그럼에도 불구하고 이

러한 변수를 고려하지 않고 순현재가치를 평가하여 사업타당성을 검토하는 경우도 있다.

Copeland and Antikarov(2003), 김변일 등(2009)에 의하면, 이 경우 현금흐름할인은 사업타당성 평가에 있어서 전략적 가치 평가와 미래의 불확실성을 반영하지 못하는 한계가 있으며, 환경변화 및 상황변화에 따른 의사결정의 유연성을 가지지 못한다. 시장의 변화와 사업 분야의 변동성이 큰 사업의 경우에는 보다 변동성의 변수를 고려한 확률적인 방법을 활용하여 보다 유용한 평가를 할 필요가 있다고 하였다. 또 박도영 등(2010)에 의하면, 이항옵션을 활용한 가치평가 및 투자시점에 대한 연구에서 현금흐름할인법에 의한 평가의 비유연성 평가방법을 개선하는 방법을 제시하는 연구도 있다. Barrett 등(1982), 이성수 등(2006) 그리고 박종배 등(2008)

*교신저자. 정회원. 한국국제대학교 실내건축학과 교수(Tel: +82-55-751-8224, Fax: +82-55-751-8224, E-mail: chungybea@gmail.com)
Corresponding Author: Member, Professor, Department of Interior Architecture, International University of Korea

에 의하여 확률론적 방법에 의한 건축개발 사업의 타당성 평가 등이 연구되었으며, 다양한 요인과 불확실성을 고려하여 분석하고 있다. 그러나, 그 요인은 다양하고 불확실성을 충분히 반영하지 못하고 있으며 일정하지 못하다. 미래의 경제성장을 고려하여 사업성을 평가 분석하는 연구에 있어 불가상승과 사회적 불확실성에 의한 인플레이션 등을 반영한 성장률 개념을 고려할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 보다 순현재가치의 평가에 있어서 초기뿐 아니라 미래의 불확실성을 반영하고자 정규분포를 따르는 성장률 개념을 도입하였으며, 몬테카를로 시뮬레이션 수행을 통하여 미래의 변동성을 반영한 평가방법을 제시하고 이에 대해 분석하고자 한다.

1.2 연구범위 및 조건

기업의 가치를 평가하는 방법에는 현금흐름할인법(DCF), 상대가치평가법, 옵션가치평가법(option pricing) 등 다양한 방법이 존재하나 모든 경제행위와 경제적인 가치를 현금으로 표현할 수 있다는 점 때문에 현금흐름할인법이 주로 사용된다.

1.2.1 연구의 범위

본 연구는 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하여 순현재가치를 보다 유용하게 평가 분석하는데 목적이 있으므로 확률변수는 독립적이고 정규분포를 따르는 것으로 설정하였다. 확률변수에 대한 불확실성은 경제성 척도를 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 순현재가치로 분석함으로써 반영할 수 있을 것이다. 또한 할인율은 시대와 상황조건에 따라 다양하게 다르겠지만, 본 연구에서는 일정 값을 주어 시뮬레이션 하였으며 현금흐름할인계수는 일시불에 대하여 고려하였다.

1.2.2 시뮬레이션 초기조건

몬테카를로 시뮬레이션을 위하여 초기비용과 성장률 그리고 표준편차를 Table 1에 주었다.

현금흐름할인법을 적용함에 있어서 할인율은 10%를 주었으며 표준편차 1.2%를 갖는 정규분포를 따르는 것으로 추정하였다. 정규분포를 따르는 성장률을 고려하여 몬테카를로 시뮬레이션을 실행하였으며, 몬테카를로 시뮬레이션 결과에 의한 성장률을 사용하여 현금흐름을 구하였다. 몬테카를로 시뮬레이션의 성장률이 고려된 현금흐름을 바탕으로 시간 t (년)에 해당하는 순현재가치를 구하여 평가 분석하였다.

1.3 연구방법

몬테카를로 시뮬레이션을 위해 확률변수가 정규분포를 따르는 것으로 설정하였으며, 현금흐름할인법 적용에 할인율, 정

규분포의 평균과 표준편차를 주었다. 정규분포의 확률변수에 대한 변동범위는 1 σ 로 하였으며, 초기비용, 초기 성장률 그리고 초기 현금흐름할인계수 등을 설정하여 사용하였다. 변동범위는 1 σ 로 함으로써, NPV의 확률분포의 평균으로부터 흩어짐을 적게 하였다. 미래가치의 현금흐름과 성장률은 정규분포를 따르는 시뮬레이션을 통하여 얻었다. 시뮬레이션 시간은 10년으로 하였다.

2. 순현재가치와 현금흐름할인법의 이해

2.1 순현재가치법(NPV)

순현재가치(net present value, NPV)는 투자로부터 예상되는 미래의 현금유입액을 현재가치로 평가한 금액에 대한 예상되는 현금유출액을 현재가치로 평가한 금액을 말한다. 경제성 평가에서 현금흐름의 순현재가치의 크기를 기준으로 판단하여 의사결정을 하는 방법이다. 즉 현금유입의 현재가치의 합에서 현금유출의 현재가치의 합이며, 투자가치의 요구수익률인 할인율에 기인한다. 몬테카를로 시뮬레이션에 의한 성장률 개념을 고려하여 순현재가치의 계산은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$NPV^f = -FCF_{initial} + \sum_{t=1}^n \frac{FCF_t(1+g)}{(1+R)^t} \quad (1)$$

여기서 $-FCF_{initial}$ 은 초기비용이고 FCF_t 는 미래에 대한 현금흐름이며, g 는 성장률을 나타낸다. 또 R 은 무위험이자율을 나타내며 t 는 시간을 나타낸다. 순현재가치법에 의한 의사결정기준은, 먼저 독립적인 투자안의 경우에 순현재가치가 영(0)보다 크면 경제성이 있는 것이고 영(0)보다 작으면 경제성이 없는 것으로 의사결정 하게 되며, 2이상의 투자안의 경우에는 상호 배타적인 여러 투자안 들이 있는 경우에는 순현재가치가 영(0)보다 큰 투자안들 중에서 순현재가치가 가장 큰 투자안을 선택하는 것이 일반적이다. 즉 초기비용의 크기와 관계없이 순현재가치의 크기만을 비교함으로써 수익률이 작으면서도 순현재가치가 큰 투자 안을 선택하는 경향이 있다.

2.2 현금흐름할인법(DCF)

현금흐름할인법(discounted cashflow, DCF)이란 미래의 활동을 통해 기대되는 순현재가치를 할인율로 할인하여 기업 가치를 산출하는 방법으로서, 주로 사용되는 현금흐름에 따라 주주잉여현금흐름할인(free cashflows to equity, FCFE)모형과 기업잉여현금흐름할인(free cashflows to firm, FCFF) 모형 등이 있다. 주주잉여현금흐름할인모형은 주주에게 기대되어지는 현금흐름, 즉 매출액에서 모든 비용, 세금, 그리고 이자와 부채원금상환액을 차감한 후의 잔여현금흐름을 자기자본비용으로 할인하여 구하는 방법이며, 기업잉여현금흐름할인모형은 기업에 기대되어지는 미래의 현금흐름, 즉 영업수익(매출액)에서 모든 영업비용과 세금지급후(그러나 이자와 부채상환액 지급 전)의 현금흐름을 가중평균자본비용으로 할인하여 구하게 된다. 이 두 방법은 각기 다른 현금흐름과 할인율을 사용하며, 이론적으로 두 방법에 의한 평가 결과는 같다. 현

Table 1. Given Values for Monte Carlo Simulation

Items g(%)	Initial investment (\$)	Cash flow year 1 (\$)	Growth rate g (%)	Time (years)	Std dev (%)
given values(\$)	10000.00	2000.00	3	10	1.2

금흐름할인법을 통한 기업평가지 주요 변수(미래현금흐름, 할인율, 성장률, 잔존가치 등)에 대한 평가자의 주관적으로 평가될 수 있으므로 실용성을 바탕으로 하여야 하며, 기업의 존재목적과 투자목적 등을 고려할 때 논리적으로 할 수 있어 가장 많이 사용하고 있다. 현금흐름을 기준으로 기업 가치를 산출하는 방법으로, 기업의 과거실적을 바탕으로 미래현금흐름을 예측해야 하는 조건으로는 시장상황을 고려하여 매출액 및 매출원가 등의 추정, 변동비와 고정비의 구분, 법인세율의 계산, 그리고 투자예상액의 추정이 필요하다. 이러한 항목들은 상호 밀접한 관계를 가지고 있으며 그 관계를 바탕으로 성장(잠재)율을 예측하고 시나리오를 작성, 최종적으로 재무제표에 따라 미래현금흐름을 예측하게 된다. 또 미래현금흐름을 할인하기 위한 할인율을 정하는데 통상 자본원천에 따라 각각의 자본비용을 산출하고 각 자본의 구성 비율로 가중 평균한 기대수익률인 가중평균자본비용(Weighted Average of Capital Cost: WACC)를 추정한다. 자기자본비용은 통상 자본자산가격결정모형(Capital Asset Pricing Model: CAPM)을 이용하여 산출하고 타인자본비용은 평균조달비용에 의해 산출된다.

3. 몬테카를로 시뮬레이션

몬테카를로 시뮬레이션은 어떤 사건의 확률분포(probability distribution)로부터 표본 집단을 추출하여 요구조건 하에서 생성될 수 있는 모의시험 결과의 확률분포 모델을 추정하는 확률 통계적 방법이다. 이 때 확률분포모델을 최적화하기 위해서 많은 시간과 모의시험이 소요되는데 몬테카를로 시뮬레이션에서는 난수생성을 활용하여 보다 효과적으로 시간을 절약하면서 유효한 결과를 도출할 수 있는 메커니즘을 가진 시스템이다.

3.1 확률분포

김영진 등(2012)에 의하면 몬테카를로 시뮬레이션을 위하여 샘플링방법과 모집단 추정으로 각 입력변수와 난수 생성방법에 따른 확률분포를 설정하고 있다. 본 연구에서는 성장률과 현금흐름할인율에 대한 확률변수로 하여 몬테카를로 시뮬레이션 실행하였으며 이들은 정규분포를 따르는 것으로 설정하였다. 이들 확률변수의 변동범위는 1σ (σ : 표준편차)를 적용하여 몬테카를로 시뮬레이션을 사용하여 순현재가치를 분석하였다.

Fig. 1에 정규분포를 따르는 성장률이 고려된 NPV의 확률밀도함수(probability density function, pdf)와 누적확률밀도함수(cumulative density function, cdf)의 일례를 나타낸다. 정규분포의 확률밀도함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f_X(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, -\infty \leq x \leq \infty \quad (2)$$

표준정규분포(평균=0, 분산=1인 확률분포)는 다음과 같이 표현할 수 있다.

몬테카를로 시뮬레이션에 의한 순현재가치 평가 분석

Fig. 1. pdf and cdf of Normal Distribution for Monte Carlo Simulation(sample)

$$f_S(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(z)^2}, -\infty \leq z \leq \infty \quad (3)$$

또한 누적확률밀도함수는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$F_X(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(x)^2}, 0 \leq x \leq \infty \quad (4)$$

3.2 시뮬레이션 프로세스

순현재가치(NPV)를 구하기 위한 아래 식을 사용할 수 있게 되며, 초기투자 비용과 매년 평가된 성장률을 고려하여 계산하였다.

$$NPV^f = C^{t_{initial}} + \frac{C_1 \cdot (1+g_1)}{(1+R)^1} + \frac{C_2 \cdot (1+g_2)}{(1+R)^2} + \frac{C_3 \cdot (1+g_3)}{(1+R)^3} + \dots + \frac{C_t \cdot (1+g_t)}{(1+R)^t} \quad (5)$$

식 (5)에서 1년부터 t 년까지 미래에 일정한 현금흐름과 성장률이 반복되는 경우에 식 (5)를 활용하여 순현재가치를 평가할 수 있고, 여기서 NPV^f 는 수식에 의한 순현재가치평가값을 나타내며, $C^{t_{initial}}$ 은 초기비용이며, g_t 는 t 년에 대한 성장률을 나타낸다. 그리고 R 은 할인율을 나타내며, C_t 은 t 년에 대한 현금흐름을 나타낸다. Monte Carlo Simulation을 위한 성장률(growth rate)은 다음 식으로 정의하였다.

$$g = \mu + \sigma \cdot z \quad (6)$$

여기서 g 는 성장률을 나타내며, z 는 확률변수를 나타낸다. 또 μ 와 σ 는 각각 평균과 표준편차를 나타낸다.

Fig. 2. Cash Flows Using Growth Rate Each Year

Fig. 3. Monte Carlo Simulation of Normal Distribution(sample)

Fig. 2는 해당 년의 평가된 현금흐름을 나타내며, 현금흐름은 정규분포에 의한 성장률을 사용하여 얻었다. Fig. 3은 확률분포로부터 미래가치를 평가한 현금흐름과 성장률에 대해 도식화하였다.

4. 해석방법 및 결과분석

4.1 몬테카를로 시뮬레이션 해석

몬테카를로 시뮬레이션을 실행하기 위하여 일시불의 현금흐름할인계수(discount cash flow factor)는 다음과 같이 정의하였다.

$$\left(\frac{1}{1+R}\right)^t \quad (7)$$

여기서 R 은 할인율(discount rate)를 나타내며, t 은 시간(time, year)를 나타낸다. Fig. 4는 몬테카를로 시뮬레이션 수행 과

Fig. 4. Process of Monte Carlo Simulation

정을 도식화하여 나타낸 것이다. 몬테카를로 시뮬레이션의 반복횟수는 5,000회 실행하여 구하였다.

4.2 성장률 3%일 경우의 시뮬레이션의 예

Table 2 및 Table 3에 순현재가치법(NPV) 평가와 더불어 내부수익률법(Internal Rate of Return, IRR) 및 수익률지수법(Profitability Index, PI)에 대해서 함께 산출하여 제시하였다. 여기서 IRR은 현금유입의 현재가치의 합과 현금 유출의 현재가치의 합을 같게 하는 수익률이며, 복수의 내부수익률과 허수의 내부수익률이 존재하는 특성을 가지고 있다. 또 PI는 주로 투자가치의 우선순위 결정할 경우에 이용되는 것으로서 수익성지수법을 의미한다. 이는 현금유출의 현재가치의 합에 대한 현금유입의 현재가치의 합에 의해 산출된다.

또한 Table 4에 성장률 변화에 따른 시뮬레이터된 NPV 및 변동계수를 나타낸다.

4.3 평가된 NPV의 분석

몬테카를로 시뮬레이션 결과의 타당성을 분석하기 위하여 시뮬레이션으로 생성된 순현재가치에 대한 신뢰구간을 살펴 보았다. 몬테카를로 시뮬레이션 결과에 대한 타당성 분석은 여러 통계량을 사용할 수 있으나 신뢰구간 분석이 사용될 수 있다. 따라서 본 연구에서 신뢰구간 분석을 사용하여 분석하였으며 신뢰구간 추정치는 특정 모집단의 특성을 나타내는 통계량, 예를 들어 모평균 등이 속하는 어떤 구간을 산출하여 추정하는 방법이다.

신뢰구간 추정 개념은, 신뢰수준(confidence level)과 신뢰구간(confidence interval) 그리고 신뢰한계(confidence limit)으로 설명된다. 먼저 신뢰수준은 산출된 구간이 모수를 포함

Table 2. A results of NPV, IRR and PI

Items value	NPV Mean (\$)	NPV std dev (\$)	Minimum (\$)	Maximum (\$)
Obtained value	3,762.79	245.61	3,031.51	4629.21

*성장률 g 값이 3%일 경우

Table 3. Variable of NPV using Monte Carlo Simulation

Items value	NPV by formula(5) (\$)	IRR(%)	PI(\$)	Pay back (year)
Obtained value	3767.63	18	1.37	6.798

*성장률 g 값이 3%일 경우

Table 4. NPV by Means of Monte Carlo Simulation Each Growth Rate

Items	$g(\%)$	-5	0	3	10	15
Simulated values(\$)		379.25	2143.22	3767.63	8302.10	12222.04
c. o. v(%)		64.39	9.08	5.58	3.95	3.42

*몬테카를로 시뮬레이션에 따라 주어진 확률밀도함수의 랜덤 범위 내에서 시뮬레이션 값 변화.

할 확률로서 신뢰수준은 통상 95%, 99%를 사용하는 경우가 많다. 신뢰구간은 특정 신뢰수준하에서 모수를 포함하는 구간을 말하며, 하한 값과 상한 값으로 표시된다. 또 신뢰한계는 신뢰구간의 하한 값 또는 상한 값을 말한다. 신뢰구간 추정을 위하여 모수의 점추정량으로 사용되는 각종 추정량, 예를 들어 통계량, 표준평균, 표준편차 등을 활용하였다. 몬테카를로 시뮬레이션으로부터 구한 평균값의 신뢰구간은 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$[\bar{X} - z_{\alpha/2}(s/\sqrt{n}), \bar{X} + z_{\alpha/2}(s/\sqrt{n})]$$

여기서 $\bar{X}$ 는 표본평균을 나타내며, s 는 표본표준편차를, n 은 표본의 크기를 나타낸다. 일반적으로 신뢰수준 95%일 경우의 값은 1.96이며, 99%일 경우의 $z_{\alpha/2}$ 값은 2.57이다. 본 연구의 몬테카를로 시뮬레이션에 의한 순현재가치의 신뢰수준은 다음과 같이 추정된다. 즉 신뢰수준 99%일 때의 하한 값 상한 값은 각각 3753.86과 3771.72값을 얻을 수 있었다.

5. 결 론

확률분포에 의한 성장률을 고려하여 몬테카를로 시뮬레이션을 실행한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 순현재가치 평가를 위하여 성장률 개념을 도입하였으며 미래 불확실성에 대한 변동성을 반영하였다고 사료된다. Monte Carlo Simulation을 위한 성장률(growth rate)은 식(5)인 $g = \mu + \sigma \cdot z$ 와 같이 제시되었다.
- 2) 몬테카를로 시뮬레이션에 의한 NPV의 결과 값의 변동성은 성장률 3%일 경우에 5.58%를 보였다. 변동성은 평가되는 NPV값의 흩어짐 정도를 의미하며 의사결정에 있어서 고려할 수 있는 지표 중 하나가 된다.
- 3) 성장률을 고려하여 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 순현재가치를 평가한 결과, 미래의 불확실성과 인플레이션 등을 고려할 수 있는 유효한 순현재가치 평가분석에 유용하다고 사료된다.
- 4) Monte Carlo Simulation을 위한 확률분포 및 확률분포에 대한 적합성과 변동성뿐 아니라 사업 타당성 분석에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 CnK Research Institute의 연구 프로세스의 일부입니다.

References

- Barrett, G. Vincent, Blair, John P (1982) How to conduct and analyze real estate market and feasibility studies New York, Van Nostrand Reinhold Co., pp. 322.
- Common Sense Dictionary, Parkmungak
- Copeland, Thomas E, Antikarov, Vladimir (2003) Real options : a practitioner's guide, New York, Texere, pp. 322
- Kim, B., Kim, D.Y., Han, S.H. (2009) Supporting Market Entry Decisions For Global Expansion Using Option + Scenario Planning Analysis, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 10, No. 5, pp. 135-147.
- Kim, Y.-J., Park, C.-S., Kim, I.-H. (2012) Sampling Methods and Stochastic Inference in Monte Carlo Building Simulation, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 28, No. 6, pp. 227-236.
- Lee, S.-S., Kang, K.-I. (2006) Establishing the Probabilistic Model of Financial Analysis on Architectural Development Projects-Focused on the Monte Carlo Simulation in Apartment Project-, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 22, No. 6, pp. 129-138.
- Park, D.-Y., Jeong, S.-H., Shon, Y.-J., Kim, J.-H., Kim, J.-J. (2010) A Study on Valuation and Investment Timing in Real Estate Development Project by Using a Binomial Option Model-Focusing on Office Building Development Projects-, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 26, No. 11, pp. 107-116.
- Park, J.-B., Kwon, K.-B., Cho, Y., Paek, J.-H. (2008) Feasibility Analysis Model Study of Realstate Development -Focused on Construction Project Development of Apartment and Stores-, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 24, No. 3, pp. 179-186.

© Received October 14, 2013

© Revised October 15, 2013

© Accepted November 5, 2013