

# 통신서비스 품질을 고려한 신규 통신서비스 가입 시기에 대한 연구

이종용\* · 최강화\*\* · 김수욱\*\*

\* 서울대학교 경영학부

\*\* 한성대학교 경영학부

## Optimal 3G Telecommunication Service Switching Time Considering Telecommunication Quality of Service

Jong-Ryong Lee\* · Kang-Hwa Choi\*\* · Soo Wook Kim\*\*

\* College of Business Administration, Seoul National University

\*\* Division of Management, Hansung University

Key Words : New Telecommunication Service(3G), Telecommunication Service Quality, Real Option, Option to Exchange, Service Switching Timing

### Abstract

This paper examines when a consumer in existent telecommunication 2G applies to new telecommunication service 3G from the viewpoint of an option pricing theory. To improve telecommunication quality of service, the consumer applies to 3G. The application means an exchange of 2G for 3G with extra costs such as searching and conversion costs. Since the option to exchange is a right that the consumer can exercise or not, application to 3G is deemed an exercise of the option to exchange at most suitable value of the option. The timing to exercise the option depends on the extra costs and the additional communication benefit from new telecommunication quality of service. These affect an optimal timing to apply to 3G. The optimal applying or switching timing to 3G is when an economic value of the option to exchange is equal to an economic value of the extra costs plus the additional telecommunication quality from new telecommunication service. The option analysis used in this paper is applicable to various industries.

## 1. 서 론

이동통신서비스는 지난 수년간 급속하게 성장해 왔다. 최근 들어서는 음성위주의 제 2세대 이동통신서비스에서 고속접속이 가능한 무선 인터넷, 대용량 멀티미디어 콘텐츠에 대한 소비자들의 욕구가 급속히 증가함에 따라서, 국내 시장도 점차적으로 음성 서비스시장에서 데이터 서비스시장으로 빠르게 전환하고 있다. 이러한 시장의 요구에 발맞추어 2003년말에는 제 3세대 이

동통신서비스 즉 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) 서비스가 서울 및 수도권을 중심으로 시범으로 제공되었으며, 2006년에는 WCDMA망이 업그레이드된 제 3.5세대인 HSDPA(High Speed Down-link Packet Access)의 서비스가 상용화되면서, 무선 통신을 이용한 데이터서비스가 더욱 활성화되고 있다.

초기에 3/3.5세대 이동통신서비스(이하 3G 통신서비스)는 저렴한 음성통화, 빠른 무선인터넷 접속, 스트리밍 동영상 및 온라인 게임 등의 멀티미디어 서비스를 제공하는 신규통신서비스로써 주목을 받을 것으로 예상되었다. 하지만 최근 들어 서비스 커버리지 부족과 관련 경쟁기술 및 단말기 문제 등으로 인해 3G 확산에

† 교신저자 kimssoo2@snu.ac.kr

※ 이 논문은 2008년 한성대학교 교내 연구비 지원과제임.

걸림돌이 되고 있으며 관련 업계에서는 3G 통신서비스 시장 자체에 대한 비관적인 전망도 나타나기 시작하였다. 그러나 비록 3/3.5세대 통신서비스시장이 2세대 이동통신서비스(이하 2G 통신서비스) 시장만큼 거대한 시장을 형성하기 못할지라도 멀티미디어 콘텐츠에 대한 소비자들의 니즈 증대와 향후 제 4세대 통신서비스 시장을 선점하기 위한 중간단계라는 측면에서 국내 통신사업자는 3G 통신서비스를 본격적으로 활성화하려고 박차를 가하고 있다. 이와 같은 통신사업자의 의지와 노력이 3G 통신서비스의 상용화를 선도하고 동시에 정체된 3G 통신서비스의 새로운 수요를 창출할 것이라는 전망도 있다. 이러한 통신시장의 환경변화에 능동적으로 적응하고 대체하기 위해, 통신사업자는 3G 통신서비스의 활성화를 도모할 수 있는 적극적인 정책·전략적 방안 마련과 함께 3G 통신서비스 사용에 관한 적절한 소비자 행태분석과 이에 따른 경영전략 수립에 노력해야 한다.

최근 들어, 이와 같은 3G 통신서비스의 확산에 대한 신규통신서비스 공급측면에서의 대응전략 즉 네트워크 관련 이슈들과 단말기 관련 기술 등 하드웨어나 소프트웨어 측면의 연구는 상당히 진행되어 온 반면, '소비자가 과연 3G 통신서비스에 가입할 것인가 또는 언제 가입할 것인가'라는 소비자측면에서의 해결책이나 논의는 상대적으로 미약해 왔다. 또한 소비자 입장에서는 2G 통신서비스에서 3G 통신서비스로의 전환에 따른 기대비용과 전환으로 인한 소비자 후생 증감요인 등 전환에 따른 다양한 의사결정 문제들을 분석하는 연구는 부족하였다.

따라서 본 논문에서는 소비자 측면에서의 통신서비스 품질을 고려한 신규 통신서비스의 가입전환 시기 (switching timing) 의사결정을 실물옵션(real option) 관점에서 수리적 분석을 수행하고자 한다. 즉 새로운 기능과 통화품질을 제공하는 3G 통신서비스에 대한 고객의 니즈가 계속적으로 증가하고 있는 상황 하에서 3G 통신서비스 가입에 따른 전환비용의 발생과 새로운 서비스에 대한 불확실성은 2G 통신서비스 사용자들로 하여금 전환 시기를 선정함에 있어 상당한 어려움을 제공하고 있다.

일반적으로 2G 통신서비스 가입자 및 잠재적 신규통신서비스 가입자에게 3G 통신서비스 상용화는 2G 통신서비스에 안주할 것인가 또는 3G 통신서비스로 전환할 것인가라는 선택의 문제로 요약할 수 있다. 따라서 3G 통신서비스로의 전환 가입은 신규 3G 통신서비스

로 전환에 따른 부대비용(신규 통신서비스 가입비 및 신규 단말기 구입비 등)을 지불하면서 기존의 음성 위주의 통신서비스품질 외에 추가적으로 새로운 3G 통신서비스 품질을 제공받는 것이다. 이런 점에서 신규통신서비스의 가입은 추가적인 비용 및 2G 통신서비스의 혜택과 3G 통신서비스와 교환하는 실물옵션 즉 교환옵션(option to exchange)을 행사하는 것과 같다. 따라서 교환옵션 행사시기(timing to exercise the option to exchange)와 신규통신서비스 가입시기는 동일하며 잠재적 가입자의 3G 통신서비스 가입 최적시기는 교환옵션 가치 행사의 최적시기가 된다.

본 연구에서는 잠재적 3G 통신서비스 가입과 잠재적 3G 통신서비스 가입자가 보유한 교환옵션의 행사가 유사하다는 것에 착안해서, 잠재적 3G 통신서비스 가입자의 3G 통신서비스로의 전환가입 의사결정을 실물옵션관점에서 분석하고자 한다. 구체적으로, 본 연구에서는 먼저 3G 통신서비스에 관한 잠재적 전환가입자의 선택행동에 관한 간단한 예를 제시하고 잠재적 전환가입자의 3G 통신서비스로부터의 혜택을 실물옵션관점에서 도출하고 교환옵션의 가치를 유도하며 교환옵션의 최적 행사시기를 도출한다. 3G 통신서비스로의 전환가입은 2G 통신서비스와 3G 통신서비스에 관한 교환옵션 행사와 유사하므로, 교환옵션 행사의 최적시기는 교환옵션가치의 최적시기와 같다. 교환옵션가치의 최적시기는 곧 잠재적 가입자의 3G 통신서비스가입 최적시기가 되며, 교환옵션 가치가 최적이 되지 아니면 잠재적 가입자는 3G 통신서비스에 가입하지 않는다.

또한 추가적으로 3G 통신서비스 가입에 관한 실물옵션 분석결과는 왜 소비자가 신규통신서비스에 가입하지 않는가 그리고 통신 사업자에게 어떻게 소비자를 신규통신서비스로 유도할 수 있는가에 관한 분석을 포함한다. 소비자 입장에서는 신규통신서비스로의 전환 시기를 어떻게 결정하느냐의 문제는 소비자측면뿐만 아니라 통신사업자 입장에서도 상당히 주요한 이슈이므로, 본 논문에서의 연구결과는 신규통신서비스에 관한 기존통신서비스 사업자의 경영전략, 통신정책 및 다양한 산업에 대한 적용가능성을 내포한다.

## 2. 신규통신서비스가입에 관한 문헌연구

본 절에서는 본 논문에서 사용하는 실물옵션에 관한

개관, 국내이동통신시장의 현황 및 신규통신서비스 가입과 관련한 관한 기존문헌을 정리한다. 기존의 문헌들을 분석하면, 주로 통신사업자측면에서 언제 3G 통신서비스에 대해 투자할 것인가 또는 최적투자시기의 지연으로 인한 효과는 무엇인가 등을 분석하는 연구가 대부분이며, 소비자측면에서 어떤 시기에 3G 통신서비스에 가입해야 소비자 편익(consumer benefit)을 극대화할 수 있는지 또는 왜 3G 통신서비스에 가입하지 않는지에 대한 연구는 상대적으로 미약하였다. 이런 점에 착안해서, 본 논문에서는 소비자측면의 3G 통신서비스의 가입을 실물옵션관점에서 분석하고자 한다.

## 2.1 실물옵션에 관한 이해

일반적으로 실물옵션이란 옵션구조를 가진 실물자산을 평가하거나, 옵션구조를 가진 경제적 의사결정을 분석하기 위해서 옵션가치평가모형(option pricing theory 이하 옵션모형)을 적용하거나 새로운 옵션모형을 개발하는 연구 분야를 의미한다. 옵션모형에 관한 대표적인 연구는 Black and Scholes(1973)와 Merton(1973)이 있으며, 이와 같은 연구는 주식 등과 같은 금융자산을 기초자산(underlying asset)으로 정한 유럽형 옵션(European option)에 관한 연구이다. 유럽형 옵션이란 행사가격(exercise price), 만기(expiration date)와 옵션 행사시기(exercise time)가 옵션발행 시기에서 정해진 옵션이다. 그러나 금융시장에서 거래되는 옵션이 모두 KOSPI 주가지수나 외환 등과 같은 금융자산만을 기초자산으로 정한 유럽형 옵션은 아니며, 일반적으로 금융시장에서 거래되는 옵션의 기초자산 외에 석유나 곡물 등과 같은 실물자산이나 최근에는 탄소가스 배출 권리에 관한 옵션 등에 대한 거래도 논의하고 있다.

옵션을 기초자산에 관한 권리에 따라서 분류하면, 콜옵션(call)과 풋옵션(put)으로 구분할 수 있다. 콜옵션이 기초자산의 행사가격이상 초과가치에 관한 권리라면, 풋옵션은 기초자산의 행사가격 이하에 대한 권리를 보장하는 옵션이다. 기초자산 가치가 증가할 가능성이 증가하면, 콜옵션 가치는 증가하지만 풋옵션 가치는 하락한다. 반면에 기초자산 가치가 하락할 가능성이 증가하면, 콜옵션 가치는 감소하며 풋옵션 가치는 증가한다. 그러나 모든 옵션이 유럽형 옵션과 동일한 수익구조를 가지지는 않으며, 유럽형 옵션과 다른 수익구조를 지닌 특이옵션(exotic option)이 있다. 즉 특이옵션에는 러시아형 옵션(Russian option), 아시아형 옵션(Asian op-

tion) 등 매우 다양하게 존재하며, 대부분의 특이옵션은 주로 장외시장에서 거래된다는 점이 특징이다.

석유나 곡물, 탄소가스 배출권 등과 같은 비 금융자산을 옵션의 기초자산으로 정할 수 있다면, 실물자산(real asset) 등과 같은 것도 옵션의 기초자산이 될 수 있는 데, 기초자산이 금융자산이 아니거나 금융시장에서 거래되는 않는 옵션에 관한 모든 연구를 실물옵션이라고 부른다. 기초자산이 다양한 만큼 실물옵션에 대한 연구는 매우 다양한 분야에서 수행되고 있는 데, 일반적으로 실물자산에 관한 경제적 의사 결정에 관한 실물 옵션에는 투자시기옵션(option to invest), 투자지연옵션(option to defer), 투자포기옵션(option to abandon), 투자선택옵션(option to choose) 등이 있다[4]. 또한 최근에는 실물자산투자에 대한 의사결정뿐만 아니라 투자자금조달방법, 흡수합병 등에 관한 의사결정 등 경영분석의 다양한 분야에 옵션모형을 활용하고 분석하는 연구도 매우 많다[21].

일반적으로 옵션의 행사시기와 관련하여, 옵션의 행사시기는 정해지지 않은 옵션을 미국형 옵션(American option)이라고 하며, 만기가 정해져 있지 않고 영구히 지속되는 옵션을 영구옵션(perpetual option)이라고 부른다. 특히 실물옵션에는 미국형 및 영구옵션이 매우 많으며, 만기와 행사시기를 제한할 수 없는 미국형 및 영구옵션에서 시간 개념은 무의미하다. 옵션의 기초자산을 금융자산으로 제한할 필요가 없듯이, 옵션의 행사가격을 기초자산의 가치로 한정할 필요는 없으며 다양한 행사가격의 형태가 존재한다. 옵션에서 행사가격으로 사용하는 것은 매우 다양해서, 행사가격의 변화는 또 다른 옵션과 옵션모형을 탄생하게 만든다. 이처럼 행사가격에 따라서도 옵션과 옵션모형은 매우 다양하게 발전하며, 모든 옵션은 행사가격과 기초자산과의 교환이라는 해석이 가능하다. 예를 들면, Black and Scholes(1973)와 Merton(1973)이 발표한 유럽형 콜 옵션에서는 기초자산과 기초자산의 가격의 교환(exchange)이며, 경영자의 성공보수에 사용하는 주식 옵션(stock option)에서 자주 사용하는 옵션은 특정기간에서의 기초자산의 평균가격(average of prices over an interval)과 특정주식 또는 행사가격의 교환으로 해석할 수 있는 아시안 옵션이다. 또한 헤지펀드(hedge)에서 펀드매니저(fund manager)의 성공보수에 자주 등장하는 옵션은 과거 특정기간에서의 최대수익과 펀드계약기간에서의 펀드가치와의 교환인 러시아인 옵션이다. 이상의 예에서 제시한 아시안 옵션 및 러시

안 옵션은 만기가 정해지고 금융시장에서는 거래되지 않는 실물옵션이지만, 모든 실물옵션이 만기가 정해져 있지는 않다. 오히려 만기를 측정하지 않는 옵션모형이 실물옵션에서는 자주 등장한다.

Dixit and Pindyck(1994)의 연구에서는 투자안과 투자자금의 교환에 관한 권리인 콜옵션과 풋옵션을 이용하여 투자시점옵션을 연구하였으며[10], Margrabe(1978)는 금융자산의 교환(option to exchange)에 관한 연구를 수행하였다[17]. 또한 McDonald and Siegel(1986)는 실물자산투자에 관한 교환옵션을 연구하였으며[18], Lee & Choi(2007)는 경영전문대학원(MBA) 진학에 따른 현재와 미래 소득의 변화를 교환옵션을 이용하여 연구하였다[16].

본 연구에서는 신규통신서비스 가입에 관한 잠재적 가입자의 선택행동을 2G 통신서비스와 3G 통신서비스의 교환의사 결정으로 간주할 수 있는 점에 착안해서, 실물옵션관점에서 3G 통신서비스에 관한 전환가입 의사결정을 분석하고자 한다. 본 연구에서 분석방법으로 사용할 실물옵션은 영구 및 교환 실물옵션(perpetual real option to exchange)이다.

## 2.2 통신서비스 공급측면에서의 문헌연구

임금순 외(2006)의 연구에서는 통신사업자측면에서 신규통신사업 투자에 대한 가치와 최적투자 시기를 실물옵션관점에서 분석하였다[8]. 이 연구에서는 신규 사업을 진행하면서 발생 가능한 다양한 불확실성에 대해 사업자가 대응할 수 있는 전략적 선택과정을 이항격자(binomial lattice)를 이용하여 분석하였다. 또한 이재한 외(2001)의 연구에서는 실물옵션을 이용한 최적 투자 시기 결정을 통신사업자의 사례 분석을 통해 시도하였다[6]. 즉 연기옵션을 가지고 있는 투자대안에 대해서 지연으로 인한 기회비용을 고려하면서 실물옵션의 개념을 이용하여 최적투자시기(optimal investment timing)를 도출하는 의사결정 모형을 개발하였다.

Harmantzis and Tanguturi(2007)는 2.5G 통신서비스에서 3G 통신서비스로의 확장지연 의사결정을 지원하는 실물옵션을 개발하였다[12]. 이 연구에서는 투자비, 가입자 수, 통신서비스 가격과 위험 등을 변수로 설정하여 통신사업자의 실물옵션을 소개하고 있다. Herbst and Walz(2001)은 독일의 UMTS 라이선스 경매 가치를 포기 및 성장옵션을 기반으로 한 실물옵션을 통해 분석하였다[14]. 또한 Paxson and Pinto(2004)

의 연구에서는 실물경쟁옵션(real competition option)을 이용하여 포르투갈 텔레코의 3G 통신서비스에 대한 투자시기를 분석하였다[20].

이처럼 실물옵션을 이용한 통신서비스에 관한 문헌은 주로 통신사업자측면에서 신규통신서비스에 대한 최적투자시기에 대한 연구가 대부분이며, 통신사업자 입장에서의 언제, 왜, 어떻게 전환 가입하는 것이 소비자 후생을 증진시키는 지에 대한 분석은 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소비자측면에서 신규통신서비스 가입에 관한 최적시기를 실물옵션관점에서 논의한다.

## 2.3 신규통신서비스로의 전환에 따른 비용 연구

3G 통신서비스로의 전환에 따른 전환비용은 여러 가지로 분류할 수 있다. Jones et al.(2002)은 전환비용에 대해서 소비자를 어떤 서비스 관계에 묶어두는 여러 가지 형태의 방법으로 인한 심리적 및 경제적 비용이라고 정의하면서 전환비용을 크게 연속비용(continuity costs)과 학습비용(learning costs), 매몰비용(sunk costs)으로 구분하고 있다[15]. 연속비용은 전환 시 잃게 되는 편익과 새로이 얻게 되는 혜택에 대한 인식으로서의 성능상실비용과 전환으로 인해 전환 후 이전보다 더 낮은 서비스나 성능 등의 가능성에 대한 불안감으로 인한 불확실성 비용을 포함한다. 학습비용은 전환하기 전에 여러 대안의 탐색과 평가과정에서 발생하는 비용과 전환 후에 새로운 서비스 절차를 학습하는 데 소요되는 행위 및 인지로 인한 비용이며, 설정비용은 전환하는 사업자에게 소비자의 요구사항 및 정보를 알리는 데 드는 시간과 노력, 그리고 지출에 대한 인식을 말한다.

또한 이종수 외(2004)의 연구에서도 신규통신서비스로 전환함에 따라 발생하는 여러 가지의 전환비용을 설명하고 있다[7]. 전환 이전에 누려왔던 여러 가지 포인트나 요금할인 혜택 등을 신규통신서비스로의 전환으로 인해 상실할 수 있으며, 또한 신규통신서비스의 초기 전환 시에는 여러 가지 통신시스템상의 장애로 인한 통화품질저하 등의 위험요인이 존재한다. 또한 통신사업자의 탐색 및 선택과 같은 비용 발생과 신규 통신서비스를 학습하는 비용 등이 발생한다.

특히 2G 통신서비스 가입자가 3G 통신서비스로 전환할 경우에는 2G 통신서비스를 해지한 뒤 다시 가입할 때 '010'으로 번호가 변경되는 데, 이에 따라 전화번호 변경에 따른 다양한 부대비용이 발생한다. 또한 기

존의 사용하던 통신단말기를 3G 통신서비스에 맞는 새로운 단말기로 변경함에 따른 고정비용이 발생한다. 즉 가입 전환에 따른 경제적인 비용이 크다는 것이다. 통신 사업자들은 소비자들을 3G 통신서비스로의 전환으로 유인하기 위해서 단말기 보조금 등 다양한 방안을 통해 고객에게 혜택을 주지만, 여전히 단말기 교체에 따른 부수적인 비용이 전체 전환비용에서 차지하는 비용이 크기 때문에 3G 통신서비스로의 전환이 쉽지는 않다. 신규통신서비스로의 전환 시에 발생하는 여러 가지 전환비용은 기존통신서비스에서 신규통신서비스로의 전환을 방해하는 자물쇠 효과(Lock-in effect)와 유사하다. 따라서 소비자들은 3G 통신서비스 전환에 따른 비용 요인들과 전환 후의 소비자 후생의 증감 요인에 따라서 전환여부를 결정하게 된다[4]. 만일 전환비용이 3G 통신서비스로의 전환으로 인한 효용증가보다 크다면 전환비용은 전환의 장애요인이 된다. 전환비용이 작다면, 소비자들은 3G 통신서비스로의 자유로운 전환이 이루어져 효율적인 경쟁구도를 달성할 것이다.

## 2.4 신규통신서비스의 통신서비스에 대한 연구

신규통신서비스를 제공하는 통신사업자는 2G 통신서비스와 3G 통신서비스의 차별성을 자주 부각시킨다. 2G 통신서비스는 CDMA(부호분할 다중접속) 방식을 사용하며 음성통화 외에 문자메시지, e-mail 등의 9.6Kbps~64Kbps 정도의 데이터전송속도를 통해 데이터전송이 가능하지만, 3G 통신서비스에서 WCDMA와 HSDPA는 WCDMA의 경우에는 하향 기준으로 최대 2Mbps, 3.5G로 불리는 HSDPA는 14.4Mbps로 WCDMA보다도 7배 가량 빠른 전송 속도를 통해 데이터 전송을 한다. 특히 HSDPA는 정지 상태에서 고속 데이터의 하향링크 전송규격을 개선한 것으로 WCDMA R5에 적용한 전송규격으로 고속 패킷 데이터서비스를 제공하고 있다. 이를 통해 영상 통화와 영상전화 기반 서비스, 빠른 무선인터넷 접속을 통한 고품질의 멀티미디어 서비스 및 온라인 게임, 글로벌 자동로밍 서비스와 범용가입자인증모듈(Universal Subscriber Identity Module; USIM)을 이용한 교통카드, 모바일 뱅킹, 신용카드 결제 등의 금융서비스 같은 부가서비스 등을 제공한다. 이와 같이 HSDPA는 데이터 전송 속도 및 수신 성능을 향상시키기 위해 MIMO 기법을 승인하였으며, 서로 다른 데이터가 각각의 안테나에 입력되는 듀얼 스트림(dual stream) 방식을 채택하여 데이터의 전송속

도를 크게 향상시켰다. 또한 통화상의 잡음을 감소시키기 위한 방안으로써 새로운 슬롯 포맷도 제안하고 있다.

이와 같이 외형적인 측면에서는 신규통신서비스(3/3.5G)는 기존통신서비스에 비해 상당히 우수한 통화품질을 제공한다고 할 수 있으나, 여전히 국내시장에서는 신규통신서비스에 대한 불확실성과 여러 가지 기술적 측면이나 운영상의 문제점을 노출시키고 있는 실정이다. 무엇보다도 3G 통신서비스를 대변하는 영상통화의 적용 범위가 좁으며, HSDPA 네트워크만 이용할 수 있는 SBSM(Single Band Single Mode) 모델의 경우 소프트웨어 호환성 문제로 인해 초기 시장에서 불량이 발생할 확률이 높으며, 전체적으로 네트워크가 불안정함 등 해결해야 할 다양한 문제점을 가지고 있다. 따라서 3G 통신서비스 잠재적 가입자측면에서 본다면, 어느 시기에 3G 통신서비스로 전환해야 할지에 대한 어려움을 가지고 있다. 소비자입장에서 너무 빠른 전환은 3G 통신서비스의 불확실한 통화품질과 고가의 전환비용을 감수해야 하기 때문이다.

## 3. 3G 통신서비스 가입과 실물옵션행사

본 절에서는 3G 통신서비스에 관한 잠재적 가입자 입장에서의 간단한 예를 제시하고 실물옵션 측면에서 논의한다. 3G 통신서비스 가입에 관한 잠재적 가입자의 선택행동을 분석하기 위해서, 3G 통신서비스 가입을 선택할 수 있는 잠재적 가입자에 관한 다음과 같은 상황을 제시한다.

현재 3G 통신서비스의 잠재적 가입자는 2G 통신서비스로부터 지속적인 통신서비스품질(perpetual compensation at a rate of  $c$ )을 받고 있으며, 최근 다양한 경로를 통해서 3G 통신서비스에 관한 다양한 정보를 받고 있다. 다양한 정보에는 3G 통신서비스로부터의 혜택  $c_M(c_M > c)$  등에 관한 정보를 포함한다. 다양한 정보를 받고는 있지만, 과연 3G 통신서비스에 가입하는 것이 유리한지에 대해서 잠재적 가입자는 확신을 가지지는 못한다. 더구나 2G 통신서비스에서 3G 통신서비스로 전환하려면, 추가적인 비용이 발생한다. 전환비용에는 탐색기간에서의 간접비용과 3G 통신서비스를 이용하기 위한 단말기 구입비와 3G 통신서비스 가입비 등의 모든 직접비용을 포함하며, 직·간접비용을 포함한 총 전환비용( $I$ )은 탐색기간 이후 3G 통신서비스에

가입하는 즉시 지불해야 한다. 그래서 통신서비스를 전환이 과연 유익한지를 고민하는 일정시간(탐색시간, duration time  $y$ )이 필요하다. 하지만 탐색기간이 지나더라도, 3G 통신서비스에 가입에 관한 불확실성을 쉽게 사라지지 않는다. 전환비용이 하락하고 3G 통신서비스품질이 개선되더라도, 잠재적 가입자가 3G 통신서비스에 즉시 가입할 이유는 없으며, 여전히 2G 통신서비스에 만족할 수도 있다. 그렇다면 전환비용, 전환에 따른 통신서비스의 개선 및 통신서비스 전환에 대한 불확실성을 모두 고려한 잠재적 가입자의 3G 통신서비스 가입시기는 언제일까는 잠재적 전환가입자에게 중요한 선택의 문제가 된다.

위에서 제시한 잠재적 가입자의 3G 통신서비스 전환 선택문제는 실물옵션측면에서 다음과 같이 분석할 수 있다. 만일 잠재적 가입자가 특정시기( $M$ )에서 3G 통신서비스 가입을 선택한다면, 탐색기간( $y$ )이후 전환비용을 지불하고 2G 통신서비스의 기존의 혜택( $c$ )으로부터 3G 통신서비스( $c_M$ )의 추가적인 서비스 증가분을 얻게 된다. 즉 통신서비스를 전환하더라도 2G 통신서비스로부터 기본적인 통신서비스품질( $c$ )은 지속적으로 받게 되고, 또한 전환으로 인해 추가적으로  $c_M - c$  ( $c_M > c$ )만큼의 추가적인 서비스 품질을 제공받게 된다. 따라서 3G 통신서비스로의 전환에 대한 기회비용 즉 이자율(instantaneous interest rate)인  $r$ 이 일정하다면, 2G 통신서비스로부터 영구히 발생하는 통신서비스품질의 현재 총합(the present value of the portion)은  $c/r$ 이다. 이처럼, 2G 통신서비스에서 3G 통신서비스로 전환하거나 또는 하지 않는 경우의 잠재적 가입자의 확정적인 통신서비스의 현재총합은  $c/r$ 이다. 그런데, 잠재적 소비자는 확정적인 통신서비스 이외에 2G 통신서비스에서 3G 통신서비스로 전환할 수 있는 권리 즉 교환옵

션을 가지고 있으므로, 잠재적 가입자의 통신서비스에 관한 총 서비스(total value)는 확정적인 통신서비스와 교환옵션가치라고 보아도 된다. 이제 교환옵션의 가치를  $W(S)$ 라고 하면, 잠재적 가입자의 총 서비스는

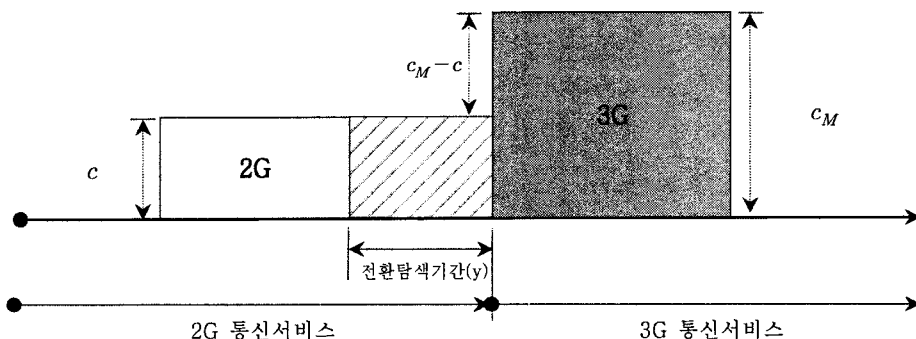
$$\frac{c}{r} + W(S) \tag{1}$$

이다.

교환옵션은  $W(S) = \text{Max}[(c_M - c)S_{M+y} - I, 0]$ 이고,  $c_M - c$ 는 3G 통신서비스 가입 결정 시기부터 탐색기간 이후 2G 통신서비스품질과 3G 통신서비스품질의 상대적인 불확실성(3G/2G)인  $S_{M+y}$ 에서 지속적으로 발생하는 추가적인 통신서비스 혜택이며  $I$ 는 총 전환비용을 의미한다. 따라서 3G 통신서비스의 잠재적 가입자는  $c/r + W(S)$ 가 충분히 클 때, 2G 통신서비스에서 3G 통신서비스로 전환을 결정할 것이다. 그런데 총 서비스  $c/r + W(S)$ 는 교환가치  $W(S)$ 에 따라서 달라지며  $W(S)$ 가 최적일 때 잠재적 가입자는 교환옵션을 행사하고 3G 통신서비스에 가입하므로, 잠재적 가입자의 3G 통신서비스 가입시기는 교환옵션가치가 최적인 시기와 동일하다고 보아도 무방하다. 만일 항상  $W(S)$ 가 최대보다 작으면, 잠재적 가입자는 3G 통신서비스로 전환하지 않으며 영원히 2G 통신서비스에 안주할 수도 있다.

#### 4. 3G 통신서비스의 최적 전환시기

본 절에서는 제 3절에서 3G 통신서비스 가입에 관한 예를 실물옵션관점에서 분석하고자 한다. 우선 실물옵션을 적용하기 위해서, 먼저 다음과 같은 가정들을 추가한다.



[그림 1] 3G 통신서비스 전환가입 시기와 추가보상

3G 통신서비스 잠재적 가입자는 위험 중립적(risk-neutral)이며, 3G 통신서비스에 가입한 이후에는 2G 통신서비스로 복귀하지 못한다(irreversibility condition). 2G 통신서비스의 통신서비스품질에 관한 불확실성은 기하 브라운 운동(geometric Brownian motion,  $dG_2 = \mu G_2 dt + \sigma_2 G_2 dZ_2$ )이며 마찬가지로 3G 통신서비스품질에 관한 불확실성도 기하 브라운 운동( $dG_3 = \delta G_3 dt + \sigma_3 G_3 dZ_3$ )이다. 따라서 2G 통신서비스품질과 3G 통신서비스품질의 상대적인 불확실성( $S = G_3/G_2$ )도 기하 브라운 운동(geometric Brownian motion,  $dS = (\mu - \delta)S dt + \sigma S dZ$ )을 따른다. 여기서  $Z$ 는 표준 브라운 운동(standard Brownian motion)이고, 브라운 운동의 평균(instantaneous drift), 평균에서의 손실과 표준편차(instantaneous volatility)는 각각  $\mu, \delta, \sigma$ 이다. 3G 통신서비스로의 전환에 대한 기회비용 즉 이자율(instantaneous interest rate)은  $r$ 이고 일정할 경우, 변수들 사이에는  $r \geq \mu \geq \delta \geq 0$ 의 관계가 존재한다.

이제 위에서 제시한 가정을 사용해서 (1)의 해를 도출한다. 먼저 기초자산에 관한 확률방정식을 정리하고, 정리한 확률방정식을 교환옵션에 대입해서 최적행사시기에서 교환옵션가치를 산정한다. 최적행사시기는 곧 잠재적 가입자의 3G 통신서비스 가입을 의미한다. 먼저 이토 정리(Ito's lemma)를  $W(S) = W$ 에 적용하면, 다음과 같은 옵션가치방정식을 도출할 수 있다.

$$dW = \left[ \frac{\sigma^2 S^2 W''}{2} + (\mu - \delta)W \right] dt + \sigma S W' dZ \quad (2)$$

여기서  $W'' = \partial^2 W / \partial S^2$ 와  $W' = \partial W / \partial S$ 는  $S$ 에 관한 1차 및 2차 편미분이다. 그런데 잠재적 가입자는 위험 중립이라고 가정하므로, 옵션가치의 평균은 이자율과 같아야 한다. 즉  $E(dW) = E(rWdt)$ 이다. 이제 식(2)을 정리하면,

$$r = \frac{\left[ \frac{\sigma^2 S^2 W''}{2} + (\mu - \delta)W \right]}{W} \quad (3)$$

이다. 다시 식(3)을 정리하면, 다음과 같은 미분방정식을 도출할 수 있다.

$$0 = \frac{\sigma^2 S^2 W''}{2} + (\mu - \delta)W' - rW \quad (4)$$

이다.

본 연구에서 교환옵션은 미국형 영구옵션의 성격을 가지므로, 경계조건(boundary conditions)을 사용해서 식(4)를 해결해야 한다. 옵션가치가 경계조건에 도달하면 옵션가치는 최적이 되고  $[W(S_M)]$ , 교환옵션의 최적가치를 제공하는 기초자산의 가치가 격발치(trigger value,  $S_M$ )가 되며 교환옵션의 최적가치는 닫힌 해(closed form solution)가 된다. 기초자산이 격발치가 될 때, 잠재적 가입자는 교환옵션을 행사하고 3G 통신서비스에 가입하게 된다. 가정에 의해서, 잠재적 가입자는 가입 즉시 3G 통신서비스 품질을 받는다. 경계조건에서 교환옵션 가치는 다음과 같다.

$$W(0) = 0 \quad (5)$$

$$W(S_M) = \frac{c_M - c}{r - (\mu - \delta)} S_M \exp[-(r - \mu)y] - I \quad (6)$$

$$W'(S_M) = \frac{c_M - c}{r - (\mu - \delta)} \exp[-(r - \mu)y] \quad (7)$$

경계조건(5)은 흡수조건(absorbing barrier)이다. 흡수조건이란 기초자산이 0이라면 잠재적 가입자는 신규 통신서비스에 가입하지 않음을 의미한다. 경계조건(6)은 가치일치 조건(value-matching condition)이다. 가치일치 조건이란, 전환 시기에서 잠재적 가입자가 실제적으로 교환하는 조건을 의미한다. 전환 시기에서 실질적인 교환은 전환비용과 3G 통신서비스로부터의 추가적인 통신서비스품질의 혜택이 된다. 왜냐하면 탐색기간( $y$ )에서도 2G 통신서비스품질( $c$ )을 계속 받으므로, 탐색기간 이후 3G 통신서비스 가입에 의한 추가적인 통신서비스 혜택은  $c_M - c$ 이기 때문이다. 그런데 3G 통신서비스 가입인 전환결정시기에서 추가적인 통신서비스품질의 총합은  $S_M(c_M - c) \exp[-(r - \mu)y] / [r - (\mu - \delta)]$ 이므로, 전환결정시기에서 잠재적인 가입자에게 제공되는 추가적 통신서비스 혜택의 총합은 전환비용( $I$ )보다 커야 한다. 따라서 전환결정시기에서 옵션가치는 경계조건보다는 크거나 같아야 한다. 이처럼 교환옵션가치가 경계조건과 일치할 때, 잠재적 가입자는 옵션을 행사하고 3G 통신서비스에 가입하게 된다.

경계조건(7)은 한계조건(smooth-pasting condition)을 의미한다. 한계조건이란, 옵션가치의 한계증가를 의미한다. 교환옵션가치가 최적일 때 잠재적 가입자는 교환옵션을 행사하고 3G 통신서비스에 가입하므로, 전환결정시기에서 교환옵션의 한계가치  $[W'(S)]$ 는 한계경계조건(marginal boundary condition)과 같아야 한다.

이제 경계조건 (5)~(7)을 이용해서 격발치와 교환옵션의 최적가치를 도출한다. (5)~(7)을 이용해서 식(4)을 풀면, 다음과 같다.

①  $S < S_M$  일 경우,

$$W(S) = \frac{I}{\beta - 1} (S/S_M)^\beta \tag{8}$$

여기서  $\beta = [-(\mu - \delta - \sigma^2/2)$

$$+ \sqrt{(\mu - \delta - \sigma^2/2)^2 + 2r\sigma^2}]/\sigma^2 > 1$$

이고,  $S_M \equiv \frac{\beta(r + \delta - \mu)I}{(\beta - 1)(c_M - c)} \exp[(r + \delta - \mu)y]$  이다.

②  $S \geq S_M$  일 경우,

$$W(S) \equiv \frac{c_M - c}{r + \delta - \mu} S \exp[-(r + \delta - \mu)y] - I \tag{9}$$

이다.

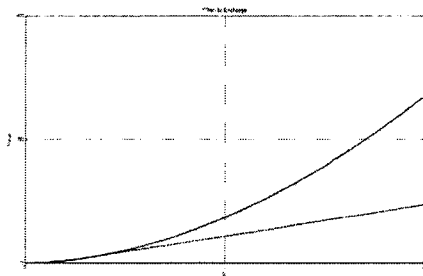
이처럼 교환옵션가치가 경계조건과 일치하게 될 때, 잠재적 가입자는 교환옵션을 행사함으로써 2G 통신서

비스에서 3G 통신서비스로 전환 가입하게 된다. 교환 옵션의 최적가치가 추가적인 통신서비스품질, 전환비용, 탐색기간 및 교환옵션의 매개변수에 따라서 영향을 받으므로, 교환옵션 행사의 최적시기 즉 신규통신서비스 가입시기는 추가적인 통신서비스품질, 전환비용, 탐색기간 및 교환옵션의 매개변수에 따라서 달라진다.

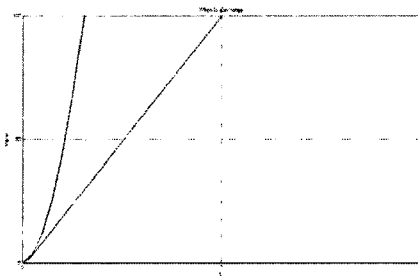
### 5. 3G 통신서비스 가입에 관한 수치적 예제

본 절에서는 시뮬레이션을 이용해서 제 4절의 결과들을 분석한다. 시뮬레이션에 사용되는 변수(변수값)는 2G 통신서비스 대비 3G 통신서비스의 상대적인 불확실성  $[S \in (0, 4)]$ , 기회비용  $(r = 0.1)$ , 2G 통신서비스품질 수준  $(c = 2)$ , 전환비용  $(I = 3)$ , 탐색기간  $(y = 1)$ , 상대적인 통신서비스품질의 평균  $(\mu)$ , 분산  $(\sigma^2)$ , 및 3G 통신서비스품질 수준  $(c_M)$ 이다.

[그림 2]는  $\mu = 0.01, \sigma^2 = 0.1$ 인 경우의 시뮬레이션에 의한 교환옵션가치와 경계조건을 표시한다. 모든 그림에서 곡선은 교환옵션가치를 표시하며, 직선은 경계조건을 표시한다. 교환옵션가치가 경계조건과 같을 때, 교환옵션가치는 최적이 되며 잠재적 가입자는 3G 통신

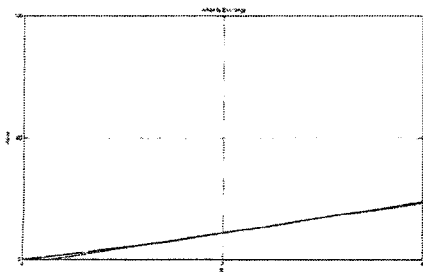


(A)  $c=2, c_M=3$  인 경우

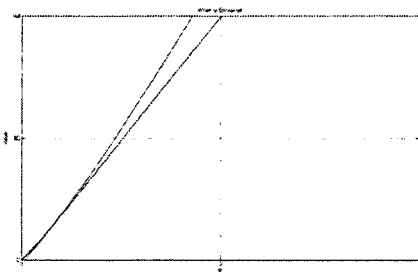


(B)  $c=2, c_M=10$ 인 경우

[그림 2]  $\mu = 0.01, \sigma^2 = 0.1$ 인 경우의 격발치와 최적 옵션가치



(C)  $c=2, c_M=3$ 인 경우



(D)  $c=2, c_M=10$ 인 경우

[그림 3]  $\mu = 0.01, \sigma^2 = 1$ 인 경우의 격발치와 최적 옵션가치



서비스로 전환하고 가입하게 된다.

[그림 2]의 (A)는 3G 통신서비스로의 전환 가입 이후 통신서비스 품질 보상인  $c_M=3$ 이며, 이 경우의 격발치와 교환옵션의 최적가치는 각각 0.63512와 3.4495이다. 또한  $c_M=10$ 인 (B)에서는, (A)에 비해 3G 통신서비스 가입으로 인한 보상이 급격히 증가한 경우이다. 이 경우에서 격발치는 0.07939이며, 교환옵션의 최적가치는 3.4495가 된다. 수치적 예제 결과를 분석해 보면, 전환으로 인한 소비자 후생 증가분 즉 통신서비스 품질의 보상이 급격히 증가하면, 잠재적 가입자의 전환 시기 즉 3G 통신서비스에 가입 시기를 빨라짐을 알 수 있다.

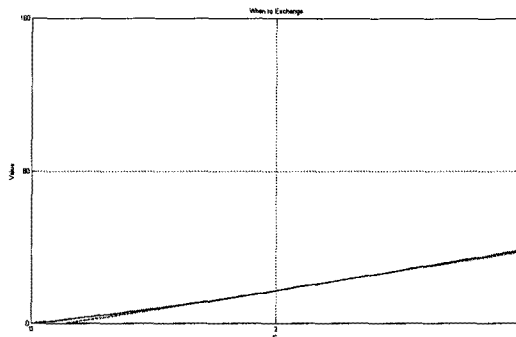
[그림 3]는  $\mu=0.01, \sigma^2=1$ 인 경우의 시뮬레이션에 의한 교환옵션가치와 경계조건을 표시한 것으로 [그림 2]에 비해 상대적으로 표준편차 값이 큰 경우의 교환옵션가치와 경계조건을 표시한다. [그림 3]의 (C)는 전환 가입 후 3G 통신서비스로부터의 품질수준 보상이  $c_M=3$ 인 경우로서, 격발치와 교환옵션 최적가치는 각각 2.2213과 15.557이다. 또한  $c_M=10$ 인 (D)는 (C)에 비해 전환으로 인한 보상이 급격히 증가한 경우이다. 이 경우에는 격발치와 교환옵션의 최적가치는 0.27766과 19.557이다. 이 경우에서도 전환으로 인한 통신서비스 품질의 보상이 증가한 경우에 보다 빠른 전환 시기를 결정한다는 것을 알 수 있다. 3G 통신서비스 가입 이후 동일한 보상수준을 제공하는 [그림 2]의 (A)와 [그림 3]의 (C) 그리고 [그림 4]의 (E)의 경우를 살펴보면, 3G 통신서비스로 전환에 따른 보상 수준이 동일함에도 불구하고, 2G 통신서비스와 3G 통신서비스의 기초자산의 표준편차가 클수록 격발치가 커진다[(A): 0.63512, (C): 2.2213, (E): 3.8812]. 또한 교환옵션의 최적가치

도 커진다는 것[(A): 3.4495, (C): 15.557, (E): 36.413]을 알 수 있다. 이는 불확실성이 증가할수록, 잠재적 가입자의 3G 통신서비스로의 전환 즉 가입시기는 지연되고 있음을 의미한다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 신규통신서비스 가입을 2G 통신서비스와 3G 통신서비스의 교환이라는 측면에 착안해서, 3G 통신서비스의 가입을 교환옵션관점에서 분석하였다. 실험옵션을 사용한 분석결과는 다음과 같다.

첫째, 전환 가입은 2G 통신서비스와 3G 통신서비스의 교환을 의미한다. 따라서 3G 통신서비스의 잠재적 가입자는 교환옵션 행사자라고 보아도 되며, 신규통신서비스로의 최적가입시기는 교환 옵션가치가 최적일 때다( $T_e = \infty [t \geq 0 : S \geq S_M]$ ). 이처럼, 잠재적 3G 통신서비스 가입자의 최적 가입시기는 상대적인 통신서비스품질의 평균, 평균의 감소( $\delta$ ), 표준편차, 기회비용으로서의 이자율, 2G 통신서비스로부터의 통신서비스품질, 전환비용, 전환탐색기간, 3G 통신서비스로부터의 추가적인 통신서비스품질 혜택에 따라서 달라지며, 최적시기에서 잠재적 가입자는 교환옵션을 행사하고 3G 통신서비스에 가입하게 된다. 그러나 이와 같은 결과는 다소 직관적이며 당연한 것으로 여겨질 수 있으나, 본 연구가 소비자 측면에서 소비자들의 통신서비스 전환 의사결정을 다루고 있다는 점에서 본 연구의 결과는 기존의 접근 방법과는 다른 의미를 가지고 있다. 따라서 이와 같은 문제를 해결하기 위해 향후 옵션 모형의 각 변수값을 이동통신 시장에서의 실제 데이터로부터 추정하여 수치적 분석을 수행하려고 한다. 이를 통해 본



(E)  $c=2, c_M=3$ 인 경우

[그림 4]  $\mu=0.01, \sigma^2=2$ 인 경우의 격발치와 최적 옵션가치

연구에서의 연구 모형이 이동통신 시장의 이해를 높이고 실무적으로 보다 의미 있는 연구가 되도록 할 것이다.

둘째, 3G 통신서비스 가입으로 인한 추가적인 보상의 크기가 커질수록 잠재적 가입자는 전환 가입 시기를 앞당기려 할 것이고, 2G 통신서비스와 3G 통신서비스의 상대적인 통신서비스에 관한 불확실성의 변동성이 클수록 잠재적 가입자는 3G 통신서비스의 가입 시기를 지연하게 된다. 따라서 잠재적 가입자의 3G 통신서비스로의 전환을 촉진하려면, 3G 통신서비스 가입으로 인한 상대적인 통신서비스품질의 보상 정도를 증가시키고 3G 통신서비스에 관한 불확실성을 축소해야 함을 의미한다.

이러한 결론에도 불구하고, 본 연구 결과에서 소비자 측면에서 전환 의사결정을 위해 보상의 상대적 크기가 어느 정도 커야 하는 지 또는 불확실성의 정도를 어느 정도 줄여야 하는 가에 대한 보다 미세한 분석이 미흡하다. 또한 일반적인 옵션이론과는 다르게 현실 적용에 상당한 어려움이 있다. 특히 옵션 모형에서의 주가나 이자율은 매일 정확하게 관측이 가능한 반면, 통신서비스 품질 및 여타의 측정 변수들( $c, c_{3G}, \mu, \delta$ )은 그 자체가 측정 및 추정이 어려운 개념이다. 따라서 향후 추가적인 연구를 통해 이와 같은 연구의 단점을 수정 보완해야 할 것이다.

추가적으로 본 연구에서는 신규 통신서비스로의 전환 시에 전환 비용이나, 전환 탐색기간, 추가적인 통신서비스 혜택이 전환 의사결정에 중요한 역할을 수행한다고 모형화하였다. 그러나 전환 비용이나 전환 탐색기간이 개별 소비자 별로 다르고, 각각의 통신사마다 다르다는 전제하에 통신서비스의 품질 보상 차이와 표준편차만을 수치적 예제에 활용하였다. 따라서 향후 연구 단계에서는 이와 관련한 추가적인 데이터를 통하여 연구를 보완하여야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 김문구, 박종현, 남찬기(2005), "국내 WCDMA 서비스의 시장확산과 마케팅 전략요인," 「한국통신학회논문지」, 제30권, 8B호, pp. 569-580.
- [2] 박호정(2004), "실물옵션을 이용한 자원이용의 최적화 연구," 「에너지경제연구」, 제3권, 1호, pp. 47-69.
- [3] 유선희, 성웅현(2005), "실물옵션과 R&D과제의 성과 분석 및 예측," KISDI.
- [4] 윤충한, 김희수, 권남훈(2002), "이동전화서비스 이용자의 가입전환 및 가입고착에 대한 연구," 「정보통신정책연구」, 제9권, 2호, pp. 77-88.
- [5] 이상엽, 박명철, 현창희(2006), "3G 이동통신망 출현에 따른 접속료 정책의 개정 타당성에 관한 연구," 「한국통신학회논문지」, 제31권, 12B호, pp. 1099-1111.
- [6] 이재한, 이동주, 안재현(2001), "실물옵션을 이용한 최적 투자 의사결정 시기 선택 모형," 「한국경영과학회지」, 제26권, 4호, pp. 83-97.
- [7] 이종수, 김연배, 이정동, 박유리(2004), "전환비용의 추정과 시장구조적 시사점에 관한 연구: 이동통신 서비스 산업과 변화이동성 제도를 중심으로," 「산업조직연구」, 제12권, 2호, pp. 33-58.
- [8] 임금순, 이덕주, 김기홍, 오형식(2006), "실물옵션을 이용한 차세대 정보통신 투자사업의 가치평가 및 최적 투자시기 결정," 「대한산업공학회지」, 제32권, 3호, pp. 180-190.
- [9] Black, Fischer and Myron Scholes(1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy*, Vol. 81, No. 3, pp. 637-654.
- [10] Dixit, Avinash K. and Robert S. Pindyck(1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- [11] Economides, N. (1999). "Real options and the cost of the local telecommunications network," In: Alleman, J., Noam, E. (Eds.), *The new investment theory of real options and its implications for the cost models in telecommunications*, Kluwer Publications, Dordrecht.
- [12] Harmantzis, F., and V. P. Tanguturi(2004), "Delay in the expansion from 2.5G to 3G wireless networks: A real options approach" In International telecommunications society 15th biennial conference, Berlin, Germany.
- [13] Harmantzis, F., and V. P. Tanguturi(2007), "Investment decisions in the wireless industry applying real options," *Telecommunications Policy*, Vol. 31, No. 2, pp. 107-123.
- [14] Herbst, P., and U. Walz(2001), "Real options valuation of highly uncertain investments: Are UMTS-licenses worth their money?," Working Paper, Department of Economics, University of Tuebingen, Mohlstr.
- [15] Jones, M. A., D. L. Mothersbaugh, and S. E. Beatty(2002), "Why customers say: measuring the underlying dimensions of services switching costs and managing their differential strategic outcomes," *Journal of Business Research*, Vol. 55,

- No. 6, pp. 441-450.
- [16] Lee, Jong-Ryong, and Kang-Hwa Choi(2007), "When to Apply an MBA: The Real Options Approach," *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 1, No. 55, pp. 2707-2714.
- [17] Margrabe, William(1978), "The Value of an Option to Exchange One Asset for Another," *Journal of Finance*, Vol. 33, No. 1, pp. 177-186.
- [18] McDonald, Robert, and Daniel Siegel(1986), "The Value of Waiting to Invest," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 101, No. 4, pp. 707-727.
- [19] Merton, Robert C.(1973), "Theory of Rational Option Pricing," *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 4, No. 1, pp. 141-183.
- [20] Paxson, D. and Pinto, H. (2004), "Third Generation Games," Working paper presented in the 8th Annual International Conferences on Real Options, Montreal, Canada and in the Portuguese Finance Network 2004, Lisbon, Portugal.
- [21] Trigeorgis, Lenos(1995), *Real Options in Capital Investment: Models, Strategies, and Applications*, Praeger, CT, USA.