

실물 옵션을 이용한 최적 투자 의사결정 시기 선택 모형

이재한* · 이동주** · 안재현***

Optimal Investment Decision Timing Model Using Real Options Approach

Jae-Han Lee* · Dong-Joo Lee** · Jae-Hyeon Ahn***

■ Abstract ■

Net Present Value (NPV) criterion has been the most widely used criterion to evaluate investment opportunities. However, the analysis based on the NPV criterion fails to consider the managerial flexibility of deferring decisions until major uncertainty is resolved.

Recently, real options method attracted a lot of attention as a powerful approach to address the problem. If investment decision is deferred, the value of the investment opportunity increases but opportunity cost increases at the same time. Therefore, it is important to decide the optimal timing how long the decision can be deferred.

In this paper, we developed a model deciding the optimal decision timing. Using the real options approach, the model derived the optimal deferring time until a decision is made. Then, the model was applied to a Korean mobile telecommunications company who wants to invest on the wireless resale business. We believe that this model would be very useful to overcome the problem of NPV decision criterion. With this approach, we can make contingent decisions based on the observation of uncertainty resolutions.

Keyword : Real options, Optimal investment decision timing, Uncertainty, Opportunity cost

논문접수일 : 2000년 11월 14일 · 논문게재확정일 : 2001년 11월 23일

* 한국통신프리텔

** KAIST 테크노경영대학원 박사과정

*** KAIST 테크노경영대학원 교수

1. 서론

모든 회사는 이익을 창출할 수 있는 투자 기회를 만들어내고 또 그 기회를 이용하기 위해 필요한 자본을 투자한다. 투자 기회와 관련된 다양한 의사 결정을 위하여 사용되는 가장 일반적인 기법으로 현금흐름할인(Discounted Cash Flow)에 근거한 순현재가치법(Net Present Value Method)을 들 수 있다¹⁾. 순현재가치법은 미래현금흐름과 소요비용의 현재가치를 평가하여 이들의 차이를 기준으로 투자 의사 결정을 내리는 방법으로, 하나의 투자 기회가 있을 경우 해당 투자 기회의 순현재가치가 0보다 크면 투자는 정당화되고, 0보다 작으면 투자는 기각된다.

순현재가치법을 이용한 의사결정은 사용하기에 편리하다는 장점이 있지만 자주 잘못된 분석 결과를 초래한다. 그 첫 번째 문제점은 순현재가치법이 갖는 가정과 관련된 것으로, 순현재가치법은 특정한 투자 기회에 대해 가역적(reversible)이라고 가정하거나, 비가역적(irreversible)이면 “지금 투자하든지 또는 영원히 포기하든지 (now or never)”를 선택해야 하는 것으로, 연기 가능성이 없는 것을 가정하고 있다[10]. 그러나, 실제 대부분의 투자 기회는 비가역성인 동시에 연기될 수 있는 특성을 갖고 있다. 즉, 투자가 이루어진 후, 성공적으로 사업이 수행되지 않는다면 투자 비용의 상당 부분은 다시 회수를 하기가 어려우며, 또한 투자에 관한 의사 결정을 지금이 아닌 미래의 시점으로 연기할 수 있는 경우가 대부분이다. 두 번째 문제점은 순현재가치법이 현금 흐름에 대해 특정한 예상 시나리오를 가정하며, 정해진 운영전략을 경영자들이 수동적으로 수행하는 것을 전제하고 있다는 점이다[32]. 그러나, 투자 기회에는 본질적으로 불확실성이 존재하며, 실제의 현금 흐름은 초기에 기대했던 것과는 다르게 된다. 불확실성은 시간이 지남에

따라서 점차 감소하며, 경영자들은 불확실성이 감소된 시점에 투자를 하거나, 또는 상황에 대응하여 적절한 의사 결정을 내릴 수 있는 유연성(flexibility)을 갖고 있다. 예를 들어, 경영자들은 투자를 연기하거나, 진행 중인 투자를 확대 또는 중단하거나, 위험 관리를 위한 계약을 체결하거나, 투자의 여러 단계별로 운영 전략을 변화시킬 수 있다[8, 31]. 유능한 경영자들은 본능적 또는 직관적으로 투자 기회의 이러한 특성을 이해하고 있지만[18], 순현재가치법은 투자 의사 결정의 유연성을 고려하지 못하는 단점을 갖고 있다. 따라서, 투자와 관련된 의사 결정을 분석하기 위해서는 비가역성, 불확실성, 그리고 유연성의 문제를 좀 더 직접적으로 다룰 수 있는 새로운 분석방법이 필요하게 된다.

과거에도 민감도 분석(sensitivity analysis), 시나리오 분석(scenario analysis), 시뮬레이션 등을 통해 이러한 문제점들을 보완하기 위한 연구들이 있었지만[16], 최근 들어 급격히 주목받고 있는 새로운 접근 방법이 실물옵션(real options) 기법이다. 실물 옵션은 자본 시장에서의 재무옵션 개념에 기초를 두고 있으며, 투자기회를 갖고 있는 기업은 콜 옵션을 갖고 있는 것으로 볼 수 있다. 투자 기회가 존재한다는 것은 그 투자 프로젝트로부터 발생되는 수익을 미래의 선택 가능한 시점에서 구매할 수 있는 권리를 갖고 있는 것으로 볼 수 있고, 이 때 투자로 인한 비용은 옵션의 행사 가격에 대응된다. 기업이 투자 지출을 하는 것은 바로 콜 옵션을 행사하는 것에 해당되며, 옵션의 행사는 비가역적이다. 자본 시장에서의 옵션가격모형은 자산 가치의 변동성을 반영하므로 실제의 투자 기회에 존재하는 불확실성을 고려할 수 있으며, 새로 얻어지는 정보에 근거한 의사 결정의 유연성을 전제로 하고 있기 때문에, 위에서 언급한 순현재가치법의 단점을 극복할 수 있는 효과적인 대안이 된다.

이러한 점 때문에, 실물 옵션 기법을 이용한 투자 의사 결정과 관련하여 많은 연구가 진행되어 왔으며, 여러 형태의 실물 옵션에 대한 분석이 이루어지고 있다. 실제 투자 기회가 갖는 다양한 특성

1) Fortune 500대 기업 중 투자 결정에 현금흐름할인법을 사용하는 기업의 비율은, 1962년 38%, 1977년 64%, 1990년~1993년 90%로 증가하였다[27].

들에 대응하여 실물 옵션 모형이 개발되어 왔으며, 대표적인 것들로는 연기옵션(option to defer), 다단계옵션(time to build option), 중단옵션(option to abandon), 규모변경옵션(option to expand, contract, or temporarily shut down), 전환옵션(option to switch), 성장옵션(growth option), 다중옵션(multiple interacting option) 등이 있다[32]. 이 중 가장 많은 연구가 이루어지고, 광범위하게 응용되는 것이 연기옵션이다. 즉, 대부분의 투자 기회는 투자를 시작하는 시점을 일정 기간 연기할 수 있으며, 이러한 경우 회사는 투자에 있어 연기 옵션을 갖는 것으로 간주되고 연기 옵션 개념을 이용하여 투자와 관련된 의사 결정 문제를 다룰 수 있다.

현실의 경영자들은 특정 투자기회에 대해 평가를 한 후, 지금 투자하는 것이 바람직하지 않을 경우 투자기회를 연기하는 연기옵션을 갖게 된다. 만기가 증가할수록 재무옵션의 가치가 증가하는 것과 마찬가지로, 투자기회에 있어서 투자의사결정 시점을 더 많이 연기할 수 있을수록 투자기회의 가치 즉, 실물옵션의 가치는 증가한다. 이는 투자기회에 존재하는 유연성에 기인하는 것으로, 미래의 변화된 시장상황에 대한 유연한 대응을 통하여 가치를 증대시킬 수 있는 가능성을 늘리고, 부정적 상황에서의 손실을 제한함으로써 투자 기회의 가치를 확대할 수 있기 때문이다.

반면에, 투자 시기를 늦추는 경우 지연으로 인한 기회비용도 발생한다. 투자 시점을 늦추면 늦출수록 선발진입자의 이점, 규모의 경제와 학습효과, 특정 고객을 확보하기 위한 비용이 시간에 따라 변화하는 마케팅 비용의 비대칭성 등의 여러 요인에 의해 기회비용이 점차 증가할 것임을 예상할 수 있다. 지연으로 인한 기회비용은 기존 연구에서는 직접적으로 고려되지 않았다. 지연으로 인한 기회비용은 산업 특성 또는 투자 기회의 특성에 따라 달라지므로, 기회비용이 큰 경우에 이러한 비용을 분석에서 고려하지 않는다면 의사결정에 오류를 가져올 것이다. 예를 들어, 유전 개발을 위한 투자와 통신 서비스 제공을 위한 투자 또는 고가의 첨단

제품 생산을 위한 투자를 비교해 보자. 재구매 빈도의 차이에 따라 라이프 사이클의 특성이 달라지게 되는데[19], 실물 옵션의 대표적인 응용 분야 중 하나인 유전 개발의 경우, 기술의 라이프 사이클이 매우 길고 제품의 라이프 사이클은 상대적으로 매우 짧다. 따라서, 재구매가 활발하게 되고 전체 구매 횟수는 거의 무한하므로 시장에 늦게 진입하더라도 기회 비용은 크게 발생하지 않는다. 반면, 통신 서비스 제공을 위한 투자나 고가의 첨단제품 생산을 위한 투자의 경우는 정반대의 특성을 지닌다. 통신 서비스나 첨단 제품은 빨리 변화하므로 기술의 라이프 사이클은 짧은 반면, 일단 선택한 통신 서비스 제공자는 잘 변경을 하지 않고, 또한 고가의 제품은 한번 구입하면 오랜 기간 동안 사용하므로 제품의 라이프 사이클은 상대적으로 길다. 따라서, 재구매는 많이 발생하지 않게 되고, 전체 구매 횟수는 한정되어 있으므로 시장 진입의 지연으로 인한 기회 비용은 큰 비중을 차지하게 된다. 이와 같이 지연으로 인한 기회 비용이 큰 경우 반드시 투자 의사결정에서 고려되어야 할 것이다.

연기된 투자 기회에 대한 재평가 시기는 일반적으로 회사 내의 관례 또는 절차에 의해 정해지게 되는데, 투자 기회에 대한 평가는 많은 시간과 노력을 필요로 하므로, 재평가 주기가 너무 짧으면 자원의 낭비를 가져오게 된다. 반면, 재평가 주기가 너무 길면 투자기회를 놓쳐버릴 위험이 있다. 따라서, 얼마만큼 투자에 대한 의사결정을 늦출 것인가 하는 것이 중대한 문제가 된다. 중요한 불확실성이 시간에 따라 감소하여 새로운 정보를 갖게 되면, 의사결정을 그에 따라 변경시킴으로써 가치를 증가시킬 수 있으나, 너무 지연이 되는 경우 지연에 따른 기회 비용이 발생하게 되는 점을 고려해야 한다.

본 연구는 연기 옵션을 갖는 투자기회에 대해, 지연으로 인한 기회비용을 고려하고 실물옵션 개념을 활용하여, 투자와 관련된 의사결정(지금 투자를 할 것인가? 또는 더 기다릴 것인가?)을 내리는 최적 시점(optimal timing)을 결정하기 위한 모형을 개발하는 것을 목적으로 한다. 개발된 모형은

현재 투자하는 것이 바람직하지 않을 경우, 어느 시점에 다시 투자 의사결정을 수행할지 즉, 의사결정 시점에 대한 구체적 정보를 제공한다. 또한, 많은 시간과 자원이 소요되는 투자 비용과 가치에 대한 평가 횟수를 최소화하여 주며, 현재 거래가 이루어지지 않는 신제품이나 신규 서비스의 경우에도 적용이 가능하다. 이러한 연구는 기존의 순현재가치법에 의한 투자 의사결정의 문제점을 극복함으로써, 불확실성의 구체화(uncertainty resolution)에 따른 기회를 활용할 수 있는 의사결정을 내릴 수 있게 한다는 점에의 그 의의가 크다고 할 수 있다. 2절에서는 기존의 연구를 고찰하며, 3절에서는 실물 옵션을 이용하여 최적 투자 의사 결정 시점을 선택하기 위한 모형을 개발하고, 수치 예제를 제시한다. 4절에서는 개발된 모형을 국내의 한 통신서비스 사업자의 신규 서비스 제공을 위한 투자의사 결정 사례에 적용하며, 5절에서는 이상의 논의에 결론을 맺도록 한다.

2. 기존 연구 고찰 및 본 연구의 필요성

연기옵션과 관련된 기존의 연구는 주로 (투자 의사 결정 시점이 아니라) 투자 시점을 결정하는 것에 초점을 맞추어 왔다. McDonald & Siegel[24]은 투자에 따르는 비용과 그로부터 얻어지는 가치를 비교하여 투자시기를 결정하는 규칙을 연구하였다. Pindyck[27]은 투자로부터 얻어지는 가치를 개별 제품 또는 서비스의 가격의 함수로 정의하여, 가격과 투자 비용을 비교하여 투자시기를 결정하는 규칙에 대한 연구를 수행하였고, Ingersoll & Ross[15]는 이자율의 변동성이 투자 의사 결정에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 모형을 통한 이론적 연구 외에 실제 사례에 대한 응용도 활발하여, 천연자원개발[5, 17], 전력공급[11] 등 각종 산업에 대한 적용 뿐 아니라, 기술 채택[12]과 기술 투자[25] 문제에 대한 응용도 이루어졌다.

이 중 대표적인 이론적 접근법인 McDonald & Siegel[24]의 연구와 Pindyck[27]의 연구에 대해 구체적으로 고찰해 본다. McDonald & Siegel은 투자에 따르는 비용(F_t)과 그로부터 얻어지는 가치(V_t)를 geometric Brownian motion 확률과정으로 모형화 하여, 투자로부터 발생하는 기대 순가치($V_t - F_t$)의 현재 가치를 최대화하는 투자 시기 결정 규칙을 도출하였다. 제시된 규칙은 V_t/F_t 가 특정한 값 $\varepsilon/(\varepsilon-1)$ 을 초과하는 순간에 투자하는 것이 최적이라는 것을 보여 주며, ε 은 모형화에 사용된 각 변수들에 의해 구해진다. Pindyck은 투자로부터 얻어지는 가치를 개별 제품 또는 서비스의 가격(P)의 함수($V(P)$)로 정의한 후, 가격이 geometric Brownian motion 확률과정을 따르고 투자 비용(I)은 상수라는 가정 하에, McDonald & Siegel과 동일한 개념의 투자시기 결정규칙을 유도하였다. 가격이 특정한 값(P^*)을 초과하는 순간에 투자하는 것이 최적이며, P^* 는 수치해석적인 방법에 의해 구해지게 된다.

이상의 두 연구는 추계적 확률과정(stochastic process)을 이용한 모형화를 통하여 해석적 또는 수치 해석적 방법으로 최적해를 구하는 방법을 제시한 것으로 큰 의의를 갖지만, 현실 문제에의 적용 측면에서 볼 때 몇 가지 한계점 또한 존재한다. 첫째, 위의 투자의사결정 모형은 투자와 관련된 의사결정 시점에 관한 확정적 정보를 주지 못한다. McDonald & Siegel의 모형에서는 V_t/F_t 의 값으로부터, Pindyck의 모형에서는 P 의 값으로부터 투자의사결정을 내리게 되고 두 값 모두 확률적인 특성을 가지므로, 현재 투자하는 것이 바람직하지 않은 경우 실제 투자의사결정이 언제까지 연기될 수 있는 것인지에 대해 제시하기가 어렵다. 즉 위 두 연구에서는 최적투자조건이 만족되는 시점이 확률적으로 표현되며, 그 시점을 확정적으로 나타내 줄 수 없는 점이 문제이다. 그러나, 현실의 경영자들에게 있어 이러한 시점에 관한 정보는 중요한 의미를 가지며 특히 다수의 경쟁적 투자 대안이 있는 경우 그 중요성이 더 커질 것이다. 둘째, McDonald &

Siegel의 모형에서는 투자의사결정을 위하여 투자 비용(F_t)과 가치(V_t)를 지속적으로 평가하여야 하나 이는 현실적으로 매우 어렵다. 일반적으로 투자 비용과 가치를 평가하기 위해서는 경쟁환경에 대한 분석, 수요에 대한 조사, 요소시장에 대한 연구 등을 비롯한 다양한 활동들을 필요로 하며 여기에는 많은 시간과 자원이 소요되기 때문이다. Pindyck의 모형에서는 가격을 지속적으로 관찰하므로 위에서 지적한 문제는 크지 않으나, 또 다른 한계점을 갖게 된다. 즉, 신제품이나 신규 서비스의 경우 등과 같이 현재 거래가 이루어지지 않고 있는 경우는 가격의 관찰을 통하여 의사결정을 내리는 Pindyck 모형의 적용이 불가능하다. 따라서, 현실의 경영자들이 당면하는 투자 의사결정에 도움을 주기 위해서는, 최적의 투자의사결정 시점에 대한 정보를 제공할 수 있고, 지속적인 투자기회의 평가를 필요로 하지 않으며, 신상품이나 신규 서비스에 대해서도 적용할 수 있는 모형이 필요하다.

이상에서 논의한 기존 연구들의 한계점을 해결하고, 자연으로 인한 기회비용을 고려하여, 투자에 관한 의사결정 시점을 언제까지 연기할 수 있는지를 결정하기 위한 모형을 3절에서 개발하도록 한다.

3. 최적 투자 의사결정 시점 선택 모형

3.1 의사결정 시점 선택 모형

의사결정 시점 선택 모형의 개발을 위해 다음과 같은 가정을 한다.

첫째, 투자자가 특정 시기에 투자결정을 할 경우, 이 투자기회의 기대가치와 기회비용을 함수화 할 수 있다. 투자 시기를 늦출 수 있는 옵션이 있는 경우, 투자 의사결정 시기별로 투자자의 기대 가치를 옵션가격모형 등으로 수치화 할 수 있으며, 동시에 투자지연에 따른 손실 또는 비용의 증가 역시 계량적으로 추정이 가능하다고 가정한다. 본 연구에서는 Black-Scholes 옵션가격모형을 활용하여 투자 기회에 대한 투자자의 기대가치를 측정하며(즉, t

시점까지 연기하여 투자결정을 하는 경우, 투자기회의 현재 가치는 만기 t 인 유럽형 콜 옵션 가치에 해당된다), 이 모형에 의해 가치는 함수화 된다. 불연속적인 각 투자결정 시기에 대해 기회비용을 구하면 회귀분석 등을 활용하여 투자 시기에 따른 비용의 함수를 도출할 수 있을 것이다.

Black-Scholes 옵션가격모형에 사용되는 모수와 이에 대응되는 실물옵션의 모수가 <표 1>에 나타나 있다.

<표 1> 재무옵션과 실물옵션 가격 결정을 위한 모수

모수	재무옵션	실물옵션
S	주식가격	투자수익의 현재가
X	행사가격	투자비용
r	무위험이자율	무위험이자율
t	옵션만기	투자연기가능기간
σ	주식 가격의 변동성	투자수익의 변동성

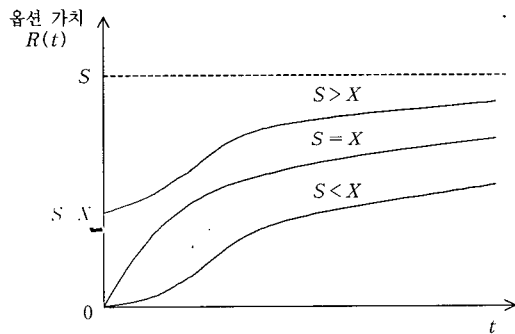
둘째, 추정된 가치와 비용 함수는 수학적으로 미분가능하며, 미분 값이 아래의 조건을 만족한다.

$R(t)$ 를 시점 t 에 투자결정을 함에 의해(즉, t 까지 기다림에 의해) 얻는 기대가치의 현재가로, $C(t)$ 를 시점 t 까지 투자결정을 지연함에 의해(즉, t 까지 기다림에 의해) 발생하는 기대 기회비용의 현재가로 표시하면, $\partial R(t)/\partial t \geq 0$, $\partial C(t)/\partial t \geq 0$ 즉, $R(t)$ 와 $C(t)$ 는 t 에 대한 증가 함수이고, $\partial^2 C(t)/\partial t^2 > 0$ 즉, $C(t)$ 는 t 에 대해 볼록(convex) 함수이다.

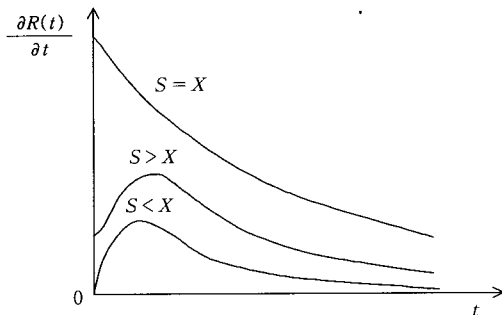
Black-Scholes 모형에 의한 옵션 가치는 만기 t 에 대해 증가 함수이므로, $R(t)$ 에 대한 가정을 만족한다. 이를 투자기회의 측면에서 다음과 같이 해석할 수 있다. 투자를 연기할 수 있는 옵션이 있는 경우 손실을 회피할 수 있다[4]. 현재로부터 투자 의사결정 시점 t 까지의 시간 간격이 멀어질수록 투자에 의한 기대 현금유입의 변동폭이 증대되며, 옵션을 통해 손실이 발생하는 경우를 막을 수 있고 현금유입이 증대되는 경우의 기회를 활용할 수 있으므로 t 가 증가할수록 기대 가치의 현재가 $R(t)$ 는 증가하게 된다. Black-Scholes 모형에서 주가

(S)와 행사 가격(X)에 따른 $R(t)$ 와 $\partial R(t)/\partial t$ 가 [그림 1], [그림 2]에 각각 나타나 있다[14].

한편, 앞 절에서 언급한 바와 같이 투자 시점을 늦추면 기회비용 $C(t)$ 가 점차 증가할 것임을 예상할 수 있다. 한 사업자의 제품이나 서비스를 이용하는 고객은 이용 기간이 증가함에 따라 타 사업자로의 전환비용(switching costs)이 증가하게 되고 기존 사업자에 업메이게 된다[30]. 이러한 업메임은 계약 조항의 준수, 브랜드에 고유한 교육이나 훈련, 관련된 정보나 데이터의 증대, 각종 충성도 프로그램 등 다양한 요인에 의해 발생하며 상호 작용에 의해 지속 강화되는 경향이 있다. 따라서 타 사업자로 이전해 간 고객을 다시 확보하기 위해 필요한 비용(고객회수비용)은, 타 사업자의 고객으로 있는 기간에 비례하여 급격히 증가하는 것으로 즉, $C(t)$ 가 볼록하다고 가정할 수 있다.



[그림 1] 옵션가치의 변화



[그림 2] 옵션가치의 기울기의 변화

$P(t) = R(t) - C(t)$ 라 정의하면, $P(t)$ 는 시점 t 에

투자 결정을 할 경우의 기회 비용을 고려한 순기대 가치의 현재가가 되며, t 시점에서의 투자를 고려하기 위한 필요조건은 $R(t) - C(t) \geq 0$ 이다. 이 조건을 만족하는 시점들에 대해, 현재의 정보 하에서 최적의 투자 의사결정 시점을 선택하게 된다. 한편, 각 투자 기회는 영원히 존재하는 것이 아니라 일정한 기간이 지나면 소멸된다. 투자를 최대한 늦출 수 있는 유한한 시점을 T 라 하자. 그러면, 최적화 문제는 아래와 같이 $P(t)$ 를 최대화하는 시점 t 를 구하는 것이다.

$$\begin{aligned} \text{Max}_t P(t) &= \text{Max}_t \{R(t) - C(t)\} \\ \text{subject to } R(t) - C(t) &\geq 0 \\ 0 \leq t &\leq T \end{aligned} \quad (1)$$

주가 S 는 선물옵션에서는 투자 기회로부터 얻는 기대수익의 현재 가치에 대응되고, 행사 가격 X 는 투자기회에 소요되는 투자비용에 대응된다. 그리고 정의에 의해 $C(0) = 0$ 이다. 식 (1)의 모형에 대해 S 와 X 의 크기에 따라 최적해 t^* 를 구하면 다음과 같다.

① $S = X$ 인 경우

위 제약 조건을 만족하는 t 의 집합이 공집합이 아니라면, $R(t)$ 는 오목하고 $C(t)$ 는 볼록하므로, $\partial^2 R(t)/\partial t^2 - \partial^2 C(t)/\partial t^2 < 0$ 이며 $\partial R(t)/\partial t - \partial C(t)/\partial t = 0$ 을 만족하는 유일한 t 또는 $t = T$ 가 최적해 t^* 가 된다.

② $S > X$ 인 경우

이 경우 $R(0) - C(0) = S - X - 0 > 0$ 이므로 제약 조건을 만족하는 t 의 집합이 반드시 존재한다. $\partial R(t)/\partial t - \partial C(t)/\partial t = 0$ 을 만족하는 t 가 존재하면 $\partial^2 R(t)/\partial t^2 - \partial^2 C(t)/\partial t^2 < 0$ 과 $\partial R(t)/\partial t - \partial C(t)/\partial t = 0$ 을 동시에 만족하는 t , 그리고 $t = 0, t = T$ 중 $P(t)$ 를 최대화하는 t^* 를 구한다. $\partial R(t)/\partial t - \partial C(t)/\partial t = 0$ 을 만족하는 t 가 존재하지 않는 경우는 항상 $\partial R(t)/\partial t - \partial C(t)/\partial t < 0$ 이 되고 따라서 $t^* = 0$ 이 된다([그림 2] 참조).

③ $S < X$ 인 경우

제약 조건을 만족하는 t 가 존재한다면, $\partial R(t)/\partial t - \partial C(t)/\partial t = 0$ 을 만족하는 t 가 반드시 존재한다([그림 1], [그림 2] 참조). 이 경우, $\partial^2 R(t)/\partial t^2 - \partial^2 C(t)/\partial t^2 < 0$ 과 $\partial R(t)/\partial t - \partial C(t)/\partial t = 0$ 을 동시에 만족하는 t , 그리고, $t = T$ 중에서 $P(t)$ 값을 최대화하는 t^* 를 구한다 ($t=0$ 시점에서의 투자는 $S-X$ 가 음의 값을 가지므로 의미가 없다).

이 때 t^* 에 대한 해석 및 최적 투자 의사결정 시점에 대한 규칙은 다음과 같다. t^* 는 투자를 실시하는 최적시기가 아니라, 투자 여부를 결정하는 최적시점을 의미한다. 현재 즉 시점 0에서 볼 때 t^* 는 주어진 정보 하에서 순기대가치 $P(t)$ 를 최대화하는 투자 의사결정 시점이다. 그러나, 실제 t^* 시점이 되었을 때는 시점 0에서 예측한 순기대가치와 다를 수 있으며, 따라서 t^* 시점에서 다시 최적 투자 의사결정 시점 선택모형을 활용하여 분석한 뒤, t^* 시점이 여전히 최적이면 투자를 실시하고(t^* 시점이 여전히 최적이기 위한 필요 조건은 위에서 본 바와 같이 t^* 시점에서 $S > X$ 이다) 아니면 최적 시점 $t^{**} (> t^*)$ 까지 의사 결정을 연기한다. 동일한 과정이 반복되어 시점 T 까지 투자가 이루어지지 않았을 경우, T 시점에서의 순현재가치를 평가하여 0보다 크면 투자를 하게 된다. 이 때 순현재가치는 만기가 0인 옵션의 가치와 동일하며, 기회 비용은 0이 된다. 이상과 같은 의사결정 방법은 투자 의사결정 시점에 대한 정보(“즉시 투자?” 또는, “연기할 경우 언제까지?”)를 제공하며, 많은 시간과 자원을 필요로 하는 투자비용과 가치에 대한 평가 횟수를 최소화한다.

3.2 수치 예제

개발된 모형에서의 t^* 의 특성 및 각 모수에 대한 민감도 분석을 위해, $C(t)$ 의 함수 형태를 볼록성(convexity)을 지닌 지수함수(exponential function) 형태로 가정한다.

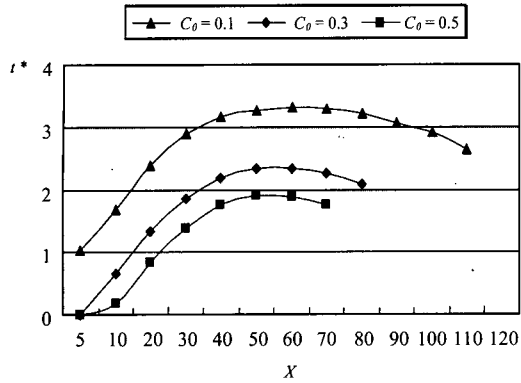
$$C(t) = c_0(e^t - 1) \quad (2)$$

이 때, 기회 비용 $C(t)$ 는 c_0 의 값에 따라서 결정된다. 기본적 모수 값을 $c_0=0.3$, $S=50$, $X=60$, $r=0.06$, $\sigma=0.3$ 으로 두고, 각 모수를 변화(다른 모수는 고정)시킬 때의 t^* 값의 변화가 [그림 3]부터 [그림 7]까지에 나타나 있다. t^* 는 모두 년 단위로 표시되어 있다.

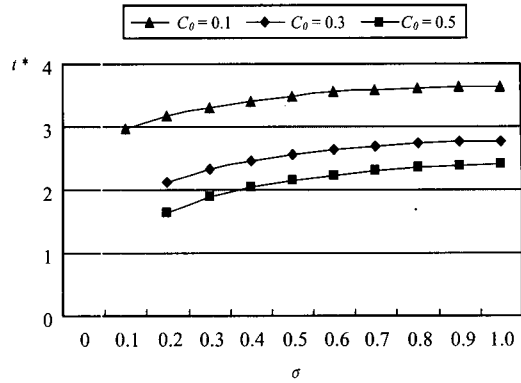
[그림 3]은 X 의 변화에 따른 t^* 값의 변화를 보여준다. 그림에서 보여지듯이, 세 개의 c_0 값(0.1, 0.3, 0.5) 모두에 대해 그래프는 오목(concave)한 형태를 가지며, c_0 값이 증가할수록 t^* 는 감소하는 경향을 나타낸다. $c_0=0.3$ 또는 $c_0=0.5$ 인 경우 $X=5$ 이하에서 $t^*=0$ 의 값을 갖는데, 투자 금액이 매우 작은 경우에는 기다리는 것보다 지금 즉시 투자를 실시하는 것이 바람직하다는 것을 보여준다. 그래프가 오목한 형태를 갖는 것은, 다음과 같이 해석할 수 있다. $R(t)$ 의 상한이 S 이므로([그림 1] 참조), $X \ll S$ 일 때 $R(t)$ 는 $C(t)$ 에 비해 상대적으로 늦게 증가하므로 t^* 값이 작지만, X 가 S 에 가까워지면 $R(t)$ 의 증가속도가 빨라지므로 t^* 값도 증가한다. $X \gg S$ 일 때는 $R(t)$ 의 증가 속도가 감소하므로 t^* 값도 감소하게 되어 결국 그림과 같이 오목한 형태를 가지게 된다. $c_0=0.1$ 인 경우 $X=120$ 이상에서, $c_0=0.3$ 인 경우 $X=90$ 이상에서, 그리고 $c_0=0.5$ 인 경우 $X=80$ 이상에서 값이 존재하지 않는데, 이는 투자를 않는 것이 바람직하다는 것을 의미한다. $X \gg S$ 일 때는 시간이 경과하여도 $R(t)$ 값이 크게 증가하지 않는 반면, $C(t)$ 는 급격히 증가하므로 $R(t)$ 가 $C(t)$ 보다 작게 되어 이러한 현상이 나타난다.

[그림 4]는 S 값의 변화에 따른 t^* 값의 변화를 표현하고 있는데, $c_0=0.1$ 인 경우 $S=20$ 이전에서, $c_0=0.3$ 또는 $c_0=0.5$ 인 경우 $S=30$ 이전에서 t^* 값이 존재하지 않으며, 이는 [그림 3]에서와 마찬가지로 해석할 수 있다. 오목한 형태를 보여주는 것은 [그림 3]에서와 마찬가지로 X 와 S 의 상대적인 크기에 의해 설명할 수 있다.

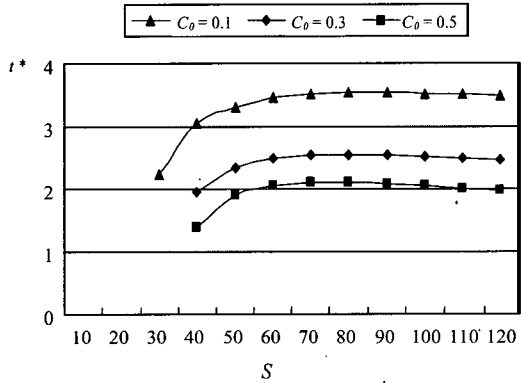
[그림 5]와 [그림 6]에는 r 과 σ 의 변화에 따른 t^* 값의 변화가 각각 표현되어 있다. r 과 σ 가 증가



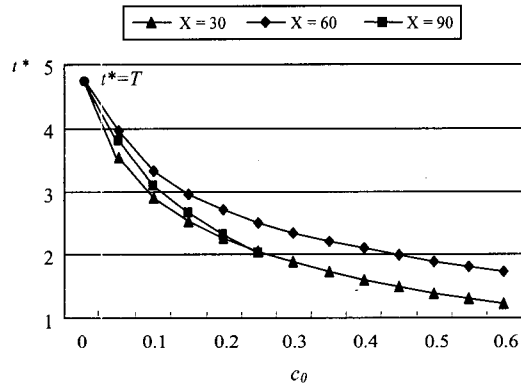
[그림 3] X - t* 그래프



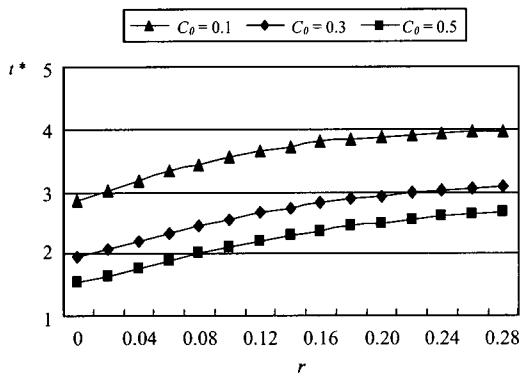
[그림 6] sigma - t* 그래프



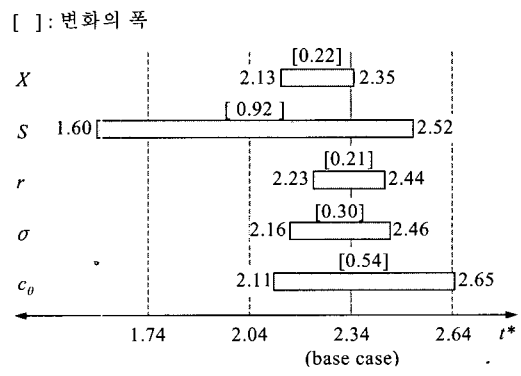
[그림 4] S - t* 그래프



[그림 7] c0 - t* 그래프



[그림 5] r - t* 그래프



[] : 변화의 폭

[그림 8] 모수값의 변화에 따른 t*의 변화

함에 따라 t^* 가 지속적으로 증가하며 증가 속도는 점차 둔화된다. 앞의 두 경우와 마찬가지로 그래프는 오목한 형태를 가지며, c_0 값이 증가할수록 t^* 값이 감소하는 것을 알 수 있다. [그림 6]에서 $c_0=0.1$

인 경우 $\sigma=0$ 에서, $c_0=0.3$ 또는 $c_0=0.5$ 인 경우 $\sigma=0.1$ 이하에서 값이 존재하지 않으므로 투자를 양는 것이 바람직하다는 것을 보여주는데, 이는 S의 변동성 σ 가 너무 작아 투자를 연기하더라도 $R(t)$

의 값이 별로 증가하지 않기 때문에 발생한다.

[그림 7]는 c_0 값의 변화에 따른 t^* 값의 변화를 나타내고 있다. c_0 값이 증가하면 $C(t)$ 의 기울기가 증가하므로, $R(t)$ 가 동일할 때 c_0 가 증가함에 따라 t^* 는 감소한다. 투자 지연으로 인한 기회비용이 크면 클수록 기다림에 의한 이익보다 지연에 의한 손실이 크므로 투자 의사결정 시점을 빠르게 하는 것이 좋다는 것을 의미한다. $X=90$ 인 경우, $c_0=0.3$ 이상에서 t^* 값이 존재하지 않는다. 투자비 X 가 S 에 비해 상당히 크므로 $C(t)$ 가 큰 경우 투자에 의한 이익이 없기 때문이다.

[그림 8]은 각 모수들을 기본 모수값에서 30%만 큼 변화시켰을 때의 t^* 값의 민감도를 나타내고 있다. 이 때 X, r, σ 값의 변화에 대한 t^* 값의 변화 범위는 약 0.2~0.3년 정도로 상당히 작으므로 t^* 는 이들 모수값에 대해 민감하지 않다고 할 수 있다. 그러나, [그림 3]과 [그림 6]에서 볼 수 있듯이, X 값과 σ 값의 변화폭이 더 커지면 투자를 않는 것이 최적이 되는 경우가 발생하므로, 의사 결정이 달라지게 된다.

한편, S 값과 c_0 값의 변화에 대해서는 t^* 가 민감하게 변화한다. 특히, S 값에 대해서는 t^* 의 변화 폭이 0.92에 이르며, 그림에서는 표시되어 있지 않지만, S 값이 약 36 이하일 때는 투자를 않는 것이 최적이 되어 투자 여부에 대한 기본적인 의사 결정이 달라지게 된다. c_0 값의 변화에 대해서도 t^* 값의 변화 범위가 0.54로, 상대적으로 민감함을 알 수 있다. c_0 에 대해서는, $C(t)$ 의 함수 형태가 볼록이므로 시간에 따라 급격히 증가하며, c_0 값에 따라 $C(t)$ 의 증가량이 달라지므로 t^* 의 변화 범위가 민감한 특성을 보인다.

4. 사례 분석(A사의 사례)

한국의 통신서비스 사업자인 A사는 1999년에 PCS(Personal Communications Service) 재판매 사업 진출을 검토 중이었다. 재판매 사업의 정의와 유형은 통신 사업에 대한 규제완화, 자유화 정책과

통신시장의 환경 등의 요인에 따라 각 국가마다 상이 하지만 일반적으로 다른 통신 사업자로부터 통신 설비나 서비스를 임차하여 이를 다시 최종 소비자에게 판매하는 사업으로, 기존의 통신망 사업자들이 제공하는 서비스 요금보다는 낮고, 재판매 사업자가 통신망사업자에게 지불하는 비용보다는 높은 요금으로, 서비스를 제공함으로써 이들 요금간의 차이를 이용하여 수익을 창출하는 사업을 의미한다[1]. PCS 재판매는 PCS 네트워크를 가진 네트워크 사업자의 망을 이용하여 재판매 사업자가 자신의 상표로 직접 과금 및 고객 관리를 하는 사업을 의미한다. 이러한 사업 기회에 대해 A사는 즉시 사업을 시작하여야 할지, 혹은 사업을 연기함으로써 좀 더 정확한 정보를 얻은 후 사업을 추진할지를 결정해야 하는 상황이었다.

4.1 국내 이동전화 총 가입자 예측

PCS 사업 추진 결정을 위하여 우선 국내 이동전화 총 가입자 수를 예측하였다. 일반적으로 사용되는 S곡선 형태의 수요 확산을 가정하였으며, 시장의 포화수요는 1999년 3분기에서의 예측치를 이용하였다.

1996년 12월부터 1999년 6월까지의 가입자 데이터를 기초로 비선형 회귀분석을 수행하여 1999년 7월 이후의 국내 이동통신서비스 가입자 추세를 예측하였다. t 시점의 누적 수요 예측치 D_t 에 대한 비선형 회귀 분석 모델은 다음과 같다.

$$D_t = \frac{D^{Max}}{1 + \exp(b_0 + b_1 t + b_2 X_1 + b_3 X_2)} \quad (3)$$

- t : 시간(1996년 12월을 0으로 두고, 연 단위로 표현)
- X_1 : 1997년 10월 PCS의 서비스 시작으로 인한 경쟁 심화 영향(dummy 변수)
- X_2 : 1999년 4월 의무 가입 기간 금지 조치의 영향(dummy 변수)
- D^{Max} : 시장의 포화수요(전문 기관의 예측값의 Median 값 : 3,047만)

〈표 2〉 비선형 회귀분석의 결과에 의한 이동전화 가입자 수 예측

(단위 : 천명)

시 기	99년 3분기	99년 4분기	00년 1분기	00년 2분기	00년 3분기	00년 4분기	01년 1분기
총 가입자수	18,885	20,844	22,610	24,150	25,456	26,535	27,410
시 기	01년 2분기	01년 3분기	01년 4분기	02년 1분기	02년 2분기	02년 3분기	02년 4분기
총 가입자수	28,108	28,657	29,085	29,416	29,670	29,864	30,011

SPSS를 이용하여 회귀분석을 수행한 결과, $b_0 = 2.3464$, $b_1 = -1.1360$, $b_2 = 0.0514$, $b_3 = 0.0484$ 로 추정되었다. R^2 값은 0.9962로 추정된 모형이 기존 데이터를 잘 설명하고 있는 것으로 나타났다. 추정 결과를 바탕으로 매 분기별 가입자 수를 예측한 결과가 <표 2>에 정리되어 있다.

4.2 A사의 잠재 가입자 예측

1999년 3월 15일에서 31일까지의 기간동안 이동전화 비가입자 551명, 셀룰러 이동전화 가입자 580명, PCS 가입자 585명 등 세 표본집단을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 비가입자에게는 각 이동전화 서비스 업체에 대한 선호도 및 PCS 재판매 서비스에 대한 의견을, 그리고 셀룰러 이동전화와 PCS 가입자들에게는 현재의 서비스에 대한 만족도와 타 서비스 업체로의 전환의사, PCS 재판매 서비스에 대한 의견 등을 질문하였다. 그리고, 현재의 서비스에 대한 희망 해지 시점, 신규 서비스 가입 시점, 타 서비스 업체로의 전환 시점 등에 관해서 모든 집단에게 질문하였다.

조사된 설문에 대한 분석을 바탕으로, A사의 재판매 서비스 전략을 고려하여 위의 세 집단 각각에 대해 재판매 서비스에 대한 포화 수요를 산출해 내었다. 포화 수요가 시점별로 어떻게 실제 수요로 발생할 지를 예측하기 위해, 설문의 재판매 서비스

에 대한 예상가입시기 응답 결과에 대하여 각 집단 별로 아래의 모형을 적용하였다.

$$Y_t = \frac{Y^{Max}}{1 + \exp(b_0 + b_1 t)} \quad (4)$$

Y_t 는 t 시점에서의 수요(가입자수)를, Y^{Max} 는 포화수요를 나타내고, t 는 년단위이다. 확산 속도를 결정하는 계수 b_0 와 b_1 을 추정하기 위해, 각 표본 집단의 설문에서 PCS 재판매 서비스 가입시기에 대한 응답 데이터를 활용하였다. 이를 바탕으로 각 집단에 대한 수요 함수를 추정하였고, 그 결과를 합하여 <표 3>과 같은 수요 예측 자료를 도출하였다. 자세한 과정에 대해서는 안재현 외[2]와 전덕빈 외[3]를 참고한다.

A사의 재판매 사업 시작 시기(투자 시기)에 따른 가입자 규모의 변화를 예측하기 위해, 비가입 고객이 이동전화 서비스에 가입을 할 경우, 그 중 A사의 서비스에 가입할 확률이 시간에 대해 일정하다고 가정한다. 그러면, 특정 시점에서 사업을 시작할 경우 궁극적으로 확보할 수 있는 A사의 총 잠재 수요는 그 시점에서의 이동전화에 대한 전체 잠재 수요에 비례하게 된다. t 시점에 사업을 시작할 경우의 A사의 총 잠재 수요를 LD_t 라 하면, LD_t 는 아래의 식으로 구해지며 그 결과가 <표 4>에 있다. $LD_0 = Y^{Max}$ 가 되며, 1999년 3분기를 $t=0$ 으로 두었다(이하에서도 동일).

〈표 3〉 설문분석을 통한 A사의 누적 가입자 예측규모

(단위 : 천명)

시 기	99년 3분기	99년 4분기	00년 1분기	00년 2분기	00년 3분기	00년 4분기	01년 1분기
가입자수	132	176	230	288	348	403	451
시 기	01년 2분기	01년 3분기	01년 4분기	02년 1분기	02년 2분기	02년 3분기	02년 4분기
가입자수	490	520	542	558	569	577	582

〈표 4〉 사업 시작 시기에 따른 수요의 변화

(단위 : 천명)

사업시작시기	99년 3분기	99년 4분기	00년 1분기	00년 2분기	00년 3분기	00년 4분기	01년 1분기
총 잠재수요	582	464	364	282	215	163	123
사업시작시기	01년 2분기	01년 3분기	01년 4분기	02년 1분기	02년 2분기	02년 3분기	02년 4분기
총 잠재수요	92	69	51	38	28	21	15

$$LD_t = \frac{D^{Max} - D_t}{D^{Max} - D_0} \times LD_0 \quad (5)$$

사업 시작 시기를 늦춤으로써 발생하는 총 잠재 수요의 감소는 A사에게 기회 손실이 된다. 시점 t 에서 사업을 시작할 경우에, 시점 0에서 사업을 시작할 경우와 동일한 수요를 확보하는데 소요되는 비용이 지연에 따른 기회 비용이 된다.

4.3 R(t)의 계산

시점 $t(>0)$ 에서의 사업 시작을 고려하자. 기회 비용 $C(t)$ 를 지출하여 시점 0에서와 같은 수요를 확보하는 것이 가능하다고 생각하면($C(t)$ 의 계산은 4.4절 참조), 이 투자 기회의 가치 $R(t)$ 는 옵션 가치를 구하는 식으로부터 구해지며, 이 때 사용한 데이터는 다음과 같다.

시점 0에서와 같은 수요를 가질 때의 수익의 현재가는 9,518억원으로 추정하였고, 총 투자비는 9,272억원으로 계산되었다. 계산에 사용된 데이터는 A사의 내부 자료 및 경쟁기업의 평균값을 이용하였으며 그 값은 부록 A에 정리되어 있다. 고정인력과 고객 수에 따라 필요한 변동 인력은 경쟁사의 과거 가입자수와 사원수의 데이터를 이용하였으며, 고정마케팅 비용과 진입초기 프로모션을 위한 마케팅 비용, 가입촉진금, 대리점 수수료 등은 경쟁사들의 평균값을 이용하였다. 변동성(σ)은 동일 업종의 2년간의 주가 데이터로부터 0.2949로 추정하였다. 이자율(r)은 과거 1년 동안의 국채 수익률의 평균값 9.947%를 사용하였다. 투자 의사결정을 미룰 수 있는 최대 시점은 2002년 1분기로 하였다. 이 시점은 A사 최고경영층의 판단에 따른 것이며, <표 2>에서 알 수 있듯이, 2002년 이후로는 총 이

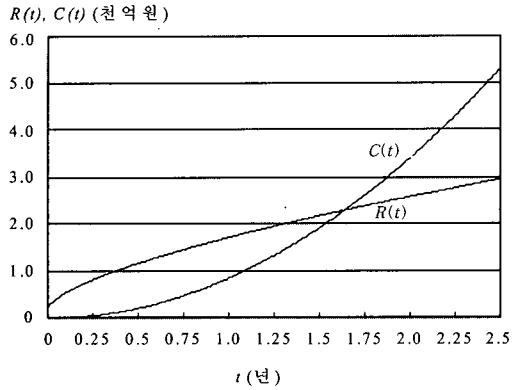
동전화 가입자수가 포화상태에 이르게 되므로 그 이후의 투자는 의미가 없을 것임을 예상할 수 있다. 이로부터 계산된 각 의사결정 시점별 $R(t)$ 가 [그림 9]에 나와 있다.

4.4 기회 비용 $C(t)$ 의 계산

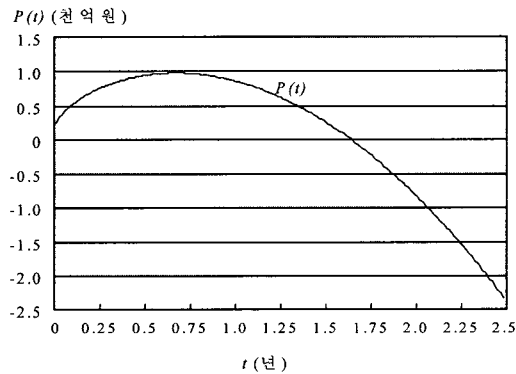
앞서 언급한 바와 같이 투자 시기를 지연함으로써 발생하는 수요의 감소를 다시 만회하기 위해 필요한 비용의 현재 가치를 기회 비용 $C(t)$ 로 정의한다. 고객 가치 관련 연구에 따르면 타 사업자로 간 고객을 다시 찾기 위해 필요한 비용(고객회수비용)은 타 사업자의 고객으로 있는 기간에 급격히 증가하는 것으로 알려져 있다. A사의 내부 자료와 마케팅 부문 전문가들의 의견에 근거하여, 기간에 대한 고객회수비용의 가중치를 $0.5 \cdot e^{\sqrt{t}}$ 으로 하였다. 예를 들어, 2분기 동안 타 사업자의 서비스를 이용한 고객을 현 시점에서 자사의 고객으로 확보하기 위한 비용(고객회수비용)은 2분기 전에 그 고객을 자사의 고객으로 확보하기 위한 비용(즉, 서비스를 처음 이용하는 고객의 확보비용)의 $0.5 \cdot e^{\sqrt{2}}$ 배가 된다. 서비스를 처음 이용하는 신규 가입자 확보비용은 부록 A의 데이터를 이용하여 계산되었다.

먼저, <표 4>의 데이터와 신규 가입자 확보비용, 그리고 고객회수비용의 가중치를 활용하여 각 분기에 대해 $C(t)$ 를 구하였다. 여기서 구해진 각 분기별 $C(t)$ 값을 이용하여 비선형 회귀 분석을 통하여 $C(t)$ 의 함수를 추정하였다. 추정 결과는 아래의 식과 같다. $C(t)$ 는 억원 단위이며, R^2 값은 0.9988로 적합도가 매우 높았다. 추정된 $C(t)$ 의 그래프가 [그림 9]에 나와 있다.

$$C(t) = c_0 \times t^2 = 844.3557 \times t^2 \quad (6)$$



[그림 9] 의사 결정 시점별 $R(t)$, $C(t)$



[그림 10] 의사 결정 시점별 $P(t)$

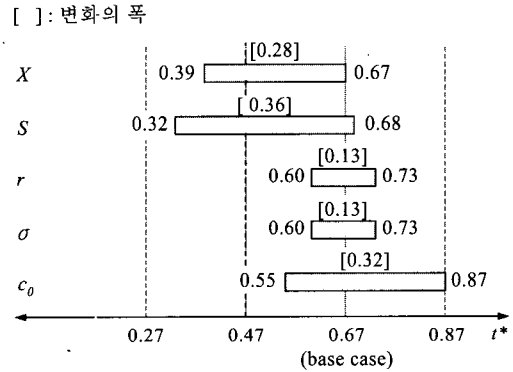
4.5 최적 투자 의사결정 시점의 도출

3절의 모형에서 $S > X$ 인 경우에 해당되므로, $t = 0$, $t = T = 2.5$, 그리고 $R(t) - C(t)$ 의 1차 미분값이 0 이고 2차 미분값이 음을 만족하는 $t (= 0.67)$ 를 비교 하면 된다. $P(0) = 246$ 억원, $P(0.67) = 980$ 억원, $P(2.5) = -2,336$ 억원이므로 $t = 0.67$ 이 최적 투자 의사결정 시점이 된다. 즉, 1999년 3분기에 투자하는 경우에 비해 투자 의사결정을 8개월 후로 연기함으로써 734억원의 기대가치를 증대시킬 수 있는 것으로 분석되었다([그림 10] 참조).

PCS 재판매의 사업 특성상 망을 타사업자로부터 빌려 사용하게 되므로, 투자를 결정하게 되면 빠른 시일 내에 사업을 시작할 수 있다. 따라서, 고객 확보에 소요되는 비용 $C(t)$ 가 시간이 경과함에 따

라 급격히 증가하므로, PCS 재판매 사업의 주요 고객층인 학생, 저소득층의 욕구에 대한 이해가 이루어진 이후 3분기 후에 투자 의사결정을 수행하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

$R(t)$ 와 $C(t)$ 의 계산을 위한 모수 추정치의 오차에 따른 최적 의사결정 시점 t^* 의 변화를 파악하기 위하여 민감도 분석을 실시하였다. $R(t)$ 계산에 필요한 X , S , r , σ 와 $C(t)$ 계산에 필요한 c_0 의 값을 추정치에서 $\pm 30\%$ 범위에서 변화시켜 그 때의 t^* 의 범위를 구하였으며, 그 결과가 [그림 11]에 정리 되어 있다.



[그림 11] 민감도 분석 결과

X , S , 그리고 c_0 의 변화에 대해서는 t^* 값이 0.28 ~ 0.36개월의 범위에서 변화하여, 상대적으로 민감한 것으로 나타났다. 특히, S 의 경우, 그림에는 표현되어 있지 않지만 7,429억원 이하인 경우에는 투자를 않는 것이 최적으로 나타나, X 보다 적은 경우에는 S 의 추정에 많은 노력을 기울여야 함을 알 수 있다. 반면, r 과 c_0 의 변화에 대해서는 t^* 값의 변화 범위가 두 경우 모두 0.13개월로 나타나 민감하지 않은 것으로 나타났다.

5. 결론

현대의 경영자는 불확실성이 증대된 경영 환경 속에서 중요한 투자 결정을 수행하게 된다. 이러한 불확실성하에서는 의사결정을 연기함으로써 불확

실성을 더 잘 이해하고 불확실성의 시현(uncertainty resolution)을 바탕으로 좀 더 나은 의사결정을 내릴 수 있다. 이것은 주식 시장에서 주식 가격의 변동상황에 따라 재무 옵션을 행사하는 것과 같은 개념이 된다. 이를 바탕으로, 본 연구에서는 최근 급격히 주목받고 있는 실물 옵션 기법을 이용하여 최적 투자 의사 결정 시점을 정하는 모형을 개발하고 국내 통신서비스 사업의 사례에 적용하여 분석을 수행하였다. 기존의 연구에서 제시한 모형들은 투자와 관련된 의사 결정 시점에 관한 정보를 제공하지 못하며, 투자 기회에 대한 연속적인 평가를 전제하고 있으나 이는 시간과 비용의 측면에서 현실적이지 못하다고 할 수 있다. 또한, 투자 시기를 연기함으로써 발생하는 기회 비용에 대해 명시적으로 고려하지 못하는 한계를 가지고 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 지연으로 인한 기회 비용을 고려하여, 투자에 관한 최적 의사 결정 시점을 정하는 모형을 개발하였다. 이 모형은 의사 결정의 시점에 대한 정보를 제공할 수 있고, 많은 시간과 자원을 필요로 하는 투자 비용과 가치에 대한 평가 횟수를 최소화할 수 있는 장점이 있다.

수치 예제를 통해, 각 모수의 변화에 따른 최적 의사 결정 시점의 변화 특성을 분석한 결과, 최적 의사 결정 시점은 투자 기회로부터 얻는 기대 수익의 현재 가치(S)와 기회 비용 함수에 대해 민감한 것으로 나타났다. 특히, 모수값에 따라, 현재 투자를 하는 것이 최적인 경우, 기다리는 것이 최적인 경우, 그리고 투자를 않는 것이 최적인 경우가 발생하므로 모수에 대한 평가에 따라 의사결정을 유연하게 할 필요가 있다.

또한, PCS 재판매 서비스의 제공을 고려하고 있는 국내 통신 회사의 사례에 본 모형을 적용하여 수요 예측 결과를 바탕으로 $R(t)$ 와 $C(t)$ 를 도출해 내고, 최적 의사 결정 시점을 구하였다.

의사결정의 결과는 미래의 불확실성의 시현에 따라 크게 달라진다. 불확실성이 시현될 때까지 의사결정을 미룰 수 있는 연기 옵션을 행사할

수 있는 경우, 본 논문에서 개발된 모형은 경영자가 연기 옵션에 대한 정확한 평가를 통하여 경영 성과를 높이는 데 큰 기여를 할 것으로 생각된다.

끝으로, 기회 비용은 투자 결정에 있어 고려해야 할 가장 중요한 요소 중의 하나이지만, 다양한 요인을 포함하므로 신규 투자의 경우 그 비용을 추정하는 것은 많은 노력을 필요로 하는 어려운 과정이다. 따라서, 투자의 지연으로 인한 기회 비용의 특성과 산업별 특수성에 대한 연구가 보완되면 본 논문에서 개발된 최적 투자 의사 결정 시점 모형의 정확성과 실용성을 더 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다.

<부록 A> $R(t)$ 와 $C(t)$ 계산을 위한 A사의 내부 데이터 및 경쟁사 평균

표에서 ...로 표시된 데이터는 공개가 어려운 기업 내부 데이터이다.

항 목	값	실 명
가입촉진금	258,000원	신규가입자 단말기보조금
대리점수수료	7%	기본료와 통화료의 7% (2년간)
판매장려금	27,500원	신규가입자에 대한 장려금
망사용료 (기본료)	... %	기본료의 ... %
망사용료 (통화료)	... %	통화료의 ... %
고정광고비	1,300백만원	월광고비지출(분기당)
변동광고비	290원	고객 1명당 광고비용
고정인력	300명	초기고용인원
변동인력	0.83명	고객 천명당 인원
프로모션 광고비	2,000백만원	초기 프로모션을 위한 광고(월당)
인건비	... 원	K사의 사원 1년 인건비
신규투자비	2,200백만원	전산시스템 구입비
대리점보조금	... 원	대리점 개설 시 필요한 비용(대리점당)
대리점 수	700개	전국 대리점 수
사용금액	32,000원	가입자의 1인 월평균사용 금액
가입비	50,000원	신규가입자 1인당 가입비
기본료	16,500원	월기본료

참고 문헌

- [1] 김진기, "재판매시장의 환경변화와 사업전략 분석", 「정보통신정책Issue」, 제10권, 제11호 (1998), pp.1-61.
- [2] 안재현 외, 「시티폰 사업 추진을 위한 경영전략분석 Vol.2」, 한국과학기술원, 1999.
- [3] 전덕빈 외, "설문자료를 이용한 국내 PCS 재판매 서비스 수요예측", 「IE Interfaces」, 제13권, 제4호(2000), pp.619-626.
- [4] Amram, Martha and Nalin Kulatilaka, *Real Options : Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, Harvard Business School Press, 1999.
- [5] Bjerksund, P. and S. Ekern, "Managing Investment Opportunities under Price Uncertainty : From Last Chance to Wait and See Strategies," *Financial Management*, 19(1990), pp.65-83.
- [6] Black, F. and M. Scholes, "The pricing of options and corporate liabilities," *Journal of Political Economy*, 3(1973), pp.637-654.
- [7] Bollen, P.B. Nicolas, "Real Options and Product Life Cycles," *Management Science*, 45, 5(1999), pp.670-684.
- [8] Copeland, Thomas E. and Philip T. Keenan, "Making Real Options Real," *The McKinsey Quarterly*, 3(1998), pp.128-141.
- [9] Cox, John C. and Mark Rubinstein, *Options Markets*, Prentice-Hall, 1985.
- [10] Dixit, Avinash K. and Robert S. Pindyck, "The Options Approach to Capital Investment," *Harvard Business Review*, (May-June 1995), pp.105-115.
- [11] Edelson, M.E. and F.L. Reinhardt, "Investment in Pollution Compliance Options : The Case of Georgia Power," *Real Options in Capital Investment* by Trigeorgis, L. (1995), pp.243-263.
- [12] Fazin, Y.H, K.J.M. Huisman, and P.M. Kort, "Optimal Timing of Technology Adoption," *Journal of Economic Dynamics and Control*, 22(1998), pp.779-799.
- [13] Howard, Ronald A., "Decision Analysis : Practice and Promise," *Management Science* 34, 6(1988), pp.679-695.
- [14] Hull, John C., *Options, Futures, and Other Derivative Securities*, Prentice-Hall, 1993.
- [15] Ingersoll, J. and S. Ross, "Waiting to Invest : Investment and Uncertainty," *Journal of Business* 65, 1(1992), pp.1-29.
- [16] Lander, Diane M. and George E. Pinches, "Challenges to the Practical Implementation of Modeling and Valuing Real Options," *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 38(1998), pp.537-567.
- [17] Laughton, D., "The Management of Flexibility in the Upstream Petroleum Business," *The Energy Journal*, 19(1998), pp.83-114.
- [18] Leslie, Keith J. and Max P. Michaels, "The Real Power of Real Options," *The McKinsey Quarterly*, 3(1997), pp.4-22.
- [19] Lilien, G.L., P. Kotler, and K.S. Moorthy, *Marketing Models*, Prentice-Hall, 1992.
- [20] Lilien, G.L. and A. Rangaswamy, *Marketing Engineering*, Addison Wesley, 1997.
- [21] Luehrman, Timothy A., "A General Manager's Guide to Valuation," *Harvard Business Review*, (May-June 1997), pp.132-142.
- [22] Luehrman, Timothy A., "Investment Opportunities as Real Options : Getting Started on the Numbers," *Harvard Business Review*, (July-August 1998), pp.3-15.
- [23] Mahajan, V., E. Muller, and F.M. Bass, "New Product Diffusion Models in Marketing : A Review and Directions for Research," *Jour-*

- nal of Marketing* 54, 1(1990), pp.1-26.
- [24] McDonald, Robert and Daniel Siegel, "The Value of Waiting to Invest," *The Quarterly Journal of Economics* 101, 4(1986), pp.707-727.
- [25] McGrath, R.G., "A Real Options Logic for Initiating Technology Positioning Investment," *Academy of Management Review*, 22(1997), pp.974-996.
- [26] Perlitz, Manfred, Thorsten Peske, and Randolph Schrank, "Real Options Valuation : The New Frontier in R&D Project Evaluation?," *R&D Management* 29, 3(1999), pp.255-269.
- [27] Pindyck, Robert S., "Irreversibility, Uncertainty, and Investment," *Journal of Economic Literature* 29, 3(1991), pp.1110-1148.
- [28] Ross, S.A., R.W. Westerfield, and J.F. Jaffe, *Corporate Finance*, McGraw-Hill, 1999.
- [29] Segelod, E., "A Note on the Survey of Project Evaluation Techniques in Major Corporations," *International Journal of Production Economics*, 54(1998), pp.207-213.
- [30] Shapiro, Carl and Hal R. Varian, *Information Rules*, Harvard Business School Press, 1999.
- [31] Smith, James E. and Kevin F. Mccardle, "Options in the Real World : Lessons Learned in Evaluating Oil and Gas Investments," *Operations Research* 47, 1(1999), pp.1-15.
- [32] Trigeorgis, Lenos, *Real Options in Capital Investment : Models, Strategies, and Applications*, Praeger, 1995.