

실물옵션을 이용한 해외 부동산 투자 가치평가 연구

구승환¹, 왕핑¹, 장성용^{2*}

¹서울과학기술대학교 IT정책전문대학원, ²서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과

A Study on Valuation of Foreign Real Estate Investment using Real Option

Seung-Hwan Gu¹, Wang Ping¹ and Seong Yong Jang^{2*}

¹Department of Industrial & Information Systems Graduate School of Public Policy and
Information Technology, Seoul National University of Science and Technology

²Department of Industrial & Information Systems Engineering, Seoul National University of Science
and Technology

요약 본 연구에서는 해외 부동산 투자 고려 시 의사결정을 위한 방법으로 실물옵션을 제시하였다. 이를 위해 투자 의사결정을 위한 방법인 기존 현금흐름할인법(DCF)과 실물옵션 기법 중 부동산 투자에 적합한 모형이라 할 수 있는 이항옵션모형을 사용하여 한국과 중국 시장의 부동산 투자 대안을 실증 비교하였다. 이를 위해 한국의 서울과 중국의 상하이 부동산 시장을 대상으로 2001년 ~ 2009년의 데이터를 추출하여 분석하였다. 투자기간 동안의 순현재가치법(NPV:Net Present Value)를 산출한 결과 서울은 435.44로 나타났으며, 상하이는 398.26으로 나타나 순현재가치법에 의한 투자결정 대안으로는 서울에 투자하게 됨을 알 수 있었다. 하지만 실물옵션을 사용하여 옵션의 가치를 산출한 결과 서울은 615.4, 상하이가 628.7로 나타나 상하이가 투자에 적합한 것으로 나타났다. 실제 이에 근거해서 투자했을 경우의 결과를 비교해보면, 서울은 2010년 이후 2013년 현재까지 부동산 가격이 하락하였기 때문에 손해를 보았을 것이며, 상하이는 이전에 비해 상승폭은 줄어들었으나 부동산 가격은 상승했기 때문에 수익을 올릴 수 있었을 것이다. 이로써 기존 현금흐름할인법에 의해 부동산 투자 의사결정을 내리는 것보다 실물옵션을 사용하여 투자 의사결정을 내리는 것이 적합하다는 것을 알 수 있었다.

Abstract In this study, when to invest in real estate abroad, to present a real option in the way of decision-making. Thus, by using the binomial option model of one of the real thing and DCF, we compared the choice of real estate investment in China and South Korea. Research concerns the real estate market of Shanghai and Seoul, Analyzed the data between 2001-2009. Results were calculated NPV investment period (Net Present Value), Seoul appears in 435.44, Shanghai was 398.26. Investment decision by NPV method will select Seoul. However, as a result of calculating the value using the real option, it was found that for Seoul appear in 615.4, Shanghai has been shown to 626.1, and is suitable for investment in Shanghai. Assuming on the basis of this, that it has invested in practice, and compare the results, Seoul is intended for since 2010, real estate prices fell to 2013 currently, damage has occurred, profit's occurred Shanghai. This ensures that when making decisions in real estate investment and to use the real option than the existing DCF is appropriate.

Key Words : Foreign Real Estate, Real Option

1. 서론

최근 세계경기 위축과 국내 부동산가격 하락 및 주식

시장의 변동성 증가, IT 기술의 발달로 인해 사람들은 해외 투자에도 관심을 가지게 되었다. 실제 중국을 비롯한 베트남, 인도, 인도네시아 등 개발도상국들의 주식 및 부

*Corresponding Author : Seong Yong Jang(Seoul National University of Science and Technology)

Tel: +82-2-970-6473 email: syjang@seoultech.ac.kr

Received July 31, 2013

Revised (1st September 23, 2013, 2nd October 10, 2013)

Accepted November 7, 2013

동산시장은 가파르게 성장했으며, 수많은 투자금액이 이들 나라로 유입되었다. 하지만 해외투자는 환율과 해당지역에 대한 이해 등 다양한 변인들을 고려해야하기 때문에 투자자들의 의사결정이 어렵다. 이러한 환경을 극복하기 위해 투자를 위한 다양한 의사결정 기법들이 연구되어 왔다.

일반적으로 사람들이 투자를 고려하는 과정에서 기업이나 부동산 등 투자대상의 가치를 평가하는데 있어서 현금흐름할인법(DCF: Discounted Cash Flow)이 주로 사용되어 왔다. 현금흐름할인법(DCF)은 순현재가치법(NPV: Net Present Value), 내부수익률법(IRR: Internal Rate of Returns), 수익성지표법(PI: Profitability Index)의 3가지 방법으로 구성되어 있는데, 화폐의 시간 가치를 고려하면서도 계산이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 전통적인 방법이라 할 수 있는 현금흐름할인법(DCF)은 투자대안의 가치에 영향을 주는 변수들이 투자시점에서 확정되고, 시간이 흘러감에도 불구하고 변화하지 않는다는 가정을 전제로 하기 때문에 실제 발생할 수 있는 변동성을 반영하지 못한다는 단점을 가진다. 이러한 단점을 지적하여 여러 학자들은 미래의 불확실성과 환경변화를 반영하면서, 의사결정을 변경하기 위한 다양한 방법에 대해 연구하기 시작하였다[1][2].

DCF의 단점을 극복하기 위해 탄생한 것이 바로 실물 옵션이론(Real Options Theory)이라 할 수 있겠다. 실물 옵션은 일반적으로 개인보다는 기업에서 부동산이나 자원 등의 개발을 수행하기 전에 불확실성이 높은 상황에서 미래시점의 투자 효과를 산정하고 의사결정을 위해 사용되고 있다. 이와 관련한 연구로 실물옵션을 이용하여 신재생 에너지 R&D의 가치 및 시점을 살펴본 것과[3], 재건축사업의 가치평가를 실물옵션을 이용하여 평가한 연구가 있다[4].

선행연구에서도 알 수 있듯 실물옵션 이론을 이용할 경우, 가치평가 및 최적 투자시점까지도 알 수 있기 때문에 본 방법은 기존의 현금흐름할인법(DCF)보다 효과성이 있다고 할 수 있겠다. 실제로 기업 환경과 IT 기술의 급속한 변화로 인해 높은 불확실성이 존재하므로 현금흐름할인법(DCF)과 같은 기존의 방법론을 사용하여 IT 투자 가치를 평가하는 경우 투자 가치가 과소평가될 수 있다고 하였으며[5], 다른 연구에서도 부동산 개발 사업의 가치평가 등과 같이 불확실성이 높은 의사결정에서 현금흐름할인법(DCF)이 가치를 제대로 평가하지 못한다고 하였다[6].

실물옵션은 개발 사업이나 R&D투자 등 기업체에서만 주로 사용되고 있는 실정이며, 개인적인 투자 시에 사용이 미미하다고 할 수 있다. 일반적으로 투자 관련 옵션을

사용할 경우 금융 옵션을 주로 사용하게 되는데, 대표적인 사례가 주식시장에서의 콜옵션과 풋옵션이라 할 수 있겠다. 하지만 부동산의 성격상 주식시장과는 차이점을 보이기 때문에 부동산에 대한 투자에 있어서 옵션을 적용하는 경우, 금융옵션보다는 실물옵션을 적용하는 것이 바람직 할 것이라 판단된다. 왜냐하면 금융옵션의 경우 소유자의 권리 행사여부에 대한 배타적인 권리부여인 반면, 실물 옵션은 여러 가지 영향을 받기 때문이다. 또한 금융옵션은 증권처럼 시장에서 최소의 비용으로 거래가 가능하지만, 실물옵션은 그러하지 못하다. 다음 Table 1은 금융옵션과 실물옵션을 비교한 내용이다. Table 1에서 보듯 금융옵션과 실물옵션의 차이는 기초자산의 경우 주식의 현재가치와 기대 현금흐름의 총 현재가치로 대변되며, 행사가격의 경우는 행사가격과 투자비용으로 적용하게 된다.

[Table 1] Comparison of Financing Options and Real Options[7]

Division	Financing Options	Real Options
underlying asset	Present value of stocks	Total present value of expected cash flows
Exercise price	Exercise price	Investment price
Period	Remaining period to maturity	Time to have a chance to be destroyed
Volatility	Valuation uncertainty	Investment uncertainty
Discount rate	Risk-free interest rate	Risk-free interest rate

이항옵션을 활용한 투자대안 선정에 관한 연구에 있어 개인의 입장보다는 기업의 입장에 입각한 연구가 주로 수행되어 왔다. 또한 다른 투자가치 평가방법보다 이항옵션 모형이 우수하다는 것을 알 수 있었으며, 프로젝트나 금융자산 투자 등의 의사결정 분야에도 적용이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 최근 사람들의 투자 범위가 세계적으로 확대되고, 주식과 부동산 등 다양한 자산에 투자하게 됨에 따라 개인 투자 의사결정에도 이항옵션 모형을 활용하는 방안을 연구할 필요성이 증대되고 있다. 하지만 기존의 연구는 기업에서 효율적인 의사결정을 위한 방안으로 이항옵션 모형을 사용하는 것에 초점을 맞추고 있기에 개인의 투자 대안 선택 시 이항옵션을 사용하는 투자방안에 대한 연구는 미미한 실정이다. 이는 개인의 경우 규모가 매우 작고, 이항옵션이 적용하기 어렵다는

선입견 때문인 것으로 판단된다. 하지만 정보화기기의 발달로 개인들도 정보를 쉽게 취득할 수 있고, 집단지성 등을 통해 관련 방법을 더욱 발전시켜나갈 수 있으므로 개인의 측면에서 활용방안에 대한 연구가 증가하게 될 것이다.

따라서 본 연구는 선행연구와는 다르게 개인의 측면에 입각하여 개인이 사용할 수 있는 투자가치 평가방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 부동산 투자의 가치평가를 위해 실물옵션 중 하나인 이항옵션 모형(Binomial Option Model)에 기초하여 국내와 해외 부동산 가치 평가모형을 제시하고자 한다. 대안은 국내에 투자할 경우와 해외에 투자할 경우로 나누며, 서울과 상하이를 대상으로 한다. 변동성을 추정하기 위해 서울과 상하이의 부동산 지수를 사용하였으며, 2001년부터 2009년까지의 부동산 지수 데이터를 사용하여 역사적 변동성을 추정하여 비교분석한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 1장 서론에서는 연구의 목적 및 필요성을 서술하고, 연구의 구성을 설명한다. 2장 이론적 배경에서는 부동산 투자와 관련된 실물 옵션의 선행연구들을 분석하고, 이를 통해 부동산 투자에 적용할 수 있는 실물옵션 기법을 선택한다. 3장에서는 이항옵션모형을 사용하여 본 연구를 설계한다. 4장에서는 3장에서 설계된 모형을 토대로 한국과 중국 각 시장의 DCF와 옵션가치를 산정하고, 연기옵션을 사용하여 최적 투자시기를 결정한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구를 요약하고, 의의 및 한계점을 제시한다. 이를 토대로 일반적인 개인투자자도 쉽게 투자에 대한 의사결정을 내릴 수 있는 투자의사결정 모형을 제시하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 실물옵션

실물옵션은 옵션 가격결정 모형을 실물자산의 가치 평가에 적용한 것으로 보통 사업의 확장이나 포기, 투자의 지연 및 방법 변경 등에 따른 선택권(option)을 실물자산의 가치산정에 반영하는 방법이다. 실물옵션에 대한 개념은 Black and Sholes[8]가 개발한 Black-Sholes 옵션가격 결정 모형부터 시작된다. Black-Sholes 모형은 옵션의 가격결정을 체계적으로 분석하고 정형화하여 설명하였다. 이러한 옵션의 개념을 금융 분야에서 실물자산에 적용한 것은 재무옵션에 대한 내용을 자본예산과 R&D 자원분배와 관련된 이슈에 적용한 Myers[9]의 연구부터라 할 수 있다. 이후 Cox-Ross- Rubistein[10]에 의해 개발된 이항

옵션가격결정모형은 복잡한 수학적 기법을 사용하지 않고도 옵션의 가격결정 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 만들어, 복잡한 파생상품의 가치평가가 용이하도록 하였으며, 실물옵션이 널리 사용되게 된 계기가 되었다.

실물옵션은 각각 의사결정단계에 있어 환경의 변화에 따른 투자의 연기, 확장, 축소, 포기, 변경 등을 선택할 수 있는 옵션으로 구성되어 있기 때문에 의사결정의 유연성을 제공한다. 따라서 기존의 현금흐름할인법(DCF)이 가지고 있는 한계점을 보완할 수 있는 기법이라고 할 수 있으며, 현금흐름할인법(DCF)에 옵션의 가치를 합한 개념이라 할 수 있다. 현금흐름할인법(DCF)에 기인한 실물옵션에 대한 내용을 간략히 수식으로 정리하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Expanded NPV} = \text{Static NPV} + \text{Option Premium}$$

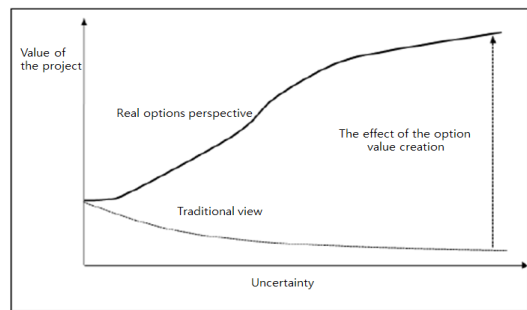
여기서,

$$\text{Expanded NPV} = \text{실물옵션을 통한 투자 안 가치}$$

$$\text{Static NPV} = \text{DCF 모형을 통한 투자 안 가치}$$

$$\text{Option Premium} = \text{상황에 따른 유연성의 가치}$$

즉, 실물옵션은 기존의 DCF법을 보완하고 투자 안에 내포되어 있는 불확실성을 고려함으로써 의사결정자에게 선택의 틀을 제공한다고 할 수 있다. 따라서 실물옵션을 적용한 가치평가방식은 이익창출가능성을 보다 크게 하고 손실 발생 가능성을 제한하여 투자안의 가치를 증가시키는 역할을 한다[6]. Fig. 1은 불확실성하에서 실물옵션의 가치창출 효과를 나타내고 있다[11].



[Fig. 1] The effect of real options to value

실물옵션은 학자마다 다르게 정의하고 있는데, Amram & Kulatilaka[12]는 옵션을 운영, 투자, 계약보증 옵션으로 구분하였으며, Trigeorgis[13]는 연기, 단계별 투자, 규모변경, 포기, 전환, 성장, 복합적 연기로 구분했다. Trigeorgis의 구분에 따라 실물옵션을 구분하면, 연기

옵션, 단계적투자옵션, 규모변경옵션, 포기옵션, 전환옵션, 성장옵션, 복합적연계옵션으로 구분할 수 있다. 자세한 실물옵션의 종류에 따른 내용은 Table 2와 같다.

실물옵션의 모형은 크게 Black-Scholes 모형과 이항격자모형으로 구분할 수 있다. 먼저 Black-Scholes 모형은 무위험포트폴리오를 구성하여 무위험 이자율의 수익률을 얻어야 한다는 무차의 거래 논리로 구성된다. 다음으로 이항옵션 모형은 기초자산의 가격변동이 이항분포를 따른다는 가정에서 출발하여 기초자산의 가격이 상승하거나 하락하는 두 가지의 가능성만 있다고 가정하여 평가한다[14]. Black-Scholes 모델은 시간의 연속을 가정하고 있기 때문에 연속적인 모델이라 할 수 있으며, 이항옵션 모형은 상승과 하락의 두 가지 경우만을 가정하고 있기 때문에 불연속적 모형이라 할 수 있다.

[Table 2] Types of Real Options[13]

Category	Explanation	Applications
Deferral	Options that can delay the development time and land assets that are currently held	Resources Real Estate
Phased investment	Options that can be selected, such as withdrawal and scale of investment of subsequent in response to changes in the situation of post-investment	R&D Investment Venture capital
Change scale	When market conditions are good, by extending the facility, in the opposite case, the option can be reduced	Resources Real Estate
Give	If the market worsens, options that you can leave it to dispose of the assets of the current	Capital-intensive Financial
switch	Options that enable you to convert the production input, to convert the artifacts in response to market conditions	Agricultural cultivation
Growth	Options that require upfront investment to ensure opportunities for future growth	SOC M&A
Complex linkage	If the option is present in a complex manner, the option value of the option changes than if the option is present independently	Most of the real

2.2 선행연구

실물옵션을 사용한 가치평가에 대한 국내연구는 주로 R&D 및 프로젝트, 부동산 개발 등에 국한되어 있었으며, 실제 기업의 가치평가에 대한 내용은 평가가 어려운 벤

처기업이나 IPO 기업을 대상으로 이루어져 있었다. 오승룡[15]은 국내 증권시장에 상장된 제조업체 중 연구개발 투자를 수행한 기업을 대상으로 Black-Scholes 옵션모형을 적용하여 연구개발투자가 기업 가치에 미치는 영향을 분석하였으며, 김경택, 이덕주, 박성준[5]은 실물옵션의 이항격자모형을 이용하여 신재생에너지 R&D의 경제적 가치 및 최적 적용시점을 평가 하였다.

기업에 투자하기 위한 방법으로서 실물옵션을 사용한 연구를 살펴보면, 유창석, 허은영, 김민규[16]는 실물옵션 방법론을 적용하여 기업의 가치를 구했으며, 실제 투자 사례에 대해 적용한 결과 실물옵션 방법론이 고전적인 가치평가 방법에 비해 더 효과적으로 시장 가치를 설명한다고 주장하였다. 주병철[17]은 실물옵션을 이용하여 코스닥 벤처기업의 가치를 평가하였으며, 몬테카를로 시뮬레이션 분석결과 실물옵션의 접근방법이 벤처기업의 가치평가에 유용하다고 주장하였다.

부동산과 관련한 연구로는 문성주, 김대호[6]의 실물 옵션을 활용하여 재건축사업 가치평가 모형을 제시한 연구와 김종영, 김영국[18]의 Black-Scholes 옵션모형과 이항격자모형을 사용한 부동산 개발가치 평가에 관한 연구가 존재한다. 특히 김종영, 김영국은 부동산 개발 사업의 경우 Black-Scholes 옵션모형보다 이항옵션 모형이 내/외적 환경의 변화로 사업을 확장하거나 연기하는 경우에 가질 수 있는 전략적 차원의 선택을 위한 유용한 도구임을 확인하였다.

해외시장 진출과 관련한 연구로 문창권[19]의 실물 옵션접근법을 활용한 해외시장진출 의사결정 적용 방법에 대한 연구와 김병일, 김두연, 한승현[20]의 실물옵션 분석을 활용한 해외 건설시장 진출 의사결정 지원모델 개발에 관한 연구가 있다.

해외연구로는 변동성과 투자 시기 결정과 관련한 연구들이 있는데, Dixit[21]는 사업가치의 변동성이 투자가치에 미치는 영향을 밝혀냈다. 옵션이론을 사용한 투자시기의 결정에 대한 연구로 MacDonald, Siegel[22]와 Pindyck[23]를 들 수 있으며, 이들은 사업이 창출하는 가치와 투자비용의 차가 극대화 되는 최적 시점을 계산했다. 이외에도 실물옵션을 사용하여 전략적 대안을 확보하고, 정책을 제안하는 연구로 Garvin, M. J., Cheah, C. Y. J.[24]과 Cui, Q. et. al.[25]의 연구가 있다.

선행연구 검토 결과 불확실성이 존재하는 다양한 분야에서 실물옵션을 활용한 의사결정 연구가 이루어지고 있음을 알 수 있었으며, 실물옵션 방법이 기존의 현금흐름 할인법(DCF)에 비해 우수하다는 것을 증명하고 있다. 하지만 부동산의 경우 개발에 대한 의사결정과 투자시기에 대한 연구만 존재할 뿐, 부동산에 투자를 하는 경우를 연

구한 것은 매우 부족한 것을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서는 이항옵션 모형을 토대로 해외 부동산 투자 시 부동산의 가치를 평가하고, 연기옵션과 확장, 축소옵션을 활용하여 최적 투자 의사결정을 위한 전략을 제시하도록 한다.

3. 연구 방법

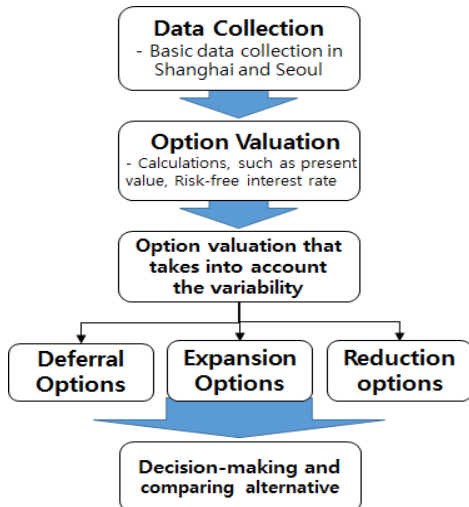
3.1 연구 설계

본 연구에서는 효과적인 해외 부동산 투자전략을 수립하기 위해 다음의 절차를 거친다. 첫 번째로 국내외 해외 투자의 비교를 위해 투자대상 지역을 한국의 서울과 중국의 상하이로 선정하고 이와 관련한 부동산 수익률, 무위험이자율, 각종 세금 등의 데이터를 수집한다.

두 번째로 이항옵션 모형에 들어갈 변수를 산정하기 위한 투자안의 현재가치와 행사가격, 역사적 변동성 등을 계산한다. 이를 토대로 옵션의 가치를 산정한다.

세 번째로 연기옵션모형을 사용하여, 각 투자대안의 최적 투자시점을 찾아내며, 확장옵션과 축소옵션을 사용하여 변동을 반영한 가치를 산정한다.

마지막으로 2010년에 실제로 해당지역의 부동산을 매입했다고 가정하여 2013년 6월까지의 수익률을 살펴보고, 옵션으로 인한 가치산정 결과가 실제 투자성과에 어떠한 영향을 미치는지를 검증한다. 본 연구의 설계를 도식화하면 Fig. 2와 같다.



[Fig. 2] Methods

3.2 이항옵션을 활용한 부동산 가치평가

본 연구에서는 부동산 투자가치 평가를 위한 방안으로 이항격자모형(이하 이항옵션)을 사용하여 분석하기로 한다. 그 이유는 부동산 투자의 특성상 금융옵션과 실물옵션의 성격을 모두 내포하고 있기 때문이다. 부동산 투자는 다른 실물투자에 비해 가치평가에 필요한 축적된 자료가 존재하기 때문에 연속시간을 가정하는 Black-Scholes (유립형)모형을 적용할 수 있다. 하지만 부동산 투자의 옵션이 갖는 만기기간과 옵션의 행사시점이 일반 금융옵션보다 길며, 중도 포기를 할 수 없는 유럽형 옵션 (European option)보다는 중도 포기가 가능한 미국형 옵션(American option)에 더 근접하기 때문에 Black-Scholes 모형을 적용하기는 어렵다. 따라서 본 연구에는 미국형 옵션을 고려할 수 있으면서, 사용이 용이하고 직관적인 이항옵션 모형이 본 연구에 적합하다고 할 수 있겠다.

본 연구의 이항옵션 모형의 옵션가치 계산방법은 기초자산의 현재가치를 기준으로 상승확률과 하락확률을 이용해 옵션가치를 산출하는 위험중립 확률접근법(Risk neutral probability approach)을 사용한다. 위험중립 확률 접근법은 무위험 이자율과 위험중립 확률로 미래 현금흐름의 위험을 반영하여 조정하는 방법으로, 기초자산의 변동성을 상승변동이 나타날 확률과 하락 변동이 나타날 확률을 산출하여 이항모형을 전개하는 방법이다[14].

상승변동과 하락변동은 식 (1)에 의해 계산되며, 상승변동과 하락변동, 그리고 위험중립 확률 p는 식 (2)와 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} \text{상승변동: } u &= e^{(\sigma \cdot \sqrt{\delta t})} \\ \text{하락변동: } d &= e^{(-\sigma \cdot \sqrt{\delta t})} \end{aligned} \quad (1)$$

여기서, σ = 변동성
 δt = 시간

$$p = \frac{(e^{r^f \cdot \delta t} - d)}{(u - d)} \quad (2)$$

여기서, r^f = 무위험 이자율

위 수식에 의거하여, 기초자산 가치를 S, 상승변동을 u, 하락변동을 d라 하면, 이항모형은 다음 Fig. 3과 같이 전개된다.

	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	...
0	S_0	$S_0 u$	$S_0 u^2$	$S_0 u^3$	$S_0 u^4$...
1		$S_0 d$	$S_0 u d$	$S_0 u^2 d$	$S_0 u^3 d$...
2			$S_0 d^2$	$S_0 u d^2$	$S_0 u^2 d^2$...
3				$S_0 d^3$	$S_0 u d^3$...
4					$S_0 d^4$...
					⋮	

[Fig. 3] Binomial lattice model

이항격자 모형에서 각 노드의 옵션가치 계산을 위한 식은 식 (3)과 같다.

$$C_n = (p \cdot SU^n + (1-p) \cdot SD^n) \cdot e^{-r \cdot \delta^t} \quad (3)$$

여기서, C_n = 노드 n에서의 옵션가치

p = 위험중립 확률

SU^n = 상승확률에 의한 n노드에서의 자산 가치

SD^n = 하락확률에 의한 n노드에서의 자산 가치

r = 무위험이자율

4. 실증 분석

4.1 DCF를 이용한 부동산 투자가치 평가

4.1.1 개요

본 연구에 사용된 부동산 투자 사례는 실제 한국과 중국의 부동산 시장을 배경으로 한다. 지역을 고려함에 있어 한국의 경우 서울을 대상으로 하였으며, 중국의 경우에는 상하이로 대상으로 하였다. 이 두 지역을 고려한 이유는 한 국가에서의 경제 수도라 할 수 있으며, 타 지역 대비 경제적 수준이 비슷하다고 판단되었기 때문이다. 연구에 사용된 사례의 개요 및 가정 사항은 다음 Table 3과 같다.

[Table 3] Overview and Assumptions

Category	Korea	China
Investment period	4years	
Target area	Seoul Real Estate Index	Shanghai Real Estate Index
Data analysis period	Analysis: 2000.01.01. - 2009.12.31. Investment: 2010.01.01. - 2014.12.31.	
Investment	1billion won (500 million won loan)	
Interest rate	6.02%	
Present value discount rate	2.58%	
Mon rental income	3,000,000	1,500,000
Acquisition Registration	4% of sale price	0.4% of sale price
Acquisition costs	1.5% of sale price	1% of sale price
Depreciation	3.3% of sale price	
Expenses	(Annual Revenue - Finance costs)*5%	0.1%

본 연구에서는 2001년 ~ 2009년의 데이터를 바탕으로 2010년 1월에 각 지역에 투자한다고 가정하였으며, 비용은 자기자본 5억원과 은행을 통한 대출금 5억원, 총 10억원으로 투자한다고 가정하였다. 대출 금리는 한국은행 경제 통계시스템에서 추출한 2010년 1월 신규 가계대출을 토대로 6.02%를 사용하였으며, 현가할인율은 2001년 ~ 2009년의 물가상승률의 평균을 계산하여 2.58%를 사용하였다.

4.1.2 DCF를 활용한 NPV 분석

한국과 중국 부동산 각 투자대안의 현금흐름(Cash Flow)을 단순화하여 NPV를 통해 수지를 분석하였다. 이는 전통적 가치 평가 방식과의 차이를 비교하고 실물옵션가치평가를 위한 기초자료로 활용하기 위함이다.

Table 4와 Table 5는 서울과 상하이의 투자기간 동안 투자비와 금융비용, 운영기간 동안의 임대수입 및 매각수입을 통해 작성한 현금흐름과 이를 통해 NPV(Net Present Value)를 산출한 결과이다. 매각 수입은 최소한으로 산정하여 매입가로 매각하였다고 가정한다. 실제 2001년 초기 대비 2009년 말의 서울과 중국의 부동산 가격은 상승하였기 때문에 이는 타당성이 있다고 할 수 있겠다. 각 부동산 투자에 의해 발생하는 취득등록세 및 취득비용, 관리비용, 월 임대료 등은 2010년 중국 공상은행의 통계 자료를 사용하여 추정하였다.

[Table 4] Income of Seoul using the DCF

(Unit : One million won)

Category	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	
Income	Deposit	100	-	-	-	-
	Loan	500	-	-	-	-
	Rent	36	36	36	36	36
	Sale of real estate	-	-	-	-	1,000
	Subtotal	636	36	36	36	1,036
Expense	Real Estate Purchase	1,000	-	-	-	-
	Interest on loan	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1
	Registration	46	-	-	-	-
	Acquisition costs	15	-	-	-	-
	Depreciation	33.3	-	-	-	-
	Expenses	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Subtotal	1,124.7	30.4	30.4	30.4	30.4	
Net profit	-488.7	5.6	5.6	5.6	1005.6	
Cash Flow	-488.7	5.5	5.3	5.2	908.2	
NPV					435.44	

[Table 5] Income of Shanghai using the DCF
(Unit : One million won)

Category	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	
Income	Deposit	100				
	Loan	500				
	Rent	18	18	18	18	18
	Sale of real estate					1,000
	Subtotal	618				1,018
	Real Estate Purchase	1,000				
Expense	Interest on loan	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1
	Registration	4				
	Acquisition costs	10				
	Depreciation	33.3				
	Expenses	-				
	Subtotal	1077.4	30.1	30.1	30.1	30.1
Net profit	-459.4	-12.1	-12.1	-12.1	987.9	
Cash Flow	-459.4	-11.8	-11.5	-11.2	892.2	
NPV					398.26	

4.2 이항옵션을 활용한 부동산 가치평가

4.2.1 변동성의 추정

해당 투자의 옵션가치를 산출하기 위해서는 미래불확실성에 대한 변동성(σ)을 추정해야 한다. 변동성을 산출하기 위해 일반적으로 사용되는 방법은 과거의 정보로부터 변동성을 계산하는 역사적 변동성이다. 역사적 변동성은 식 (4)와 같이 계산 할 수 있다.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n-1}} \quad (4)$$

σ : T시점의 역사적 변동 n : n일간의 자료

x_i : T시점의 수익률 m : 수익률의 평균

본 연구에서 사용되는 변동성은 서울과 상하이 각각의 2000년 1월부터 2009년 12월까지 주택가격 변화를 토대로 산출하기로 한다. 먼저 서울 주택가격의 역사적 변동성을 구하기 위해 국민은행에서 제공하는 부동산 통계의 월별 주택 매매가격동향 자료(주택매매가격 종합지수: Housing purchase price composite indices)를 사용하였다 [26]. 다음으로 상하이 주택가격의 역사적 변동성을 구하기 위해 CREIS(China real estate index system: 중국 부동산 지수 시스템)의 데이터를 사용하였다[27]. CREIS는 중국의 각 주요도시 부동산시장의 발전 변화추이와 현재

주택가격의 변화상황을 반영하는 지수시스템으로 중국의 부동산 관련 자료를 분석하는 최초의 시스템이며 신뢰성 있는 자료중 하나로 꼽히기 때문에 본 연구의 기초자료로 사용하기 적합하다고 할 수 있다. (식 4)에 의거하여 역사적 변동성을 추정한 결과, 서울의 변동성은 3.04%로, 상하이의 변동성은 5.81%로 나타났다.

4.2.2 옵션가치의 산정

본 프로젝트의 실물옵션 가치를 산정하기 위해 변수들의 값을 Table 6과 같이 설정하였다. 일반적으로 프로젝트의 기초자산(S)의 현재가치를 구해야 하는데 이는 전통적인 현금흐름할인법을 통해 산정된 총수입의 현재가치를 사용할 수 있다(조주현, 박홍일, 2004; 박도영 외 4명, 2010). 따라서 기초자산(S)은 각각 1,560.17백만원, 1475.70백만원으로 설정하고, 행사가격은 투자기간 동안 총 투자비의 현재가치인 1124.73백만원, 1077.43백만원을 사용하였다. 무위험이자율은 한국의 경우 2010년 1월에 투자한다고 가정하였으므로, 2010년 1월 8일 기준 3년 만기 국공채 이자율인 4.36%를 적용하였으며, 중국의 경우에는 5년, 7년, 10년 이상 만기 채권이 존재하므로 5년 만기 국채 수익률을 사용하여 5.93%를 적용하기로 한다. 옵션만기 기간은 투자기간인 4년으로 설정하였으며, Table 6의 변수들을 적용하여 옵션가치 평가를 위한 기본이항격자 모형을 Table 7, Table 8과 같이 도출하였다.

[Table 6] Variables for calculating option prices

Variable		Seoul	Shanghai
The present value of the investment	S	1,560.17	1475.70
Exercise price	X	1,124.73	1077.43
Annual Volatility	σ	3.30%	6.34%
Risk-free interest rate	r	4.36%	5.93%
Option expiration	T	4년	4년
Time interval	δ^t	1년	1년
Up coefficient	u	1.034	1.065
Down coefficient	d	0.968	0.939
Similar probability	p	1.167	0.966

[Table 7] Binomial option model results in Seoul

Period	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
0	1,560.2	1,608.3	1,658.0	1,709.1	1,761.9
1		1,513.5	1,560.2	1,608.3	1,658.0
2			1,468.1	1,513.5	1,560.2
3				1,424.2	1,468.1
4					1,381.5

[Table 8] Binomial option model results in Shanghai

Period	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
0	1,475.7	1,564.0	1,657.5	1,756.7	1,861.8
1		1,392.4	1,475.7	1,564.0	1,657.5
2			1,313.8	1,392.4	1,475.7
3				1,239.7	1,313.8
4					1,169.7

위의 도출된 기본 이항격자모형을 기초로 식 (3)을 통해 역순환과정(Recursive Backward Iteration)으로 산출된 투자 가치(ENPV: Expanded or Strategic Net Present Value)는 Table 9, Table 10과 같이 615.4백만원, 626.1백만원이 되고, 이는 기존 NPV에 프로젝트의 변동성을 고려한 옵션가치가 포함된 가치를 나타낸다. 기존 NPV에 의한 의사결정을 내리게 된다면 상하이보다는 서울에 투자하는 것이 옳은 결정이 될 것이며, 옵션을 고려한 의사결정을 내릴 경우 상하이에 투자하는 것이 옳은 결정이 될 것이다.

[Table 9] Calculation of the option value of Seoul

Period	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
0	615.4	621.5	627.2	632.4	637.2
1		526.6	529.4	531.6	533.2
2			437.3	436.7	435.4
3				347.4	343.4
4					256.8

[Table 10] Calculation of the option value of Shanghai

Period	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
0	626.1	662.4	700.8	741.4	784.3
1		490.8	519.0	548.7	580.1
2			357.1	377.1	398.3
3				224.4	236.4
4					92.3

4.3 연기 옵션을 활용한 최적 투자시점 결정

연기 옵션은 특정 투자시점까지 투자를 연기하는 대안을 말하며, 연기 기간 중에 부동산의 가치가 가장 높은 시기를 최적 투자시점으로 정한다. 본 연구에서는 부동산 투자를 위한 대출을 받는다고 가정하였으나 투자의 시기를 미룰 경우, 대출을 받지 않아도 되기 때문에 대출 금리로 인한 손실 및 부동산 관련 지출은 고려하지 않도록 한다. 하지만 시간이 흘러감에 따라 현금의 가치는 감소하므로 각 기간마다의 현금을 물가상승률만큼 할인하여 행사비용(X)이 증가한다고 가정하였다. 이를 토대로 1년에서 4년 후까지의 연기옵션의 가치를 산출하였다.

4.3.1 한국 부동산 투자의 최적 투자시점 산출

Table 11은 서울의 1년 연기옵션 산출 결과이며, t=0 시점의 연기옵션 가치는 t=1시점의 확정옵션 가치를 무위험 이자율인 4.36%로 할인한 값이다. 마찬가지로 중국 상하이의 경우에는 t=1 시점의 확정옵션 가치를 5.93%로 할인하여 구한다. 이와 같은 방식으로 1년에서 4년까지의 연기옵션의 가치를 산출한 값은 Table 12, 13, 14와 같다.

[Table 11] The output of the 1-year deferral option

Period	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
0	595.2	621.1	626.6	631.7	636.3	640.3
1			529.2	531.2	532.7	533.6
2				436.7	435.2	433.1
3					343.5	338.5
4						249.5

[Table 12] The output of the 2-year deferral option

Period	t=0	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6
0	576.2	627.6	632.7	637.3	641.4	644.9
1			532.2	533.7	534.6	534.9
2				436.3	434.2	431.3
3					339.6	333.9
4						242.1

[Table 13] The output of the 3-year deferral option

Period	t=0	t=3	t=4	t=5	t=6	t=7
0	557.6	633.7	638.4	642.5	646.1	649.1
1			534.8	535.8	536.1	535.7
2				435.3	432.5	428.9
3					335.0	328.4
4						233.9

[Table 14] The output of the 4-year deferral option

Period	t=0	t=4	t=5	t=6	t=7	t=8
0	539.1	639.5	643.7	647.3	650.3	652.7
1			536.9	537.3	536.9	535.8
2				433.7	430.1	425.7
3					329.7	322.2
4						224.7

[Table 15] Comparison of deferral option result in Seoul and Shanghai

Division	Seoul	Shanghai
Immediate investment	615.4	625.8
1-year deferral	595.2	626.5
2-year deferral	576.2	627.2
3-year deferral	557.6	628.0
4-year deferral	539.1	628.7

한국의 서울과 중국 상하이의 부동산 투자 대안에 대해 연기옵션을 적용한 결과는 Table. 15와 같다. 서울의 경우 2010년에 바로 투자하는 것이 적합한 것으로 나타났다며, 상하이의 경우에는 4년 연기 후 투자하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 하지만 실제 서울의 부동산 가격은 2010년 이후 2013년까지 하락하는 추세를 보였으며, 상하이의 부동산 가격은 2010년 이후에도 기존보다 상승세는 꺾였으나 2013년 까지 상승하는 추세를 보여, 부동산 투자에 있어 연기옵션의 적용은 적절하지 못한 것으로 판단되었다. 이는 부동산의 가격 변동성 때문이라 사료되며 향후의 부동산 가격을 예측하는 것에 대한 연구가 좀 더 필요함을 의미한다고 할 수 있다.

4.4 확장 및 축소 옵션

다음으로 부동산 투자의 특성상 투자를 확대하거나 축소시킬 수 있는 상황이 발생할 수 있으므로, 이를 반영하기 위해 확장 및 축소 옵션을 적용하여 보았다. 확장옵션은 투자종료 시점($t=4$)에서 시장 상황이 예상보다 좋을 경우, 투자를 증액하는 방법을 말한다. Table 16은 서울 투자 시 $t=4$ 시점에서 비용을 10%로 추가 투자하여 10%의 수익이 추가로 발생한 경우를 가정한 것이며, Table 17은 서울 투자 시 $t=4$ 시점에서 비용을 10%로 감소시켜 수익이 10% 감소한 경우를 가정한 것이다.

[Table 16] Calculation of expansion option value of Seoul

구분	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
0	676.98	683.47	689.51	695.08	700.12
1		579.45	582.30	584.56	586.20
2			481.39	480.55	478.98
3				382.65	378.07
4					283.09

[Table 17] Calculation of the reduced option value of Seoul

구분	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4
0	615.44	621.34	626.83	631.89	636.47
1		526.78	529.36	531.42	532.91
2			437.62	436.86	435.44
3				347.86	343.70
4					257.36

5. 결론

본 연구에서는 실물옵션을 활용하여 해외 부동산 투자 고려 시 의사결정을 돕기 위한 방법을 제시하였다. 이를 위해 투자 의사결정을 위한 기존의 일반적인 기법인 현금흐름할인법(DCF)법을 고찰하고, 문제점을 보완할 수 있는 법을 강구하고자 하였다. 이에 따라 실물옵션을 사용한 방법을 제시하였으며, 실물옵션 기법 중 부동산 투자에 적합한 모형이라 할 수 있는 이항옵션모형을 사용하여 한국과 중국 시장의 부동산 투자 대안을 실증 비교·분석하였다. 이를 위해 실제 한국의 서울과 중국의 상하이 부동산 시장을 대상으로 2001년 ~ 2009년의 데이터를 추출하여 분석하였으며, 2010년 1월에 각 지역에 투자한다고 가정하였다.

서울과 상하이를 대상으로 투자기간 동안의 현금흐름과 이를 통해 NPV(Net Present Value)를 산출한 결과 서울은 435.44로 나타났으며, 상하이는 398.26으로 나타나 NPV법에 의한 투자결정 대안으로는 서울에 투자하게 됨을 알 수 있었다. 하지만 실물옵션을 사용하여 옵션의 가치를 산출한 결과 서울은 615.4, 상하이가 628.7로 나타나 각 가치가 모두 상승한 것을 알 수 있었으며, 대안 중에는 상하이가 투자에 적합한 것으로 나타났다. 실제 이에 근거해서 투자했을 경우의 결과를 비교해보면, 서울은 2010년 이후 2013년 현재까지 부동산 가격이 하락하였기 때문에 손해를 보았을 것이며, 상하이는 이전에 비해 상승폭은 줄어들었으나 부동산 가격은 상승했기 때문에 수익을 올릴 수 있었을 것이다. 이로써 기존 DCF법에 의해 부동산 투자 의사결정을 내리는 것보다 실물옵션을 사용하여 투자 의사결정을 내리는 것이 적합하다는 것을 알 수 있었다. 이외에도 연기옵션을 사용하여 투자의 최적시점을 예상해 보았으나, 적절한 시점을 찾지 못하였다. 향후 연구에서는 부동산 투자 시 고려해야 할 다른 요인을 더욱 고려해야 할 것이다.

본 연구는 기존의 연구에서 R&D 및 개발 투자에만 사용되었던 실물옵션 개념을 일반 투자자도 사용할 수 있도록 부동산 투자에 접목했다는데 의의를 둘 수 있을 것이다. 또한 기존의 연구가 국내의 개인 투자에 국한되어 있었다면, 본 연구는 해외 투자까지 개념 확장하여 투자 의사결정 방안을 제시하였다는데 그 의의를 둘 수 있겠다.

본 연구는 기존의 연구에서 발전하여 새로운 대상과 방법을 고려하였지만, 추후 연구가 더 이루어져야 할 부분이 존재한다. 먼저, 본 연구에서는 해외 투자 대상을 중국 상하이만을 대상으로 하였으나, 인도, 베트남, 인도네시아 등 투자 유망주로 주목받는 개도국을 대상으로 확장한다면 더욱 의미 있는 결과가 나올 것이라 사료된다.

References

- [1] S. H. Nam, "Management of ASP Outsourcing Project Risks using Real Option Approach", *Journal of academia-industrial technology*, Vol.11, No.7, pp.2396-2405, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2010.11.7.2396>
- [2] S. Y. Yu, S. J. Lee, "An option pricing-based model for evaluating privatized infrastructure projects", *Journal of academia-industrial technology*, Vol.11, No.4, pp.1442-1448, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2010.11.4.1442>
- [3] K. T. Kim, D. J. Lee, S. J. Park, "Evaluation of the Economic Values and Optimal Deployment Timing of R&D Investment in New and Renewable Energy Using Real Option Approach", *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol.38, No.2, pp.144-156, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7232/JKIIIE.2012.38.2.144>
- [4] S. J. Moon, D. H. Kim, "A Study on the Real Option Approach to Apartment Reconstruction Projects Valuation", *The Korean Journal of Financial Engineering*, Vol.10, No.3, pp.91-113, 2011.
- [5] B. J. Park, "Real Options for Valuing IT Investments: Application of an Improved LSM Method", *Kukje Kyungje Yongu*, Vol.12, No.2, pp.37-69, 2006.
- [6] D. Y. Park, S. H. Jung, Y. J. Son, J. H. Kim, J. J. Kim, "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, 2010.
- [7] U. J. Jung, "An Empirical Study on the Evaluation of Overseas Investment Projects of Korean Global Companies Using A Real Option Valuation Model", The Graduate School, Hanyang University, 2007.
- [8] Black, F. and Scholes, M., "The pricing of options and corporate liabilities", *Journal of Political Economy*, Vol.81, pp.637-654, 1973.
- [9] Myers, S. C., "Determinants of corporate borrowing" *Journal of Financial Economics*, Vol.5, pp.147-175, 1977.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X\(77\)90015-0](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X(77)90015-0)
- [10] Cox, John C., Steven A. Ross, and Mark Rubinstein, "Option Pricing: A Simplified Approach", *Journal of Financial Economics*, Vol.7, No.3, pp.229-263, 1979.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X\(79\)90015-1](http://dx.doi.org/10.1016/0304-405X(79)90015-1)
- [11] J. H. Cho, H. I. Park, "Valuation of Real Estate Development Project by Using Binomial Option Pricing Model", *Journal of KREAA*, Vol.10, No.1, pp.37-60, 2004.
- [12] Amram, M., Kulatilaka, N., *Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press, Cambridge, 1999.
- [13] Trigeorgis, L., *Real Options-Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*, The MIT Press, Cambridge, 1999.
- [14] H. B. Lee, "An Economic Feasibility Study on Development of Bituminous Coal Mine Using Real Options", *Review of Industry and Management*, Vol.24, No.1, pp.131-147, 2011.
- [15] S. R. Oh, "The influences of R&D investment on corporate value using real option", The Graduate School, Kyunghee University, 2011.
- [16] C. S. Yu, E. N. Heo, M. K. Kim, "Valuation of Online Game Developers Using Real Options Analysis: the Case of Korea", *Journal of Korea Game Society*, Vol.11, No.5, pp.31-41, 2011.
- [17] B. C. Ju, "A Valuation of KOSDAQ Ventures using Real Option", *Review of Business & Economics*, Vol.24, No.2, pp.1027-1048, 2011.
- [18] J. Y. Kim, Y. K. Kim, "The Valuation of Real Estate Development by the Real Option Model", *APPRAISAL STUDIES*, Vol.7, No.2, pp.1-18, 2008.
- [19] C. K. Moon, "The Valuation Model of Real Option Approach and Their Applications for Foreign Market Entry Decision Making", *Korea international trade research institute*, Vol.6, No.4, pp.345-363, 2010.
- [20] B. I. Kim, D. Y. Kim, S. H. Han, "Supporting Market Entry Decisions For Global Expansion Using Option +Scenario Planning Analysis", *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.10, No.5, pp.135-147, 2009.
- [21] A. K. Dixit, "Investment and hysteresis", *Journal of Economic Perspectives*, Vol.6, No.1, pp.107-132, 1992.
- [22] R. MacDonald, D. Siegel, "The value of waiting to invest", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.101, No.4, pp.707-727, 1986.
- [23] R. S. Pindyck, "Irreversibility, uncertainty, and investment", *Journal of Economic Literature*, Vol.29, No.3, pp.1110-1148, 1991.
- [24] M. J. Garvin, C. Y. J. Cheah, "Valuation techniques for infrastructure investment decisions", *Construction Management and Economics*, Vol.22, pp.373-383, 2004.
- [25] Q. Cui, P. Johnson, A. Quick, M. Hastak, "Valuing the Warranty Ceiling Clause on New Mexico Highway 44 Using a Binomial Lattice Model", *Journal of*

Construction Engineering and Management, Vol.134, No.1, pp.10-17, 2008.

DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:1\(10\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:1(10))

- [26] KB Bank Composite index of home sales price, <http://nland.kbstar.com/quics?page=B025949>, (accessed June, 3, 2013).
- [27] China real estate index system, <http://www.real-estate-tech.com/creis/>, (accessed June, 5, 2013).

구 승 환(Seung-Hwan Gu)

[정회원]



- 2010년 2월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 (공학석사)
- 2013년 8월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 (박사수료)
- 2013년 7월 ~ 현재 : 한국산업기술진흥원 연구원

<관심분야>

금융공학, 제약이론(TOC), Value Design, Service Science

왕 핑(Wang Ping)

[정회원]



- 2011년 2월 : 건국대학교 인터넷미디어학과 (공학사)
- 2013년 7월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템전공 (석박통합과정)

<관심분야>

투자공학, ERP

장 성 용(Seong-Yong Jang)

[정회원]



- 1982년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학석사)
- 1991년 2월 : 서울대학교 산업공학과 (공학박사)
- 1987년 3월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수

<관심분야>

컴퓨터시뮬레이션, 제약경영, 프로젝트관리