블랙-숄즈 모형을 활용한 유비쿼터스 기술 개발 타당성 분석 사례 연구

A Case Study of Feasibility Analysis Based On Black-Sholes Model for Ubiquitous Computing Technology Development

권오병(Ohbyung Kwon)*, 김지훈(Jihoon Kim)**

초 록

최근 유비쿼터스 기술에 대한 개발이 유비쿼터스 상거래라고 하는 진보된 전자상거래를 실용화할 수 있는 단계로 접어들고 있다. 따라서 유비쿼터스 기술의 실제 시스템 적용에 대한 타당성 분석이 필요한 시점이며, 이를 위해서는 유비쿼터스 기술과 같은 진행 중인 기술에 대해 가치를 측정하는 방법에 대한 요구가 증대되고 있다. 이에 본 연구의 목적은 재무적 관점에서의 유비쿼터스 기술 개발 타당성을 분석하는 방법론을 제시하는 것이다. 이를 위해 기존의 기술가치 평가를 위해 진행되어 왔던 평가 기법들 중 선물옵션이론의 블랙-숄즈 모형을 채택한 한 평가 모형을 개발하였다. 또한 유비쿼터스 기술 관련 과제 참여 전문가 인터뷰를 통한 실제 사례 분석도 아울러 실시하였다. 그 결과, 콜옵션 가격과 변동성, 유사 기술과의 변동성 대비 등을 통한 유비쿼터스 기술 개발 타당성 평가에 블랙숄즈 모형의 활용 가능성을 확인하였다.

ABSTRACT

Recently, ubiquitous computing technology becomes available to develop advanced electronic commerce : u-commerce. Hence, it is the very time to perform feasibility analysis in applying ubiquitous computing technology, especially estimating economical value of the on-going technology. Hence, the purpose of this paper is to propose a financial value estimating methodology in performing feasibility test on ubiquitous computing technology. To do so, Black and Scholes model is basically adopted. To show the feasibility if the idea proposed in this paper, actual case study through focused group interview with those who are actually performing on-going ubiquitous computing projects. As the result, we validated the possibility of applying Black-Sholes model to assessing feasibility analysis for ubiquitous technology development with the price of call option, volatility, and the comparison with other similar technologies.

키워드 : 블랙-숄즈 모형, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술, 재무적 타당성 평가
Black and Sholes Model, Ubiquitous Computing Technology, Financial Feasibility Test

---

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기반기술개발사업의 08B3-S1-10M과제로 지원된 것임.

* 교신저자, 경희대학교 국제경영학부
** 경희대학교 유비쿼터스 비즈니스&서비스 연구센터

2008년 08월 19일 접수, 2008년 10월 30일 심사완료 후 2008년 11월 06일 게재확정.

1. 서 론

1990년대 유비쿼터스 컴퓨팅의 가능성이 대두되기 시작한 이래 현재까지 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 개발은 원천기술의 선점확보를 위해 해마다 각 나라와 기관들은 이에 대한 투자를 기하급수적으로 증가시켜오고 있다. 날마다 새로운 유비쿼터스 기술의 개발에 대한 보고와 상업화에 대한 시도는 이러한 경쟁적 환경 하에서 전략적 기술 R&D 투자를 통한 가치 창출이라는 과제를 다시금 부여하고 있다. 이러한 기하급수적인 투자의 증대와 가치 창출에 대한 요구에도 불구하고, 실제적인 상용화 및 이윤의 획득에 대한 보고는 아직까지 접하기가 어려운 실정이다. 이것은 실제적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 대해 각 개발 기관이나 기업들이 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 개발 이후 상용화 가능성이나 적어도 경제적 타당성에 대한 분석 없이 단순히 기술을 위한 기술을 개발 해 온 결과로 여겨지고 있다. 또한 유비쿼터스 기술 개발의 불확실성에 대한 위험을 제대로 분석하고 이에 따른 투자 방안을 마련하지 못한 결과로 볼 수 있다.

유비쿼터스 기술이 발전함에 따라 유비쿼터스 기술에 대한 평가를 위한 연구들을 차차 진행되어 오고 있다. 유비쿼터스 기술로 이루어지는 서비스에 대해 행태적, 기술적 평가를 시도한 연구[3, 8, 21, 23]와 유비쿼터스 기술 자체 기능의 성능 평가를 시도한 연구들은 존재해 왔다[10, 20, 22]. 그러나 기존 평가들은 기술의 투자 타당성에 대한 연구이기 보다는 기술 자체 혹은 기술을 활용한 서비스 성능에 대한 평가가 주를 이루었기 때문에 유비쿼터스 기술 관련 투자의 관점에서 투자 혹은 진행 여부를 결정하는 의사결정에는 도움을 주지 못했다. 따라서 본 논문에서는 유비쿼터스 기술 개발을 위한 투자 타당성에 대한 의사결정을 돕기 위해 재무분야에서 널리 쓰이고 있는 블랙-숄즈 모형을 바탕으로 콜옵션 가격과 기술 개발 후의 변동성에 대한 자료를 바탕으로 평가 가능성을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 기술 평가 방법론과 관련된 문헌들을 검토한 후, 유비쿼터스 기술 투자 타당성 분석을 위한 방법론을 제시한다. 이후 방법론에 따른 실제 사례 분석 및 결과를 제시한다. 최종적으로 본 연구의 공헌과 연구의 한계 및 향후 연구 방향에 대해 밝히고자 한다.

2. 문헌연구

2.1 기술 가치 평가

2.1.1 가치평가 기본모형

한국기술가치평가협회는 가치 평가의 기본 모형으로 비용접근법과 소득접근법, 시장사례접근법의 세 가지의 접근방법이 있다고 밝히고 있다[18]. 이들 접근법들은 각각 적용하는 분야, 방법, 기본 가정들이 상호 보완적일 수 있기 때문에 사용할 수 있는 한 모두 적용할 것을 권하고 있다.

비용접근법은 평가대상이 가진 자산의 미래 유용성을 평가하기 위해 자산가치를 화폐금액으로 나타내어 소유에 따른 미래 발생 이

익을 측정하는 방법이다. 비용접근법의 기본적인 가정은 새로운 자산의 비용이 해당자산의 수명 혹은 만기기간 동안 제공하는 경제적 이용가치에 상응한다는 것이다. 또한 비용접근법은 네 가지의 기본 경제적인 원칙을 따르고 있다. 첫째, 대체 원칙이다. 동일한 혹은 유사한 기술을 다시 만들어낸다면 혹은 시장에서 살 수 있다면 얼마나 비용이 소요될 것인가를 결정하면 되는 것이다. 둘째, 수요/공급의 원칙이다. 수요와 공급의 변화는 비용의 변화를 초래하기 때문에 비용접근법에 의한 가치평가는 수요/공급의 원칙에 따라 변동될 수 있다는 뜻이다. 셋째는 기능적 진부화율이다. 기술이 원래 디자인 되었던 기능을 제대로 발휘하지 못하거나 기대된 효용(utility)을 이끌어내지 못하는 경우에 야기되는 가치의 감소를 반영해야 한다는 것이다. 넷째는 외부효과를 가진다. 외부 조건은 새로이 만들어진 기술에 대해 원래의 비용보다 더 많거나 적은 가치를 가지도록 영향을 받는다[11, 12]. 하지만, 기업이나 기술에 대해 완전히 새로운 자산 가치를 평가하는 경우는 드물기 때문에 비용접근법의 경우는 항상 물리적 사용 시 기능적 진부화, 경제적 진부화 등의 감가상각에 따른 가치의 감소를 고려해야 한다는 문제점을 가지고 있다.

소득접근법은 자산으로 창출 할 수 있는 소득의 크기를 고려하는데 초점을 맞추고 있다. 소득접근법의 기본 가정은 해당 자산이 수명 혹은 만기기간 동안 창출하는 순경제적 이익의 현재가치를 가치로 추정한다는 것이다. 현실적으로 경제적 이익을 도출하는 일이 여의치 않을 경우 지적자산의 가치를 평가하기란 상당히 어렵다. 소득접근법이 주로 활용되는 가치평가는 특허, 상표, 저작권 등과 같은 지적자산의 가치평가이다[4].

시장접근법은 시장에서 사람들이 판단하는 바에 대한 합의의 결과로 획득되는 가치를 반영하는 방법이다[16]. 시장접근법은 시장에서 거래되고 있는 유사자산의 거래가격을 비교, 검토하여 산출한다. 이 접근법이 유용하게 활용되기 위해서는 비교 가능한 자산을 포함하고 있는 활발한 거래시장이 존재해야 하며, 비교가능자산의 과거 거래실적이 있어야 하며, 비교가능자산이 거래된 가격정보에 대한 접근이 가능하다. 또한 당사자간에 자유의사에 의해 거래가 이루어져야 하는 등의 조건들이 필요하다. 시장접근법의 단점

〈표 1〉 세 가지 기본 모형의 비교〔14〕

	비용접근법	소득접근법	시장사례접근법
정 의	대상을 재생산 혹은 재배치하기 위해 요구되는 비용에 근거하여 평가	미래소득현금흐름의 현재가치에 근거하여 평가	시장에서의 비교가능자산의 가격에 근거하여 평가
장 점	비용에 대한 자료가 가용할 경우 쉽게 구할 수 있음	소득 창출 능력에 근거해서 현재가치를 산출해 낼 수 있음	시장에 대한 자료가 가용할 경우 가장 합리적인 가치를 산출할 수 있음
단 점	대상의 미래 잠재 가치 무시	주관적 판단에 의한 에러 발생 가능	비교가능자산에 대한 시장 자료의 부족

〈표 2〉 기본 평가방법 적용 우선 순위

	평가방법 적용 우선순위		
특허/기술	소득접근법	시장사례법	비용접근법
상표/브랜드	소득접근법	시장사례법	비용접근법
저작권	소득접근법	시장사례법	비용접근법
상품 S/W	소득접근법	시장사례법	비용접근법
경영정보 S/W	비용접근법	시장사례법	소득접근법
작업팀	비용접근법	소득접근법	시장사례법
작업 관례/과정	비용접근법	소득접근법	시장사례법

은 가치평가를 위한 최적의 시장이 존재하지 않을 경우 주관적인 판단이 개입될 요소가 커지며, 그로 인해 신뢰성 있는 가치평가를 수행하지 못할 가능성이 커진다. 이러한 단점으로 인해 지식자산평가에는 유용하게 쓰이는 경우가 많지 않다.

다음 <표 1>은 가치평가 세 가지 기본 모형에 대한 비교표이다.

세 가지 방법은 각각 장단점을 가지고 있어, Smith와 Parr[24]는 각 평각 방법의 우선 순위를 <표 2>와 같이 권장하고 있으며, 이 방법론 또한 세 가지의 평가 방법을 모두 적용하는 것을 기본 전제로 하고 있다.

2.1.2 옵션 관련 모형

기술 가치를 평가하는데 옵션 관련 모형을 활용한 연구는 다양하게 진행되어 왔다. Luehrman[9]은 불확실성이 높게 내재된 정보기술투자 프로젝트를 평가하기 위해서는 실물옵션과 순현재가치를 비교 분석하였고, Panayi와 Trigerogis[15]는 2단계 복합옵션 사용하여 장거리 통신의 기반투자 프로젝트 평가를 수행하였다. 다음은 옵션을 활용한 기술가치평가 방법론 중 본 연구에서 활용될 블랙-숄즈 모형과 이산모형, 옵션트리모형에 대한 간략한 설명이다.

2.1.2.1 블랙-숄즈 모형

기술가치평가를 위해 실제적으로 적용되는 대표적인 모형에는 블랙-숄즈모형과 이항모형이 있으며, 그외에 다이나믹 DCF, 옵션 반영 DCF, 옵션 트리 등이 있다.

그 중 의사결정의 연속성을 가정하여 가장 널리 활용되는 것이 블랙-숄즈 모형이다[2]. 블랙-숄즈 모형은 다음과 같은 식 (1)과 같이 나타내며,

$$C(S_t,\ K,\ r,\ \sigma,\ \delta) = S_t - B_t \qquad (1)$$

C는 콜옵션 가격, S는 현재 기초 주식의 가격, K는 행사가격, r은 무위험 이자율, σ는 기초주식 수익률의 표준편차, δ는 만기까지의 기간, B는 해당 옵션의 채권 가치이다. 모형에 대한 자세한 사항은 제 4절에서 상세히 다루기로 한다.

블랙-숄즈 모형을 활용하기 위해서는 다음과 같은 네 가지 가정 조건에 위배되지 않아야 함을 전문가들은 권고하고 있다. 다음과 같은 조건을 만족시키는 선에서 블랙-숄즈 모형의 결과는 기술의 옵션 가치를 정확하게

반영한다고 할 수 있다. 첫째, 기초자산(프로젝트의 가치 변동)이 Geometric Brownian 모형을 만족해야 한다. 둘째, 기초 자산이 언제나 0보다 크다. 셋째, 하나의 불확실성으로서 문제를 해결할 수 있어야 한다. 넷째, 하나의 옵션으로서 문제를 해결할 수 있는지 확인한다. 마지막으로 다섯째, 모형에 복합 옵션의 요소들이 포함될 여지가 존재하지 않아야 한다.

2.1.2.2 이산모형

이산모형은 Black, Scholes와 Merton 등에 의해 발전된 미분방정식 모형을 실무적으로 쉽게 접근할수 있도록 개발된 모형이다. 일반적으로 광의의 의미로 이산모형을 격자형태로 옵션의 기초 자산의 변동을 식별하는 격자구조모형 전체를 의미하기도 하나, 협의의 의미의 이산모형은 위험중립확률과 이를 기초로 한 기초자산의 가치를 이산형태로 구성한 뒤, 이러한 기초자산의 모형에서 옵션의 가치를 역산하는, 이산분포로 확률적 특성을 한정시킨 모형을 의미한다. 계산 모형은 식 (2)와 같다.

$$C^0 = P(1+r)^{-t}C^+ + (1-P)(1+r)^{-t}C^- \quad (2)$$

이 때, P는 위험중립 확률, r은 무위험이자율, C^0은 n기의 옵션의 가치, C^+은 기초자산이 증가한 경우 n+1기의 옵션의 가치, C^-는 기초자산이 감소한 경우 n+1기의 옵션의 가치를 나타낸다. 이산 모형의 경우, 쉽게 다양한 확률분포형태로 기초자산의 확률 모형을 변경 및 확장 할 수 있다. 또한 모형에 대한 가정이 적기 때문에 모형의 설명력이 높다는 장점을 가지고 있다. 하지만, 노드의 개수가 늘어날수록 계산이 기하급수적으로 늘어나며, 불확실성이 증가할수록 모형이 복잡해지는 단점을 가지고 있다.

2.1.2.3 옵션트리모형

옵션트리모형은 이산모형 계열에서 진보된

〈표 3〉

모 형	정 의	장 점	단 점
블랙 숄즈모형	의사결정의 연속성을 가정하여 현재 가장 널리 활용되고 있는 모형	◦ 기초자산 수익률의 변동성을 제외한 대부분의 모수가 관측 가능 ◦ 단순한 모형이면서도 모형 내의 각 요소들이 갖는 의미가 명료	◦ 기본적으로 가정해야 하는 상황이 존재
이산 모형	Black, Scholes, Merton 등에 의해 발전된 미분방정식 모형을 실무적으로 쉽게 접근할 수 있도록 개발된 모형(Cox, Ross, Rubinstein; 1979)	◦ 쉽게 다양한 확률분포 형태로 기초 잔산의 확률 모형을 변경 및 확장할 수 있음 ◦ 모형에 대한 가정이 적어 모형의 설명력이 상대적으로 높음	◦ 노드의 개수가 늘어날수록 계산이 기하급수적으로 늘어남 ◦ 불확실성이 증가할수록 모형이 복잡해짐
옵션 트리 모형	이산분포 형태로 갈라지는 고전적 이산 모형에 의사결정 트리를 결합한 모형	◦ 모형 구성이 용이 ◦ 결과에 대한 이해가 쉬움 ◦ 불확실성 및 옵션을 한꺼번에 고려 가능	◦ 이산 모형과 동일

모형으로서, 이산분포 형태로 갈라지는 고전적 이산모형에 의사결정 트리를 결합한 것이다. 다시 말해, 각 상황의 서로 다른 시점에서 의사결정자의 결정에 대해 옵션의 개념을 반영하여 의사결정 트리를 간략화한 옵션트리 구조로 계산하는 실물옵션모형이다. 이산모형에 근거한 옵션 계산식은 식 (2)와 같은 형태를 지닌다. 이 모형은 모형 구성이용이하고, 결과에 대한 이해가 쉽다는 점에서 최적의 의사결정을 도출할 수 있다는 장점이 있다. 또한 여러 불확실성 및 홉션을 한꺼번에 고려할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 하지만 이산모형과 동일한 노드수 증가와 불확실성 증가에 따른 단점을 극복하는 것을 단점으로 지니고 있다.

세 가지 모형에 대한 비교표를 <표 3>에 제시하였다.

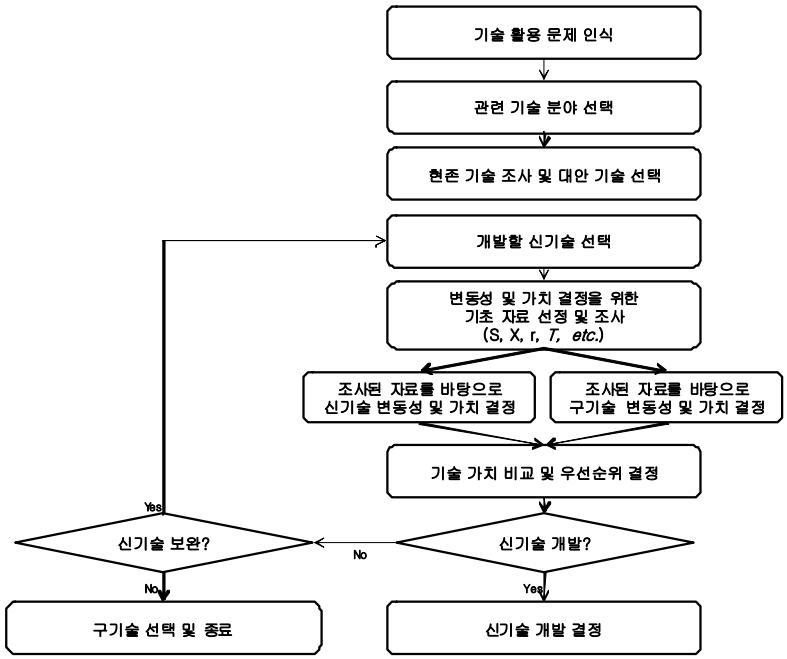
3. 방법론

3.1 평가 절차

<그림 1>은 본 연구에서 제시하는 분석 및 평가 절차에 대한 도표이다. 각 항목에 대한 설명은 다음과 같다.

3.1.1 기술 활용 문제 인식

기술활용문제 인식 단계에서는 기술 개발 과제나 기업의 R&D 부서에서의 기술 개발에 대한 전체 목표 하에서 필요한 기술에 대한 필요성을 확인하는 단계이다. 전체 목표



〈그림 1〉 기술투자 타당성 평가 방법론 절차

를 통해 달성하고자 하는 목표에 필요한 세부 기술들의 활용이나 획득에 대한 조사 등을 포함한 '기술의 획득 혹은 개발 필요'에 대한 당위성을 확인하는 단계이다. 이 단계의 업무 수행은 R&D 과제를 시작하려 하는 주관 기관이나 기업의 기획 부서에서 진행한다.

3.1.2 관련기술 분야 선택

세부 기술의 필요성을 확인하고 나면, 그 기술이 포함되어 있는 관련 기술 분야를 확인한다. 관련 기술 분야의 확인은 개발 혹은 획득하고자 하는 기술이 시장 내에서 어떠한 위치를 차지하고 있으며, 어떤 분야의 기술들과 유사성을 가지고 있는지 판단하는 단계이다. 이 단계는 새로이 개발되는 기술의 적용 대상을 파악하는 단계이므로, 기술 활용 문제 인식 단계에서 확인된 필요성에 따라 시장 내에서의 적절한 적용 분야를 선택하는 역할을 하게 된다. 관련 기술 분야의 선택은 향후 개발 기술에 대한 현재와 미래의 시장 예측 시에 사용될 수 있으므로, 관련 기술 분야에 대한 정확한 조사를 진행하는 것은 향후 기술 가치 평가를 정확하게 내릴 수 있는 토대를 마련하는 첫 단계로 볼 수 있다.

3.1.3 현존 기술 조사 및 대안 기술 선택

현존 기술 조사 및 대안 기술 선택은 새로이 개발하여 비교·평가하고자 하는 대상 기술을 제대로 이해하고 있어야 하며, 객관적인 평가를 위해 충분한 기술 조사를 진행해야 한다.

3.1.4 개발할 신기술 선택

개발할 신기술의 선택 단계는 기술 개발 주체와 기술 개발 투자 주체 간의 합의에 의해 도출될 수 있도록 한다. 단순히 기술에 대한 개발 영역이나 제목만이 아니라 기술에 대한 세부적인 사양들에 대한 정의 및 명시, 그리고 타 기술과의 차이점을 정확히 수집, 대조할 수 있도록 한다. 또한 이 시점에서 필요한 것은 선택된 신기술을 어느 시점까지 개발을 완료 할 것인지에 대한 명시가 중요하다. 이 시점에 대한 정확한 예측은 차기 단계들에서 산출될 미래 기술 가치의 현재화를 하는 가장 중요한 변수 중의 하나가 될 것이기 때문이다.

3.1.5 변동성 및 가치 결정을 위한 기초 자료 선정 및 조사

변동성 및 가치 결정을 위한 기초 자료 선정 및 조사의 단계는 획득되어야 할 정보나 자료 등을 수집하고 분석하는 단계이다. 이 단계에서는 기술 본래의 기술성 및 혁신성, 시장성, 사업성, 수익성, 인적요소 등에 대한 세부적인 요소들에 대한 조사를 진행한다.

적지 않은 양의 자료를 조사하고 파악해야 하는 이 단계에서는 사전에 철저한 조사 기획을 통해서 어떤 식으로 접근하여 자료를 조사할 것인지를 체계적으로 검토해야 한다. 그 다음, 조사항목들을 작성하여 중요한 사항들의 조사가 누락되지 않도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해 권위 있는 조사리스트를 사용하는 것이 권장되고 있다. 본 연구에서 제시하는 조사 항목들은 다음 장의 모형 연구에서 자세히 다루도록 할 것이다.

3.1.6 조사된 자료를 바탕으로 신구 기술의 변동성 및 가치 결정

조사된 자료를 바탕으로 신구기술의 변동

성 및 가치 가치 가격 결정 단계는 자료를 바탕으로 미리 형성되어 있는 '기술 가치 산정 기준' 혹은 '기술 가치 산정식'에 의해서 가치 산출해 낸다. 이 단계는 조사된 자료를 바탕으로 미리 정해진 평가 방법에 따라 기술 가치를 산출해 내는 과정이다. 변동성 또한 기술 특성과 예상 기술 이전 총액 등을 고려한 시뮬레이션 값으로 산출한다.

3.1.7 신기술 개발 결정

신기술 개발 주체와 투자 주체는 3.1.6에서 산출된 신기술의 가치에 따라 신기술 개발 여부를 결정하게 된다. 신기술 개발이 확정되면 3.1.4에서 확정했던 기술 개발 완료 시점까지의 세부적인 개발 계획과 마일스톤 등을 작성하여, 일정 단위 개발 기간마다 기술 성과를 중간 점검 할 수 있도록 하는 절차가 필요하다. 신기술을 개발하지 않기로 확정이 된다면, 세부적으로 어떤 현존 기술을 어떻게 활용할 것인지와 그 기술을 어떻게 확보할 것인지에 대한 결정 단계로 넘어가고 평가 절차는 종료된다.

3.1.8 신기술 개발 및 신기술 보완 여부 결정

신기술 보완 여부 결정 단계에서는 앞서 평가해 본 신기술에 대해 지속적인 보완을 통해 개발 의지를 이어 나갈 것인지, 아니면 신기술 개발을 포기할 것인지를 결정하는 단계이다.

3.2 모형 설명

3.2.1 신기술 가치 평가 방법

3.1.6에서 나타난 기술 가치에 대한 콜옵션의 산출 방법은 다음과 같다.

$$C = S \cdot N(d_1) - Ke^{-rt} \cdot N(d_2) \quad (3)$$

$$d_1 = \frac{\ln(\frac{S}{K}) + (r + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma\sqrt{t}}$$

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

$$N(d_1) = P(Z < d_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{d_1} e^{-\frac{z^2}{2}} dz,$$

$$N(d_2) = P(Z < d_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{d_2} e^{-\frac{z^2}{2}} dz,$$

C : 콜옵션의 가치
S : 기초자산의 현재 가치
K : 옵션의 행사가격
t : 옵션의 잔존기간 또는 만기
r : 옵션의 잔존기간에 상응하는 무위험 이자율

〈표 4〉 실물옵션과 콜옵션에서의 요인에 대한 정의

실물옵션	요인표기	콜옵션
투자기회에 대한 현금흐름 현재가치	S	주식 가격
초기투자 (개발비용 혹은 실물자산 구입비용)	K	옵션의 행사가격
의사결정 유보 기간	t	만기까지의 기간
투자자금의 시간 가치	r	무위험 이자율
투자의 위험	σ^2	주식수익률의 분산

〈표 5〉 블랙-숄즈 모형을 활용한 Option Pricing을 위한 변수 의미 비교

	블랙-숄즈 모형 [2]	실물옵션	투자프로젝트 옵션 모형[17]	본 연구 모형	획득 방법
C	콜옵션의 가치	실물옵션의 가치	투자프로젝트 옵션의 가치	기술실물옵션의 가치	콜옵션 계산식 활용
St	기초자산의 현재 가치	투자기회에 대한 현금흐름 현재가치	기대현금흐름의 현재가치	기술과제 투입 예산 총액 대비 기술이전료 총액으로 산출된 현금흐름 현재가치	기술과제 개발 담당자 인터뷰
K	옵션의 행사가격	초기투자(개발비용 혹은 실물자산 구입비용)	투자비용의 현재가치	기술 개발 완료 시점의 투자비용 총액	전문가(개발담당, 이전 대상 기업) 인터뷰
r	옵션의 잔존기간에 상응하는 무위험 이자율	투자자금의 시간가치	무위험 이자율	무위험 이자율	CD 91일물 자료 사용[1]
σ	기초자산의 가치의 변동성(σ^2)	투자의 위험	프로젝트 가치의 불확실성	신기술의 성공 가능 확률(개발완료 시점 이후 5년간 예상 매출액)	전문가(개발담당, 이전 대상 기업) 인터뷰 후 Monte Carlo Simulation 수행
T	옵션의 잔존기간 또는 만기	의사결정 유보기간		기술실물옵션의 잔존기간 또는 만기	기술 개발 담당자와의 인터뷰

σ^2 : 기초자산의 가치의 변동성
$N(\cdot)$: 누적정규분포

위의 식 (3)에서 나타나는 요인들에 대한 실물옵션에서의 정의와 콜옵션에서의 정의를 <표 4>에 비교하여 제시하였다. 식 (3)은 기존의 블랙-숄즈 모형을 따르고 있으며, 요인에 대한 조작적 정의를 가하는 형식을 사용하였다[2]. 콜옵션은 만기일이나 만기일 이전에 미리 정한 행사가격으로 살 수 있는 권리를 의미하며, 여기서는 기술 개발 완료 시점이나 기술 개발 완료 시점 이전에 예상 기술이전료의 가격으로 기술을 살 수 있는 권리를 의미하는 것으로 조작적 정의를 하였다.

식 (2)를 토대로 각 기술에 대한 CL과 CN을 산출할 수 있다. 이를 위해, 기존의 연구들에서는 어떻게 변수들에 대한 값들을 추출했는지와 본 연구에서 각 변수를 어떻게 획득할 것인지에 대한 비교표를 <표 5>와 같

1) 블랙 숄즈 모형에 사용할 무위험 이자율은 CD 91일물 자료를 사용하였다(2008년 3월). CD 91일물의 경우 10개 증권회사의 대표수익률로만 작성되어 시장의 총체적인 반영이 미흡하고 시중자금사정에 따라 금리가 급변할 우려가 있다. 그러나 증권거래소가 이론적 옵션가격을 산출할 때 만기가 91일인 양도성 예금증서의 최근 연수익률을 사용해 구하고 있고, 한국 금융시장의 단기금리의 대표성을 지니기 때문에 무위험 이자율 대용치로 적합하다고 볼 수 있다.

이 제시하였다.

다음 장에서는 본 모형을 바탕으로 현재 개발되고 있는 유비쿼터스 기술에 대한 사례 조사 분석을 실시하였다.

4. 사례 분석

본 연구의 목적은 블랙-숄즈 모형을 바탕으로 유비쿼터스 기술의 개발 타당성을 분석하는 것이었다. 따라서, 사례 분석에서는 현재 유비쿼터스 기술 개발을 수행하고 있는 7개의 기술에 대해 평가 타당성을 조사하는 것으로 진행되었다. 평가에 필요한 변수를 획득하기 위해, 각 기술 개발을 담당하고 있는 과제 책임연구자와 박사 과정 이상의 연구원들에게 인터뷰 및 설문을 활용하였다. 인터뷰에 응한 전문가의 전체 응답자의 수는 7개 팀 19명이었으며, 평균관련 연구 기간은 33.3개월이다. 본 사례 분석을 위한 인터뷰 및 설문은 2008년 4월 1일 부터 2주간 동안 진행되었다.

4.1 기술 개요

다음 <표 6>는 본 연구에서 기술 투자 타당성을 분석하기 위해 조사한 7개의 팀이 현재 개발 중인 기술들에 대한 설명이다. 표에서 나타나는 번호는 이후 나타날 기술A~G까지의 이름과는 순서가 서로 상의함을 밝혀둔다.

4.2 기술 가치 평가 수행

4.2.1 각 변수의 산출

각 기술의 현금흐름 현재가치(NPV)는 현재 기술의 개발이 완료되어 있는 상태가 아니기 때문에, 각 기술 개발에 현재까지 투입된 연구비를 기초 투자액으로, 2013년 전체 프로젝트과 완료될 시점까지의 기술이전료를 순이익으로 산정하여 산출하였다. 또한 현재

〈표 6〉 기술 설명

번 호	기술 설명
1	커뮤니티 컴퓨팅 근거리 무선통신환경에 적합한 초고속 고품질의 환경 적응형 Scale-free uPAN 시스템의 지능형 다중 엑세스 기술
2	Visual Sensor Network(VSN)을 이용하여 광역의 복잡한 환경에서 강인하고 정확하게 동작하는 첨단 인간 행동 인식 및 의도 추론 기술 개발
3	상황인식 에이전트 기반 지능형 에이전트 플랫폼
4	커뮤니티 컴퓨팅 솔루션 : 커뮤니티 매니저
5	동적 커뮤니티 컴퓨팅 기반 시스템 통합 플랫폼 기술
6	유비쿼터스 지능공간에서의 지능형 네트워크 구성 기술로서 공간 및 서비스에 적응적 네트워킹 제공 기술
7	유비쿼터스 커뮤니티 환경에서의 다자간 인터랙티브 스마트 협업환경 기술개발

가치로 환산하기 위해 필요한 할인율은 일반적으로 주거래은행의 대출이율을 사용하지만, NPV가 투자타당성 검증을 위해 사용되므로 이보다 더 높은 금리를 적용하는 것이 투자 위험을 더욱 나타낼 수 있으므로, 8.5%를 적용하였다. 각 기술 별 현금흐름 현재가치는 다음 <표 7>과 같다.

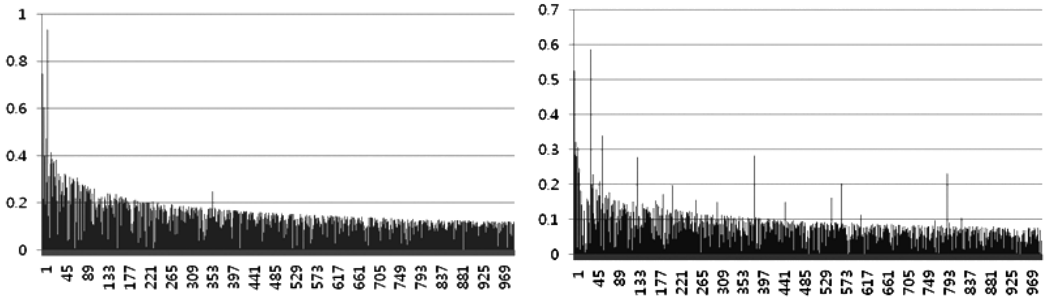
현재까지의 연구과제에 투입된 연구비의 총액이 <표 6>에 나타나 있으므로 이를 초기 투자 비용을 위한 수치로 활용한다. 만기까지의 기간(T)은 과제의 최종 완료 기간이 2013년 12월 31일이므로, 2013년을 만기로 하여 산출하기로 한다. 무위험 이자율은 앞에서 밝힌 바와 같이 2008년 3월 현재, CD 91일물 자료를 사용하기로 하였다. 한국은행 경제통계에 따르면, 2008년 3월 CD 91일물의 금리는 5.25%이다.

투자가치를 평가하기 위해 블랙-숄즈 모형을 활용함에 있어 가장 중요한 요소는 변동성에 대한 정확한 측정이다. 이를 위해, 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하였다. 변동성은 추정은 일반적으로 역사적 변동성, 자연대수 현금할인흐름 수익률 변동성, 몬테카를로 시뮬레이션 변동성, 시장 대용치 등이 있다(Mun, 2002). 본 연구에서는 자연대수 현금할인흐름 수익률 변동성과 몬테카를로 시뮬레이션 변동성을 병행해 추정하였다. 본 연구에서는 2008년 부터 2013년 까지 6년 간 연도별 예상 기술이전액을 실제 개발을 담당하고 있는 전문가들로부터 직접 인터뷰 방식으로 획득하였다. 기본변동성의 경우, 기술개발인력 및 지식 인프라, 유사 기술과의 경쟁, 기술 표준, 권리/이익 파생 가능성 등의 4개 항목에 대한 가중치와 점수를 바탕으로 산출했으며, 각 연구팀에서 제시한 인지적 변동성도 획득하였다. 1000개의 난수를 활용하여 시뮬레이션을 실행한 결과 각 팀의 자료분포도는 <그림 2> (a)에서 (g)까지이며, 통계요약치는 <표 7>과 같다. 각 그림의 X축은 시뮬레이션 실행횟수이며, Y축은 변동성을 나타낸 것이다.

<그림 2>에서 보는 바와 같이 변동성은 자연대수 상대수익률의 표준편차 $\hat{\sigma}$을 결과변수로 두고 변동성에 비치는 변수 중 불확실성이 높은 주요 변수인 연도별 예상 기술이전료, 할인율 등을 사전변수로 선택하였다. 그리고 사전변수에 가정된 특정확률분포로 부터 난수를 추출하여 결과변수인 자연대수 상대수익률의 표준편차를 반복적으로 추정하였다. 본 사례에서 연도별 예상이전기술료 확률분포는 균일분포로 가정하고, 할인률은 정규분포를 따르는 것으로 가정하였다.

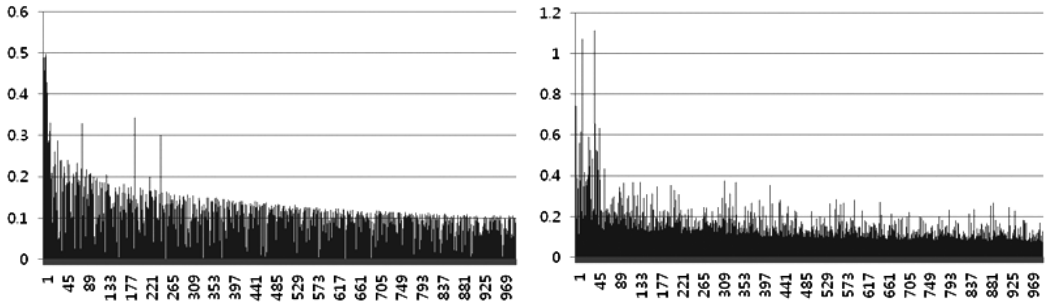
〈표 7〉 각 기술별 투자액, 순이익, 및 현금흐름 현재가치

	기술 A	기술 B	기술 C	기술 D	기술 E	기술 F	기술 G
투자액	675,691	1,765,345	14,064,800	3,183,058	2,400,000	650,000	5,902,164
순이익	4,200,000	6,200,000	2,125,000	62,300,000	4,000,000	3,800,000	7,075,000
현재가치	3,248,211	4,434,655	-11,939,800	59,116,942	1,600,000	3,150,000	1,172,836
할인율	0.085						



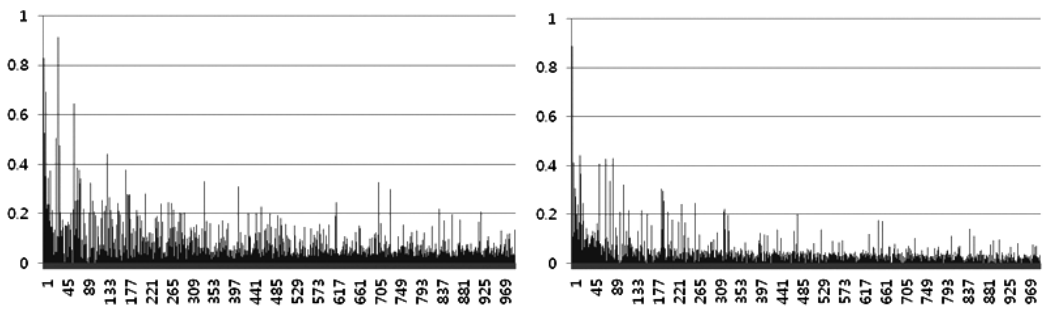
(a) 기술 A

(b) 기술 B



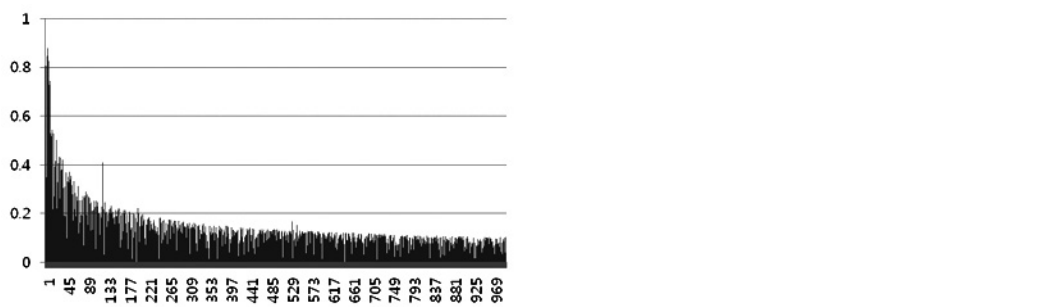
(c) 기술 C

(d) 기술 D



(e) 기술 E

(f) 기술 F



(g) 기술 G

〈그림 2〉 몬테카를로 변동성 자료 분포

〈표 8〉 몬테카를로 변동성 요약통계

	기술 A	기술 B	기술 C	기술 D	기술 E	기술 F	기술 G
기본변동성	27.7	47.5	31.4	24.3	47.1	40	16.5
최종변동성	13.26	7.11	10.39	15.69	7.80	4.51	12.18
중앙값	12.29	6.93	10.23	13.44	5.30	3.23	10.34
표준 편차	7.39	4.86	5.67	8.71	7.95	5.87	9.56
왜도	2.92	3.08	2.06	4.35	4.23	5.62	3.65
신뢰 수준 (95.0%)	0.46	0.30	0.35	0.54	0.49	0.36	0.59
상한 25%	22.17	10.19	14.41	23.05	12.06	8.06	21.33
하한 25%	6.00	5.13	7.73	11.47	5.71	2.71	7.40

몬테카를로 변동성 자료분포에서 각 기술들의 평균 $\hat{\sigma}^*$은 약 4.51~15.69%로 구해졌고, 왜도값은 2.06~5.62로 상대적으로 크게 나타났다. 그리고 몬테카를로 변동성 자료분포에서 하한 25%은 약 2.71~11.47%, 상한 25%는 약 8.06~23.05%로 구해졌다.

이를 토대로 기술 가치 산출을 위한 최종 변수는 다음 <표 9>과 같이 산출되었다.

4.2.2 기술별 콜옵션 가격 산출

4.2.1에서 산출한 최종 변수 값들을 토대로, 콜옵션 가격을 산출하였다. 식 (2)를 바탕으로 산출한 기술별 콜옵션 가격은 다음 <표 10>와 같다.

식 (2)에 따라 산출한 기술별 콜옵션 가격을 보면, 기술 D의 가격이 가장 높은 것으로 나타나고 있으며, 기술 E의 경우가 가장 낮

〈표 9〉 기술 가치 산출을 위한 최종 변수

	기술 A	기술 B	기술 C	기술 D	기술 E	기술 F	기술 G
현금흐름 현재가치(S, 천원)	3,248,211	4,434,655	-11,939,800	59,116,942	1,600,000	3,150,000	1,172,836
총투자액(K, 천원)	675,691	1,765,345	14,064,800	3,183,058	2,400,000	650,000	5,902,164
만기까지의 기간(T, 년)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
무위험이자율(R, %)	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
변동성(σ, %)	13.3	7.1	10.4	15.7	7.8	4.5	12.2

〈표 10〉 각 기술별 콜옵션 가격

	기술 A	기술 B	기술 C	기술 D	기술 E	기술 F	기술 G
콜옵션 가격	2,741,984	2,669,310	N/A	55,933,884	-91,096	2,500,000	-1

〈표 11〉 각 기술별 유사기술 변동성(%)

	변동성	개발 완료 기술			현재 개발 중인 기술		
		유사기술 1	유사기술 2	유사기술 3	유사기술 1	유사기술 2	유사기술 3
기술 A	13.3	20	40	17	90	90	N/A
기술 B	7.1	16	14	28	50	30	16
기술 C	10.4	70	50	N/A	65	55	50
기술 D	15.7	23	22	N/A	46.4	44.6	38.2
기술 E	7.8	40	40	N/A	40	N/A	N/A
기술 F	4.5	50	30	30	40	50	70
기술 G	12.2	15	30	N/A	50	N/A	N/A

은 것으로 나타났다. 이것은 전체 기술을 하나로 보유하고 있는 연구 과제의 경우, 연구비 투입의 효과성을 고려해서 어떤 연구 개발에 더 무게를 둘 것이며, 어느 정도의 연구비를 투입할 것인지에 대한 지표로 삼을 수 있음을 보여주고 있다. 기술 C의 경우, 현재 투자된 연구 개발비 대비 기술 예상 이전료의 금액이 현저히 적게 나타나는 이유로, 기술의 현금흐름 현재 가치가 음의 값으로 나타나 최종적인 콜옵션 가격 산정이 불가능했다.

4.3 사례 분석 결과

4.3.1 유사기술과의 비교

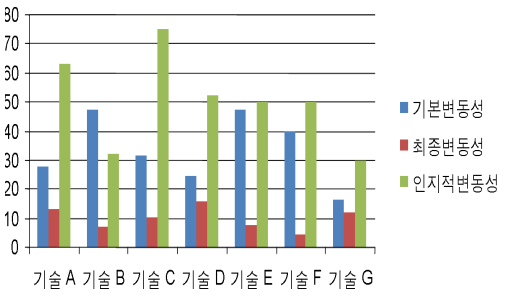
본 연구의 사례에서는 유사기술과의 비교를 위해 변동성 비교를 수행하였다. 현재 개발 기술과의 유사하며, 현재 개발 중이거나 이미 개발이 완료가 된 기술들의 변동성에 대한 작성을 요청한 결과, 각 기술별로 평균 2.4개의 개발 완료 유사 기술과 평균 2.3개의 개발 중인 유사 기술에 대해 기술하였으며, 각 기술에 대한 변동성을 작성하였다. 각 기술 별 유사기술의 변동성은 다음 <표 11>과 같이 조사되었다.

4.3.2 기본변동성과의 비교

4.2.1에서 밝힌 바와 같이, 기본변동성의 경우 기술개발인력 및 지식 인프라, 유사 기술과의 경쟁, 기술 표준, 권리/이익 파생 가능성 등의 4개 항목에 대한 가중치와 점수를 바탕으로 산출했다. 또한 각 연구팀에서 제시한 인지적 변동성도 획득하였다. 기본변동성과 최종변동성, 그리고 연구팀의 인지적 변동성을 비교하여 <표 12>에 나타내었다.

〈표 12〉 기본, 최종, 인지적 변동성의 비교

	기술 A	기술 B	기술 C	기술 D	기술 E	기술 F	기술 G
기본변동성	27.7	47.5	31.4	24.3	47.1	40.0	16.5
최종변동성	13.3	7.1	10.4	15.7	7.8	4.5	12.2
인지적변동성	63.3	32.0	75.0	52.2	50.0	50.0	30.0



〈그림 3〉 기본, 최종, 인지적 변동성의 비교

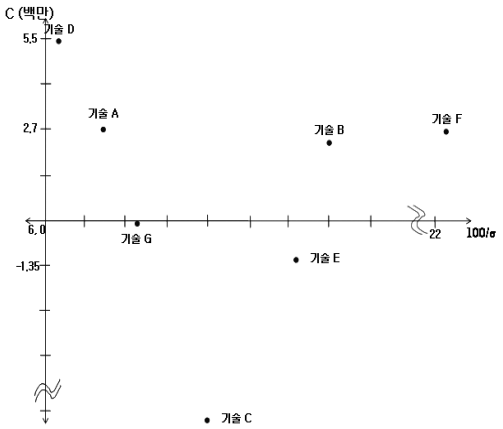
<그림 3>에서 보는 바와 같이 전반적으로 최종변동성은 인지적 변동성이나 기본 변동성에 비해 상당히 높은 것으로 나타나 있다. 이것은 기술 개발자들이 스스로의 기술에 대해 시장 내에서 어떤 위치를 차지하고 있고 앞으로 어떤 역할을 할지에 대한 정확한 이해가 없이 기술을 개발하고 있다는 것을 알 수 있었다. 향후 기술 개발자들에게 기술 개발 후 시장에서의 역할에 대해 숙지할 필요성이 제기된다고 하겠다.

4.3.3 기술 개발 여부 결정

기술개발 여부는 동일 과제 내 기술들의 가치 우선 순위에 따른 방법과 유사 기술과의 비교를 통한 방법의 두 가지를 활용할 수 있다.

먼저 동일 과제 내 기술들의 가치 우선 순위에 따른 방법은 콜옵션의 가격과 변동성을 고려해 산출한다.

<그림 4>에서 보는 바와 같이 X축을 변동성의 역수에 100을 곱한 값으로, Y축을 콜옵션 가격의 크기로 설정하였다. 오른쪽과 위쪽로 갈수록 기술투자 타당성이 높은 것으로 나타나고 있으며, 왼쪽과 아래쪽으로 갈수록 기술투자 타당성이 낮은 것으로 볼 수

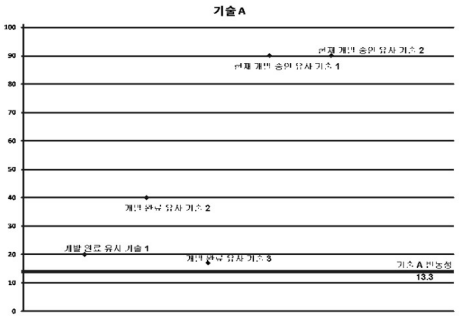


〈그림 4〉 콜옵션 가격, 변동성에 따른 기술 개발 우선순위 표시

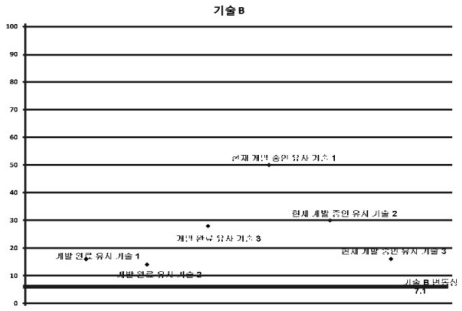
있다.

콜옵션 가격 크기에 따른 개발 우선순위는 기술 D가 가장 높고, 기술 C가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 변동성에 따라서는 기술 F의 우선 순위가 가장 높으며, 기술 D의 우선순위가 가장 낮은 것으로 나타났다. 하지만, 두 가지 기준을 함께 볼 경우, 기술 B의 경우가 가장 타당성이 높은 것으로 나타났다. 이것은 두 가지의 기준이 복합적으로 작용할 경우, 개별 기준에 의한 기술 투자 타당성과는 차이를 보일 수 있다는 것을 보여준다. 따라서, 전체 과제의 특성과 목적에 따라, 콜옵션 가격에 따른 우선순위를 따르거나, 변동성에 의한 우선순위를 따르거나 혹은 각각의 점수에 가중치를 부여해 두 가지 기준을 동시에 적용하여 최종 우선 순위를 결정하는 방식으로 결정하면 된다.

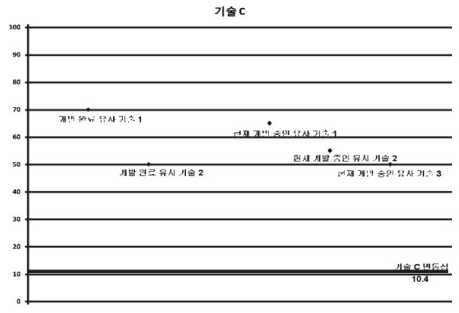
또 다른 방법으로, 유사기술과의 비교를 통한 우선 순위 결정 방식은 유사 기술에 대한 실제적인 가치 금액을 산정하는 것에 어려움이 있으므로 개발 완료된 기술의 변동성과 현



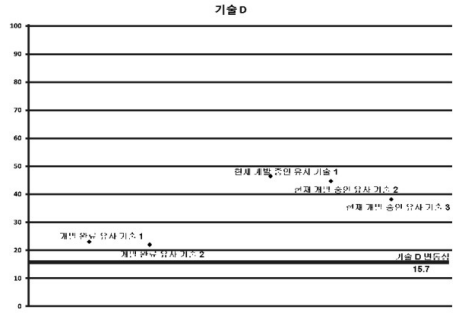
(a) 기술 A



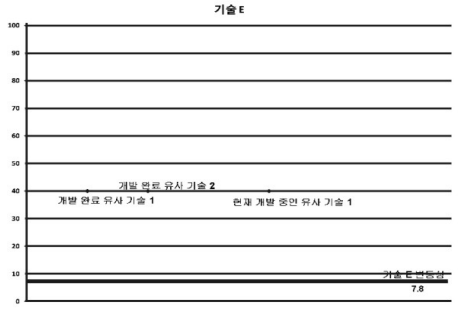
(b) 기술 B



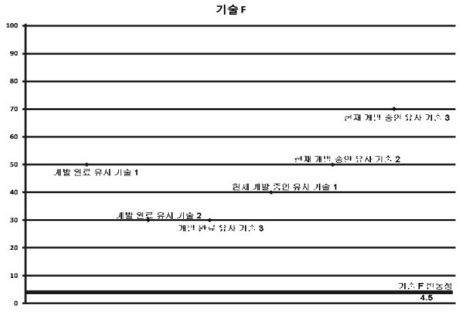
(c) 기술 C



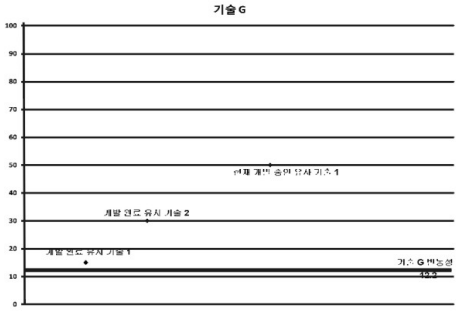
(d) 기술 D



(e) 기술 E



(f) 기술 F



(g) 기술 G

〈그림 5〉 각 기술과 유사 기술들 간의 변동성 차이 비교

재 개발 중인 유사 기술과의 변동성을 토대로 우선순위를 결정한다.

유사 기술과의 비교 결과는 개발자들의 유사 기술들에 대한 이해와 기술 개발의 방향성 등을 파악하는데 도움을 준다. 유사 기술과의 변동성이 비슷할 경우, 타기술 대비 혁신성은 떨어지지만 시장성이나 표준준수성 등은 상대적으로 높다고 평가할 수 있으며, 그와 달리 유사기술에 비해 변동성이 현저히 낮은 경우는 시장성은 높지만 혁신성이 낮은 것으로 판단해 볼 수 있다. 마지막으로 변동성이 현저히 높은 경우는 혁신성은 높지만 시장성이 높지 않아 기술 개발 시 성공 가능성이 낮을 수 있는 위험이 크다고 볼 수 있다. <그림 5>의 (a)~(g)는 각 기술과 유사 기술들 간의 변동성 차이를 나타낸 그림이다. <그림 5>의 (a)~(g)에서 보면 기술 A, B, D, G의 경우, 개발 완료 유사 기술과의 변동성이 유사한 것으로 판단하고 있으며, 기술 C, E, F 보다는 변동성이 낮아 개발 후 해당 기술과의 경쟁에서 살아 남을 가능성이 크다고 판단하고 있음을 알 수 있다. 또한 이미 개발이 완료된 기술들과 변동성이 유사하다고 판단하는 것은 그만큼 기술의 경제적 성공 가능성을 개발자 스스로가 낙관하고 있음을 알 수 있다. 하지만, 이러한 개발 완료

〈표 13〉 유사 기술 대비 각 기술별 개발 타당성

	개발완료 기술 대비 타당성	현재 개발 중인 기술 대비 타당성	설 명
기술 A, D, G	상	상	개발 완료 기술과 대비한 변동성은 유사한 것으로 나타나 현재의 표준이나 개발 인프라 등의 상황이 안정적임을 보여준다. 또한 현재 개발 중인 유사 기술들에 비해 혁신성이 현저히 강조되고 있기 대문에 기술 투자 타당성이 높은 것으로 판단할 수 있다.
기술 B	상	중	개발 완료 기술과의 유사성은 높으나 현재 개발 중인 유사 기술들에 비해 혁신성 등이 큰 차이를 보이지 못하기 때문에 혁신성에 대한 재고가 기술 투자 타당성 여부에 영향을 미칠 것으로 볼 수 있다.
기술 C	하	상	개발 완료 기술과 대비하여 변동성이 높게 나타나 시장에서의 성공 가능성이 있는 것으로 판단될 수 있으나 여타 개발 완료 기술과의 기술특성-표준 준수 여부, 기술 인프라 활용 여부 등-에서의 차이를 보이는 점은 오히려 기술 개발 타당성을 저해하는 요인으로 분석될 수 있다.
기술 E, F	중	중	개발 완료 기술과 대비하여 변동성의 유사성은 큰 차이를 보이고 있지 않기 때문에 상황이 비교적 안정적이라 판단할 수 있으나, 현재 개발 중인 기술들에 비해서도 유사 기술들과의 변동성이 각각 상의하게 나타나는 것으로 보아 정확한 유사 기술에 대한 이해가 필요하거나 복합적인 기술의 형태를 취하는 것으로 파악되므로 각각의 세부 기술에 대한 재평가가 요구될 수도 있다.

기술과 변동성이 유사하게 나타난다는 것은 지금 현재 기술 개발팀이 개발하고 있는 기술의 개발 시점이 다른 유사 기술 개발팀의 시점 보다 많이 뒤떨어져 있는 것은 아닌지 판단해 볼 수 있는 기준이 될 수 있다. 한편, 현재 개발 중인 유사 기술들과의 변동성 비교는 기술 B, D의 경우, 변동성이 유사하게 나타났으며 A, C, E, F, G의 경우 변동성이 현저하게 낮은 것으로 나타났다. 변동성이 유사한 경우는 지금 현재 기술 개발팀이 기술을 개발 완료를 목표로 하는 시점을 좀 더 앞당겨 시장 내에서 우월한 위치를 차지할 필요가 있음을 보여 주고 있다. 또한 변동성이 낮은 경우는 현재 개발 중이 유사 기술들에 비해 기술의 혁신성이 떨어지고 있지는 않은지 재고해 볼 수 있는 여지를 마련해 주고 있다.

최종적으로 변동성을 기반으로 한 유사 기술 대비 개발 타당성에 대한 평가는 제 4.3.1절의 <표 10>과 <그림 5> (a)~(g)에 근거하여 <표 13>와 같이 제시할 수 있다. 변동성은 기술 개발 인력 및 인프라, 유사 기술과의 경쟁, 기술 표준, 권리/이익 파생 가능성의 의미를 내포하고 있기 때문에 관련된 의미로 해석하는 것이 요구된다.

5. 결 론

지금까지 블랙-숄즈 모형을 활용하여 유비쿼터스 기술 투자 타당성 및 우선 순위를 분석하기 위한 방법론과 현재 진행 중인 유비쿼터스 기술 관련 과제의 실제 기술들에 대한 적용을 실시하였다. 유비쿼터스 기술 가치에 대한 평가 방법론을 기술 개발 투자와 연계하여 적용 가능성은 높은 것으로 나타났으며, 실제적인 타당성 분석 측면에서도 변동성과 콜옵션 가격을 통한 복합적인 고려가 의미가 있는 것으로 나타났다.

본 연구의 공헌은 크게 두 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 유비쿼터스 기술의 개발과 관련한 경제적 투자 타당성 분석을 위한 틀을 마련했다는 점이다. 이제까지 유비쿼터스 기술을 개발함에 대해 투자 타당성 분석에 대한 연구는 거의 없었으며, 이러한 이유로 실제적인 기술 개발 연구과제 운영이나 기술 개발 투자에 대한 기준을 마련하지 못한 채 진행되어 왔던 현상을 개선할 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 보다 정확한 유비쿼터스 기술 개발 평가를 위해서는 블랙-숄즈 모형의 가능성과 더불어 평가를 위한 실제 항목들에 유비쿼터스 기술적 요소를 반영할 수 있는 것들을 명확히 제시하는 것이 필요할 것이다. 둘째는 실제 사례 분석을 실시함으로써 기술 개발 투자에 대한 실질적인 자문을 수행했다는 점이다. 현재 실제로 진행되고 있는 기술 과제에 대해 향후 기술 투자 여부를 판단할 수 있는 경제적 투자 타당성을 분석하여 결과를 제공함으로써 투자의 방향성을 제시해 줄 수 있었다는 의미가 있다.

하지만 본 연구는 크게 두 가지의 한계를 지니고 있으며, 이를 극복하기 위한 향후 연구가 필요할 것으로 판단된다. 첫째, 변동성을 구하기 위한 변수들에 대해 민감도 분석을 실시하지 않았다는 점이다. 블랙-숄즈 옵션가의 각종 Greek값 산출을 산출하는 민감도 분석은 이를 통하여 산출된 기술가치가 주요 파라미터의 추정치에 어느 정도로 민감

하게 의존하는가를 평가하고 이로부터 산출된 기술가치의 내적 신뢰도 판단하는 기준이다. 따라서, 기술가치의 현금흐름 현가 추정치에 대한 민감도나 기술가치의 변동성 추정치에 대한 민감도 분석이 향후 수행되어야 할 것이다. 둘 째는 기존 유사 기술에 대한 자료 획득의 어려움으로 인한 보다 정확한 분석의 어려움이다. 유사 기술에 대한 정확한 기술이전료나 매출액에 대한 자료를 구할 수 없기 때문에 시장상황을 판단하여 추정치를 사용할 수 밖에 없기 때문에 향후 이러한 자료들을 보자 세밀하고 폭넓게 수집하여 정교한 분석을 수행하는 절차를 도입할 필요가 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] Benaroch, M., and R. J. Kauffman, "A Case for using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Project Management," Information Systems Research, Vol. 10, 1999, pp. 70-86.

[2] Black, F., and M. Scholes, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," Journal of Political Economy, Vol. 81, No. 3, 1973, pp. 637-654.

[3] Friedman, B., P. H. Kahn Jr., and A. Borning, "Value Sensitive Design : Theory and Methods," Technical Report, 02-12-01, University of Washington, 2001.

[4] Hall, S., "Applying Income-Approach Business Valuation Methods to. Professional Practices," Journal of Financial Service Professionals, Vol. 58, No. 3, 2004, pp. 91-99.

[5] Housel, T. and S. Nelson, "Knowledge Valuation and Portfolio Management for Capabilities-Based Planning," Office of Force Transformation, Department of Defense, Washington, DC, 2004.

[6] Housel, T. and S. Nelson, "Knowledge valuation analysis Applications for organizational intellectual capital," Journal of Intellectual Capital, Vol. 6 No. 4, 2005, pp. 544-557.

[7] Jackewerth, J. "Option-Implied Risk-Neutral Distributions and Implied Binomial Trees; A Literature Review," Journal of Derivatives, No. 2, 1999, pp. 66-82.

[8] Kwon, O. and J. Kim, "A Multi-layered Assessment Model for Evaluating the Level of Ubiquitous Computing Services," Lecture Notes in Computer Science, 2006, pp. 1059-1068.

[9] Luehrman, T. A., "Investment Opportunities as Real Option : Getting Started on the Numbers," Harvard Business Review, July-August, 1998, pp. 51-67.

[10] Mankoff, J., A. Dey, G. Hsieh, J. Kientz, S. Lederer, and M. Ames, "Heuristic Evaluation of Ambient Displays," Proceedings of conference of Human Factors in Computing Systems, ACM

Press, 2003, pp. 169-176.

[11] Mard, M., "Financial factors : cost approach to valuing intellectual property," Licensing Journal August, 2000a, pp. 27-28.

[12] Mard, M., "Financial factors : income approach to valuing intellectual property," Licensing Journal August, 2000b, pp. 27-30.

[13] Mun, J., "Real Options Analysis-Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions," Wiley, 2002, pp. 197-204.

[14] Park, Y. and G. Park, "A new method for technology valuation in monetary value : procedure and application, Technovation, Vol. 24, 2004, pp. 387-394.

[15] Panayi S. and L. Trigeorgis "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.

[16] Pavri, Z., "Valuation of Intellectual property assets : the foundation for risk management and financing. Proceeding of INSIGHT Conference, Toronto, 1999.

[17] Perlitz, Manfred, T. Peske, R. Schrank, "Real Options Valuation : The New Frontier in R&D Project Evaluation?," R&D Management, Vol. 29, No. 3, 1999, pp. 255-269.

[18] Peter Boer, F., "The valuation of technology, Business and Financial Issues in R&D," John Wiley and Sons, Inc., 1999.

[19] Peter Boer, F., "Technology Valuation Solutions," John Wiley and Sons, Inc., 2004.

[20] Quintana C., B. J. Reiser, E. A. Davis, J. Krajcik, E. Fretz, R. G. Duncan, E. Kyza, D. Edelson, and E. Soloway, "A Scaffolding Design Framework for Software to Support Science Inquiry," Journal of the Learning Sciences, Vol. 13, No. 3, 2004, pp. 337-386.

[21] Richter, H. A. and G. D. Abowd "Automating the capture of design knowledge : a preliminary study," Technical Report GVU-99-45, Georgia Institute of Technology, 1999.

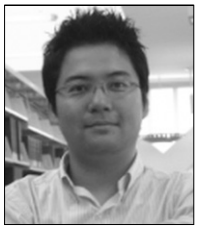
[22] Riekki, J., P. Isomursu, and M. Isomursu, "Evaluating the Calmness of Ubiquitous Applications," Proceedings of Production Focused Software Process Improvement : 5th International Conference, PROFES 2004, Kansai Science City, Japan, 5-8 April, 2004, pp. 105-119.

[23] Scholtz, J. and S. Consolvo, "Toward a Framework for Evaluating Ubiquitous Computing Applications," Pervasive Computing, Vol. 3, 2004, pp. 82-89.

[24] Smith, G. V. and R. L. Parr, Valuation of Intellectual Property and Intangibles Assets. New York : John Wiley and Sons, 1989.

저 자 소 개

권오병	(E-mail : obkwon@khu.ac.kr)
1988년	서울대학교에서 경영학사
19990~1995년	한국과학기술원에서 각각 공학석사와 공학박사 학위를 취득하였다.
현재	경희대학교 국제경영대학 교수로 재직중이다. Decision Support Systems 등 다수의 저널에 수십편의 논문을 발표하였다.
관심분야	유미쿼터스 컴퓨팅, 의사결정지원시스템 등이다.



김지훈	(E-mail : hdlamb@khu.ac.kr)
1996~2003년	한동대학교 경영경제학부를 졸업
2004~2006년	경희대학교에서 국제경영학을 전공
현재	유비쿼터스 비즈니스 및 서비스 연구센터에 재직하고 있다. 지식경제부 유비쿼터스 컴퓨팅 사업 관련 과제를 2004년부터 수행하였다.
관심분야	유비쿼터스 컴퓨팅 서비스 평가, U-커머스 시스템 개발 등이다.