

# 사례기반추론을 이용한 신기술 가치평가 시스템개발에 관한 연구

박 기 남

동의대학교 인터넷비즈니스학과  
(knpark@dongeui.ac.kr)

김 창 진

리더스엔컴퍼니 책임컨설턴트  
(cjdream21@empal.com)

.....

본 연구는 기술개발상의 위험을 진단하면서, 상업화의 위험을 시장분석을 통하여 관찰하고 가격변동으로 인한 민감도를 고려하면서, 신기술 적용상의 장기적인 이익 및 수익의 예측정확도를 극대화하고 시장점유율을 예측할 수 있는 새로운 기법으로서 사례기반추론을 통한 신기술 사업성 평가시스템을 제시하고자 한다. 또한 본 연구가 새롭게 제시하는 기법과 새롭게 재무분석 분야에서 연구되고 있는 성장옵션 모형을 활용한 신기술 가격결정 시스템을 개발하고자 한다. 이 두 가지 시스템을 통하여 신기술의 마케팅적 관점, 재무적 관점, 시스템적 관점을 모두 파악할 수 있으며 보다 객관적이고 과학적이며 예측정확도가 높은 신기술의 화폐적 가치를 산출할 수 있게 될 것이다. 신기술의 사업성 평가에 관한 연구는 향후 한국기업의 국가경쟁력을 위해서 꼭 필요한 과업이며 신기술 기반의 중소기업에 효율적으로 지원하기 위해서도 꼭 이루어져야만 하는 중요 과업이 아닐 수 없다. 그러나 이러한 과업의 중요성에 비해서 그 동안 관련 연구는 거의 이루어지지 않았고(황규성, 2001) 다만 은행 등 금융권의 실무자들이 쉽게 적용할 수 있는 단순한 방법들이 제시되는 정도에 불과하였다. 이렇듯 관련 연구가 부족한 이유는 관련 분야가 재무관리, 회계학, 마케팅, 관련 기술분야 등 광범위하게 걸쳐져 있고 실무적인 성격이 강하여 학문적으로 일반화하기가 쉽지 않기 때문이다.

.....

## 1. 서론

최근 벤처기업의 확산을 위한 정부의 노력과 함께 많은 벤처기업들이 신기술 개발과 신기술을 이용한 상품개발에 온 힘을 집중하고 있다. 그러나 많은 자본이 소요되는 신기술의 개발을 위한 외부투자의 유치나 금융기관을 대상으로 한 기술담보 등과 같은 금융거래가 필요할 때 정확한 기술의 가치를 화폐단위로 평가해야 한다. 또한 정부의 지원도 모든 신기술에 똑 같은 지원금을 주는 방식보다는 보다 신기술의 사업성과 그 기술의 파급효과에 근거하여 그 지원의 우선순위 및 지원금액의 차별화가 이루어져야 한다. 신기술의 사업성 평가에 관한 연구는 향후 한국기업의 국가경쟁력을 위해서 꼭 필요한 과업이며 신기술 기반의 중소기업에 효율적으로 지원하기 위해서도 꼭 이루어져야만 하는 중요 과업이 아닐 수 없다. 그러나 이러한 과업의 중요성에 비해서 그 동안 관련 연구는 거의 이루어지지 않았고(황규성, 2001) 다만 은행 등 금융권의 실무자들이 쉽게 적용할 수 있는 단순한 방법들이 제시되는 정도에 불과하였다. 이렇듯 관련 연구가 부족한 이유는 관련분야가 재무관리, 회계학, 마케팅, 관련 기술분야 등 광범위하게 걸쳐져 있고 실무적인 성격이 강하여 학문적으로 일반화하기가 쉽지 않기 때문이다.

그럼에도 불구하고 최근에는 재무적인 분석기법에 상당한 변화와 발전이 진행되고 있다. 평

균이익률법, 자본회수기간법, 순현재가치법, 내부수익률법 등 전통적인 투자분석기법으로부터 보다 과학적이고 체계적인 투자분석기법으로서 실물옵션기법이 소개되고 있다. 그러나 이러한 재무분석은 신기술로 인한 수익 및 회계적 이익의 예측이 가능하다는 전제 하에서 이루어지게 되는데 이러한 수익 및 이익의 예측은 매우 어렵다. 특히 신기술의 투자는 기술개발상의 위험, 상업화의 위험, 가격변동의 가능성, 시장점유율, 제품성장률 등 많은 변수가 함께 작용하는 동시에 장기적인 예측이기 때문에 정확한 예측은 거의 불가능하다고 생각해 왔다.

신기술개발을 위한 투자결정이나 신기술가치의 평가는 기술개발의 위험, 상업화 위험, 가격변동, 시장점유율, 제품성장률 등 많은 내부 및 외부변수가 복잡하게 작용하며 또한 장기간의 예측이므로 정확한 예측은 매우 어려운 과업이다(황규성, 2001).

그 중에서도 신제품의 수요과 시장점유율의 예측문제는 신기술을 회계적 이익으로 자본화할 수 있는 가능성과 규모를 가늠해 볼 수 있는 중요한 잣대이다. 예상수익의 규모나 수요정점의 시기 그리고 각 시점의 최적 생산량의 결정 등은 기업의 입장에서 매우 높은 불확실성 하에서의 의사결정이 아닐 수 없다. 이 중에서도 신제품의 수요과 시장점유율의 예측문제는 신기술을 회계적 이익으로 자본화할 수 있는 가능성과 규모를 가늠해 볼 수 있는 중요한 잣대이다. 예상수익의 규모나 수요정점의 시기 그리고 각 시점의 최적 생산량의 결정 등은 기업의 입장에서 매우 높은 불확실성 하에서의 의사결정이 아닐 수 없다.

따라서 본 연구의 범위는 지금까지 신상품의 수요예측을 위하여 적용되어 온 여러 가지 방법론들을 고찰 하고 각 방법론들이 신기술 가치평가 부문에 적용되었을 때 나타날 수 있는 문제점과 고유한 장점을 분석한다. 또 정보기술(인공지능, 전문가시스템)을 활용하여 각 방법론들의 장점을 살리면서 단점을 보완할 수 있는 여러 Hybrid 방법론들을 제시하고 실제 신기술의 사업성을 예측할 수 있는 각 방법론들의 예측력을 가늠해본다. 이를 통하여 가장 우수한 신기술의 가치 평가시스템을 개발한다. 또한 신기술의 사업성을 기반으로 실물자산의 옵션가격결정 모델을 적용하여 신기술의 화폐적 가치를 산출하는 성장 옵션관점의 신기술의 가격결정 시스템을 개발하였다.

본 연구는 기술개발상의 위험을 진단하면서, 상업화의 위험을 시장분석을 통하여 관찰하고 가격변동으로 인한 민감도를 고려하면서, 신기술 적용상의 장기적인 이익 및 수익의 예측정확도를 극대화하고 시장점유율을 예측할 수 있는 새로운 기법으로서 사례기반추론을 통한 신기술 사업성 평가시스템을 제시하였다.

## II. 신기술 가치평가 기술에 관한 이론적 고찰

제품의 주요속성을 기반으로 하는 방법이기 때문에 속성에 대한 정보가 포함되며, 분석결과로 최고효용의 제품을 설계할 수도 있다. 이러한 컨조인트분석의 장점과 Bass모형의 장점을 최대한 살리고 사례기반추론시스템이라는 정보기술을 활용함으로써 보다 객관적이고 예측력이 우수한 신기술 수요예측방법론을 개발할 수 있을 것으로 생각된다. 적용가능한 수요예측모형을 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 Bass의 확산모형(Diffusion Model)

신기술의 개발을 위한 외부투자의 유치나 금융기관을 대상으로 한 기술담보 등과 같은 금융거래가 필요할 때 정확한 기술의 가치를 화폐단위로 평가해야 한다. 이를 위한 기술가치의 평가방법에 관해서는 재무관리 분야에서 연구가 이루어지고 있다. 대표적인 기법들은 전통적인 NPV법, IRR법, 현재가치지수법, 현금할인법, 자금회수기간법 등이 있으며 최근에는 Brack & Shores의 옵션가격정모형을 이용하는 기법이 각광을 받고 있다.

그러나 이들 기술가치 평가모형들은 모두 미래수익예측과 수요예측이 가능하다는 전제를 기반으로 하고 있으며 신기술 가치는 정확하게 신기술로 만들어 진 요소제품 혹은 완제품의 시장수요에 달려있다. 따라서 신기술의 가치평가는 실제 수요자인 시장의 평가에 근거하여야 이루어져야 한다. 이런 점에서 신기술의 수요예측은 신기술 가치평가에서 매우 중요한 과업이라고 할 수 있다.

본 연구는 이러한 신기술의 수요예측이라는 문제를 해결할 수 있는 모형으로 컨조인트분석을 이용한 사례기반추론 Bass모형을 제시한다. 사례기반추론 시스템은 이미 상품화되어서 시장에 판매되었던 제품들에 대해 파라미터들을 추정하고 각 제품들에 대한 속성 및 속성수준을 사례베이스에 저장하여 이를 향후 신제품의 수요예측을 위한 파라미터 추정에 이용하는 방법이기 때문에 사례베이스의 축적은 신기술에 대한 지식축적이 되며 추정된 파라미터는 사례가 축적됨에 따라서 더욱 객관화되고 정확해 질 수 있는 장점이 있다.

또 컨조인트분석은 시장 서베이를 기반으로 시장점유율에 대한 예측이 가능하며 초이스 시뮬레이션 등을 통하여 가격이나 상품속성에 따른 민감도를 살펴볼 수 있는 장점이 있다. 또한 상품의 상품속성에 대한 개인별 선호도를 기반으로 각 상품의 효용(Utility)을 분석해 낼 수 있다. Bass(1969)의 확산 모형은 제품이나 서비스의 누적 가입자 수가 시간이 지남에 따라서 신제품의 도입 초기에는 확산속도가 빨라지다가 일정시점 이후부터 감속하여 안정화 상태에 도달하는 S형의 분포를 갖는다(김선경, 1995).

이 모형에 의하면 수요증대는 혁신자와 모방자에 의해서 이루어지는데 혁신자는 타인의 구매와는 상관없이 기업의 광고 및 판촉과 같은 외부 커뮤니케이션에 노출되어 자발적으로 구매하는 사람이고 모방자는 이미 구매한 사람들의 평가나 경험의 구전효과에 의거하여 구매가 일어나는 사람을 의미한다.

신제품, 신기술, 신 서비스와 같은 혁신적 요소들은 시간이 지나감에 따라 매스미디어와 구전이라는 대표적인 커뮤니케이션 채널을 통하여 전파된다. 따라서 Bass모형은 이렇게 특정 채널을 통하여 수요가 시장에 퍼져나가는 과정을 표현한 모형이다.

$$S_t = \frac{dN(t)}{dt} = g(t)[N - N(t)]$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = t\text{기의 확산율}$$

$g(t)$  = 확산계수,  $N$  : 포화수요

$N(t)$  :  $t$  시점까지의 누적 수요

Bass모형에서  $t$ 시점의 확산율은 시장의 포화점과 지금까지의 누적구매자의 차이  $[N - N(t)]$ 의 함수이며 시간이 지나면 누적구매자가 시장의 포화점에 가까워지므로 확산율은 점점 줄어들게 된다. 따라서 구매가능자와 확산율과의 관계는 확산계수  $[g(t)]$ 에 의해서 결정된다.

$$g(t) = a + bN(t)$$

a = 혁신계수(Innovation Parameter)

b = 모방계수(Imitation Parameter)

Bass모형에서 확산계수(g(t))는 두 가지 전달수단(대중매체, 구성원내의 정보교환)에 영향을 받는다. 대중매체는 외부의 영향이고 지인들과의 정보교환은 내부영향이다.

## 2.2 Bass모형의 확장모형 - Kalish(1985)모형

Bass모형은 신제품의 잠재시장의 규모가 도입시점에 이미 결정되어 변하지 않는 것을 가정하고 있다. 그러나 이것은 매우 비현실적인 가정이다. 잠재시장의 규모는 매우 동태적인 것으로 알려져 있다. 여기에 대해서 Kalish는 잠재시장의 규모는 내생적, 외생적 변수의 영향을 받는다고 주장하면서 가격을 내생적 변수로, 위험을 외생적 변수로 설정하여 내구재의 예측에 적용하였다. 그 결과 제안된 모형의 예측타당성이 더 높다는 것이 드러났다.

사실 Kalish(1985)는 여러 영향요인들을 Bass의 기본모형에 포함시켜 확산모형을 통합시켰다. 그는 모형을 2단계로 구분하였다. (1)소비자의 신상품 채택률은 인식확산(정보확산) 단계와 (2)가격, 위험 등의 영향요인 하에서 잠재적인 채택집단의 실제채택의 단계가 그것이다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

### (1) 인식(정보)의 확산모형

$$(수식1) \quad \frac{dI(t)}{dt} = (1-D) F(A(t)) + b[I - X/M] + b''[X/M]$$

I=t시점에 잠재채택집단의 비율

X=t시점의 채택자의 수

N=잠재집단의 수

A(t)=광고비 지출율

f( )=인식하지 못한 집단에 대한 광고의 효과함수

b=채택하지 않았지만 인식한 사람들이 인식 못한 집단에 미치는 영향

b''=이미 채택했던 사람들이 인식하지 못한 집단에 미치는 영향

### (2) 시장 잠재력모형과 동적 채택모형

Kalish(1985)는 제품에 대해서 갖는 가치가 개인마다 다르다고 전제하면서 제품의 가격이 주관적인 가치(예약가격)보다 낮으면 구매하게 된다고 하였다. 또 사람들은 위험 회피자이기 때문에 시장에서 제품을 사용한 사람들이 많아질수록 상품 가치의 불확실성이 감소하게 되어 잠재시장의 규모는 더 커지게 된다고 주장하였다. 그의 주장을 모형화 하면 다음과 같다.

$$(수식2) \quad \text{잠재시장규모} = N\left(\frac{P}{\mu(X/N)}\right)$$

P=t시점에서의 가격

$\mu$ =제품성능의 불확실성에 기인하는 할인요인(위험)

$$\mu(1)=1, d\mu/dx > 0, \quad \frac{dX}{dt} = k\left\{N\left[\frac{P}{\mu(X/N)}\right]I - X\right\},$$

k= 채택비율(광고함수, 유통, 제품품질과 같은 영향요인의 함수)

$X_{t-1}$ =t-1시점까지의 누적 채택자의 수

위 수식에 의하면 고객이 부여하는 가치가 높아지면 잠재시장의 규모는 커진다. 또 고객이 부여하는 가치는 가격과 직접적인 관계가 있다. 가치는 가격이 낮을수록 그리고 위험에 대한 할인율( $\mu$ )이 높을수록 커진다.

완전정보 하에서 그리고 광고규모에 비해 수익이 줄어드는 경우에 가장 최적의 광고 정책은 시간이 지남에 따라 광고를 줄이는 것이다. 또 내구재의 경우 가격은 시간에 지남에 따라 낮추어야 한다. 그렇지 않으면 채택자들은 매우 효과적으로 지각하게 되어  $b'$ 이  $b$ 보다 훨씬 더 커지게 된다. 이로 인하여 매우 효과적으로 불확실성을 감소시키게 되어  $d\mu/dX$ 가 0보다 훨씬 커진다(Lilien, Kotler and Moorthy,1992).

### III. 기술가치 평가를 위한 본 연구의 적용모형

#### 3.1 사례기반추론을 이용한 Bass모형

신규 상품이나 서비스는 확산속도나 잠재시장규모에 대한 사전 지식이 없거나 자료가 불확실하거나 신뢰성이 없을 경우, 확산 모형에 직접 적용하기 어렵다. 또 과거자료가 없거나 미래의 신기술을 이용하는 신제품의 경우처럼 예측이 필요한 경우에는 Bayus(1993)가 제안한 유사추론 수요예측 방법을 이용하여 예측할 수 있다.

사례기반추론 모형에는 Index를 이용하는 Induction Tree방법과 사례의 유사성을 관측치간의 거리로 간주하여 가까운 거리에 있는 관측치들로 타겟값을 추정하는 K-nearest neighborhood 방법(이하 KNN으로 표기함)이 있다. 상품들의 속성수준을 7점 스케일로 측정할 경우 각 속성은 양적(Metric)변수로 측정되기 때문에 유클리디언 거리를 활용하는 KNN 기법이 타당하다. KNN모형에서 예측치는 가중된 입력변수들의 유클리디언 공간에서 타겟값과 가장 가까운 거리에 있는 K개의 추정용 관측치를 통하여 추정된다. 여기서 K개의 관측치는 전체 관측치의 공간에서 특정지역을 의미하며, 예측치는 예측에 사용할 관측치의 수(K개)와 거리측정 함수에 따라 달라지게 된다.

$$D_q(X, X_n) = \left\{ \sum_{i=1}^p |W(x)(x - x_n)_i|^q \right\}^{1/q}$$

그러나 거리측정 함수의 선택보다는 추정공간의 크기(span)가 예측정확도에 더 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Repley,1997). 이러한 최적의 추정공간을 구하기 위한 여러 가지 방법들이 연구되었는데 가장 널리 사용하는 방법은 추정용 데이터 셋에서 Cross-

Validation을 이용하여 최적의 추정공간의 파라미터를 찾아내는 것이다. 타겟사례와의 유사 정도에 따라 가중치를 주기 위하여 다음과 같은 방법을 사용할 수 있다.

$$\Delta(x) = \max|x - x_1|$$

x를 타겟값으로 보았을 때 타겟값으로부터 가장 먼 거리의 사례를 계산하고 Tri-Cube Weight Function을 사용하여 각각 구해진 사례에 가중치를 부여하는 방법인데 즉 타겟값으로부터 가까우면 가까울수록 높은 가중치가 부여되고 멀면 멀수록 낮은 가중치가 부여되는 방법이다.

$$\frac{\omega(x - x_1)}{\Delta(x)}$$

$$\omega(u) = (1 - u^3)^3, \text{ for } 0 \leq u < 1$$

$$0, \text{ otherwise}$$

본 연구의 경우에는 일반인들을 대상으로 개별 상품의 속성을 도출하고 상품의 속성수준을 평가하고 그 후 각 상품의 속성수준으로부터 유클리디언 거리를 구하여 타겟사례와 가장 유사한 사례를 사례베이스로부터 선정하는 방법이 이용 가능하다. 이 밖에도 많은 사례 기반추론을 위한 알고리즘들이 있으나 향후 본격적인 연구가 시작되면 보다 광범위한 탐색과 연구가 진행될 것이다.

### 3.2 신기술가치 평가에 적용가능한 Bass확장모형

본 연구에서의 제안하는 확장모형은 시장 서베이를 기반으로 하여 컨조인트분석과 제품의 속성수준 분석을 바탕으로 사례기반추론을 통해 수요를 예측하는 새로운 방법이다. <표2>에서 알 수 있듯이 컨조인트분석과 Bass모형은 서로 고유한 장점을 가지고 있다. 따라서 서로간의 장점을 함께 이용하여 수요와 시장점유율을 예측할 수 있다면 좀더 신뢰성있고 타당한 예측치를 산출 할 수 있을 것으로 판단된다.

<표2> 컨조인트 분석과 Bass모형의 비교

적용방법론	Conjoint분석	Bass확산모형
접근방향	제품 내부관점	제품 외부관점
초점	제품의 가치분석	내/외부 커뮤니케이션
시점	횡단면분석	시계열분석
분석결과	개인의 선호	미래 수요예측치
추가정보	시장점유율	수요정점의 수요량과 시기
적용가능제품	고관여제품	신상품, 내구재
통계분석기법	OLS회귀분석, Logit분석	회귀분석
추정계수	프로파일의 부분가치	혁신계수, 모방계수
적용분야	시장세분화, 타겟고객설정	수요량 및 상품주기예측

원칙적으로 기본 Bass확산모형을 적용하려면 제품의 초기 수요데이터가 필요하다. 그러나

본 연구는 각 제품에 대한 속성에 대해 설문조사를 수행하고 해당 제품의 속성값과 가장 유사한 사례의 파라미터를 조정하여 사용함으로써 초기 데이터 필요의 문제를 해결한다.

또한 기본 Bass모형이 갖는 여러 가지 한계점을 극복하기 위하여 Kalish의 확장모형을 기반으로 새로운 모형을 제안한다. 그러나 Kalish의 확장모형 역시 초기 데이터를 이용하여 파라미터를 추정하는 예측모형이므로 설문지를 기반으로 분석할 수 있는 수요예측모형으로의 변형이 불가피 하다. 본 연구가 제시하고자 하는 수요예측 모형은 다음과 같다.

### (1) 시장 잠재력모형과 동적 채택모형

$$W_{ij} = \left\{ 1 + \log \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \left( \frac{E(U_{ij}) - U_f}{\sigma_{ij} \exp(-\frac{X_t}{N})} \right) \right\}, \quad N_0 = W_{ij}N$$

$$(수식1) = [N_0 - X_t]q = [N_0 - X_t] \cdot \frac{X_t}{N_0} \cdot q, \quad j \neq f$$

N = 초기에 추정된 잠재적 시장규모

X<sub>t</sub> = t기까지의 채택자 수

U<sub>ij</sub> = i가 j상품에 대해서 갖는 Utility

U<sub>f</sub> = 기존 상품의 선택으로 위험이 0인 Utility

σ<sub>ij</sub> = j상품을 선택함으로써 취하게 된 개인 i의 위험

W<sub>j</sub> = j상품의 동적인 잠재시장 규모에 영향을 미치는 영향정도

No = 동적인 잠재시장의 규모

k = t시점에 실제로 채택할 비율(혁신계수)

Kalish는 동태적 잠재시장규모에 영향을 미치는 내부요인으로 상품의 가격만을 고려하였다. 그러나 잠재시장의 규모에 영향을 미치는 요인은 가격만이 아니다. 제품의 품질, 브랜드 가치 등과 같은 요소들이 모두 고려되어야 한다.

이러한 단점을 극복하기 위해서 본 연구는 컨조인트분석의 개인효용(Utility)의 크기를 활용한다. 이렇게 함으로써 가격을 포함한 제품의 중요속성들을 통하여 개인의 제품에 대한 가치 즉, 제품의 효용을 동적 채택모형에 이용할 수 있다. 반면 위험은 전체 시장에서 채택자가 많아질수록 제품효용에 대한 선택의 위험이 작아지기 때문에 위험에 대한 할인율을 모형에 도입하였고 할인율은 exponential 함수를 따른다고 가정하였다. 또 초기의 N은 컨조인트분석에서 도출된 개별 제품의 시장점유율을 잠재시장규모에 곱하여 사용하였다. 잠재시장규모에 미치는 영향의 크기는 자연로그를 따른다고 가정하였다.

### (2) 인식(정보)의 확산모형

$$(수식2) = [N_0 - X_t] \cdot [p + V_j C_a]$$

p = 구전의 확산율(모방계수)

No = W<sub>j</sub>N = j제품의 동적인 잠재시장규모

X<sub>t</sub> = t기까지의 채택자 수

V<sub>j</sub> = 광고인식자의 구매전환율

Ca = 광고인식자의 비율

인식(정보)의 확산은 내부커뮤니케이션과 외부커뮤니케이션으로 나누어진다. 내부커뮤니케이션은 Bass확산모형에서 모방계수에 해당되고 외부커뮤니케이션은 주로 광고와 관련된다.

본 연구에서는 전체 채택자 중 일정비율은 광고의 효과만으로 구매에 이른다고 보고 광고인식자 수\*구매전환비율을 사용하였다.

(수식1)은 제품의 본질적인 부분의 가치로 인해서 구입하는 사람들을 표현하는 수식이고 (수식2)에서 내부와 외부의 커뮤니케이션에 의하여 구매에 이르는 사람들을 표현한 것이다. 본 연구에서는 Bass확산모형에서 내부와 외부 커뮤니케이션 모형을 대신하여 제품의 가치와 커뮤니케이션의 함수로 변형하였다.

### (3) 전체 확산모형

$$[(N_0 - X_t)(p + V; C_a)] + \left[ (N_0 - X_t) \left( \frac{X_t}{N_0} q \right) \right]$$

전체 확산모형은 커뮤니케이션에 의한 채택과 제품의 내재적 가치에 의한 채택의 합으로 이루어진다. 이것은 전통적인 Bass확산모형에 Horsky와 Simon(1983)의 모형과 같이 광고의 효과를 감안하여 변형한 것이다.

### 3.3 블랙-숄즈 옵션가격결정모형을 이용한 신기술 가격결정 모형

옵션이란 옵션매입자가 일정 기간동안에 미리 약정한 가격, 즉 행사가격으로 자산을 사거나 팔 수 있는 권리이다. 살 수 있는 권리를 콜옵션(Call Option), 팔 수 있는 권리를 풋옵션(Put Option)이라고 한다. 옵션에 대한 대표적인 이론적 연구는 노벨상을 수상한 Black, Merton, Sholes의 작품으로서 그들의 연구 결과는 블랙-숄즈 옵션가격결정모형이라고 불린다(Amram & Kulatilaka, 1999; 황규승, 2001). 옵션은 기초자산에 따라서 주식옵션, 금리옵션, 외환옵션, 주가지수옵션, 선물옵션 등의 금융옵션(financial option)과 금융자산 이외에 대한 실물옵션(real option)으로 구성된다(지칭, 장하성, 1995). 실물옵션은 의사결정자가 실물투자 또는 운영에 있어서 경영환경 변화에 부응하여 선택할 수 있는 대안의 특성에 따라 분류한다. 특, 투자 시기의 연기, 투자 시기의 단계화, 투자 또는 운영 규모의 확대나 축소, 운영의 포기 또는 용도변경, 선행적 투자에 의한 기득권 등 여러 가지 옵션이 있다(Trigeorgis, 1993).

실물옵션은 전개되는 상황에 따라 미래의 의사결정에 유연성(flexibility)을 갖는다는 점에서 금융 옵션과 매우 흡사하다. 예를 들면 신기술 연구개발에 대한 소액의 투자가 성공하여 상업화를 위한 대규모의 투자와 수익으로 이어지게 되는 경우에 있어서 연구개발비는 옵션 가격, 상업화를 위한 투자 결정과 투자비는 옵션의 행사 및 행사가격에 해당된다(Hamilton, 2000). Myers(1984)는 기업의 연구개발 프로젝트는 위험이 큰 대신 가치 있는 전략적 기회도 많으므로 성장옵션(growth option)의 관점에서 평가할 것을 권장하였다. Morris(1991) 등은 연구개발 관리자는 불확실성에 도전하여 위험성이 큰 프로젝트를 포함하는 연구개발 포트폴리오를 구성하여야 한다고 옵션의 개념을 강조하였다. Luehrman(1997, 1998)은 기업에서 투자에 대한 가치평가 기법이 변하고 있고, 새로운 기법을 도입하는 것은



단지 시간의 문제일 따름이라고 단언하면서 옵션 기법의 실무적 적용을 낙관하였다. 또 기업 실무에 옵션 기법을 도입하여 기존의 자본예산 체계(capital budgeting system)를 보완하여야 한다고 주장하였다. Dixit와 Pindyck(1995)는 가중평균자본비용(WACC: weighted average cost of capital)으로 투자안의 미래 현금흐름을 할인하여 순현재가치(NPV)를 산출하는 DCF법은 비교적 사용이 쉽지만 오류가 매우 크다는 점을 지적하였다. 따라서 이를 대체할 만한 방법론으로 실물옵션 모형이 거론되고 있다.

Panayi와 Trigeorgis(1998)은 싸이프러스(Cyprus)의 통신부낙 정보통신 기반시설투자에 대한 의사 결정과 싸이프러스 은행이 해외점포 확장에 대한 의사결정에 성장옵션 개념으로 분석한 사례를 발표하였다. Kemna(1993)는 셸(Shell)사에서 유전 탐사문제에 옵션모형을 효과적으로 적용한 사례를 소개하였다. Trigeorgis(1996)는 기업이 연구개발 투자에 실물 옵션 기법을 적용하여 성공한 여러 가지 사례들을 소개하였고 Nichols(1994)는 연구개발 투자평가에 대한 머크(Merck)제약회사의 재무평가 분석그룹(Financial Evaluation and Analysis Group)의 사례를 소개하였다. 또한 Perdue(1999) 등은 웨스팅하우스 일렉트릭사(Westinghouse Electric Company)의 과학기술센터에서 옵션 기법을 적용하여 회사의 모든 연구 프로젝트에 대한 포트폴리오를 최적화하는데 성과를 거두었다는 발표를 하였다. 이처럼 업계 및 학계의 권고에도 불구하고 은행 등 금융기관에서 신기술의 가치평가에 실물 옵션모형을 적용한 사례는 크게 알려진 것이 없다. 이것은 블랙-숄즈 방정식으로 불리는 블랙-숄즈 옵션가격결정모형이 난해하여 직관적으로 이해하기가 어렵기 때문인 것으로 지적되고 있다(Luchrman, 1998; 황규성, 2001).

실물투자에 대한 블랙-숄즈 방정식은 주식투자에 대한 경우와 동일하며 단지 기초자산이 연구개발 프로젝트, 제품, 또는 벤처기업과 같이 실물이라는 점에서 차이가 있다. 이때 투자비용은 주식투자의 예에서 콜옵션 가격에 해당된다(Amram & Kulatilaka, 1999).

$$V = N(d_1)A - N(d_2)Xe^{-rT}$$

$$\text{단, } d_1 = \left[ \ln(A/X) + (r + 0.5\sigma^2)T \right] / \sigma\sqrt{T}$$

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

V=옵션의 현재가치

A=기초자산(Underlying asset)의 현재가치

X=투자비용(cost of investment)

r=무위험수익률(risk free rate of return)

T=만기일까지 남아있는 기간(Time to expiration)

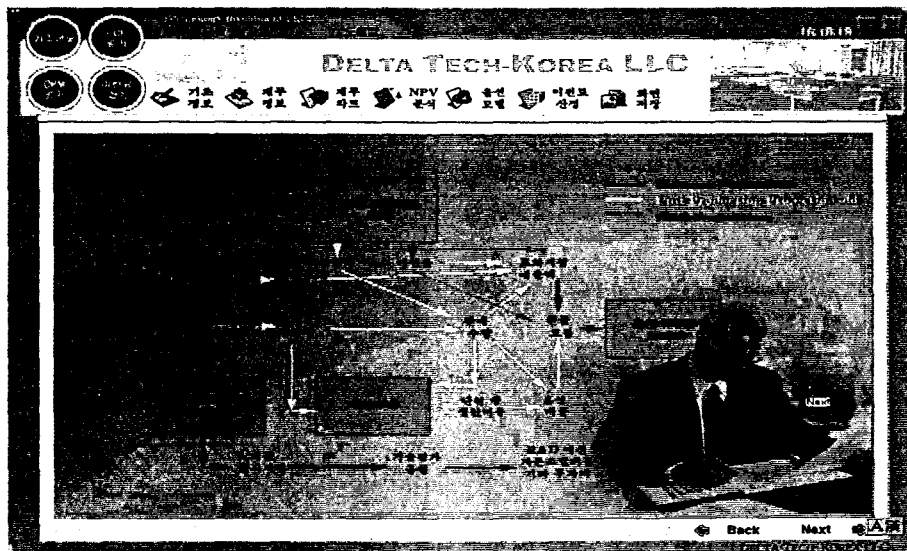
σ=기초자산의 변동률(volatility)

N(d)=표준정규분포의 d보다 적은 편차가 발생할 확률(누적확률)

위 식에서 우변 첫 번째 항은 옵션 만기일에 기초자산의 가치가 투자비용보다 클 경우, 즉 만기일에  $A > X$ 인 경우에 대한 기초자산의 기대값이다. 두 번째 항에서  $N(d_2)$ 는 만기일에 기초자산의 가치가 투자비용 보다 클 확률, 즉  $A > X$ 가 될 확률이며  $Xe^{-rT}$ 는 투자비용의 현재가치가 된다.

#### IV. 신기술 가치평가 시스템의 구현

<그림1>은 신기술 가치평가 시스템의 절차와 구성을 표현한 화면이다. 먼저 신기술을 배경으로 하는 상품의 환경 및 기술적 환경의 정보를 바탕으로 경쟁 시나리오가 선택된다. 경쟁자의 수와 경쟁정도는 신기술의 가치를 객관적으로 평가하기 위한 주요한 환경정보이다. 또한 시장의 성숙도도 신기술의 가치와 밀접한 관련을 갖기 때문에 이에 관한 정보가 반영되어야 한다. 또 본 연구에서 제시한 사례기반추론을 활용한 Bass모형을 활용하여 신기술의 수요가 기준년도를 중심으로 매월 예측된다. 예측된 정보는 경쟁 시나리오 모형에 기반한 시장점유율의 예측과 월별 제품수요의 정보에 반영되고 점유율과 제품수요의 정보는 시장의 경쟁상황에 바탕을 둔 마진률을 포함한 단위당 가격정보와 합쳐져서 월별 예상 총매출액의 정보로 산출된다.



<그림1> 신기술의 화폐적 가치를 계산하는 절차 설명화면

또 총 생산량은 학습곡선에 영향을 미치게 되고 단위 당 생산비용은 학습곡선에 의하여 변화되게 되어 있다. 판매비와 관리비는 시장의 수명주기와 경쟁구도에 따라서 그 비중이 변화되게 된다. 다른 한편으로 단위당 원가의 정보와 판매비 및 관리비의 정보가 산출되면 현금의 유입과 유출에 관한 정보가 모두 합쳐지기 때문에 향후의 현금흐름을 파악할 수 있게 된다. 파악된 현금흐름의 정보들은 기술개발 옵션의 행사가능성, 상품화 옵션의 행사가능성 등을 계산하는 기준인 연구개발비 정보와 성공 확률의 정보를 바탕으로 블랙-숄츠의 실물옵션가격결정에 활용되며 이 모형을 근간으로 신기술의 가치는 옵션가격으로 환산되는 절차를 갖는다. 이러한 흐름을 표현한 그림이 <그림1>에 표현되어 있다.

<그림2>는 신기술 가치평가 시스템의 초기화면으로서 주요 메뉴의 구성은 기업 및 사업에 대한 기본적인 정보를 입력하는 기초정보, 기업이 지금까지 투자한 개발비용 및 연구비용에 대한 정보와 추정재무제표를 포함한 각종 재무적 정보를 입력하는 재무정보, 각 재무적 지표들을 차트로 요약하는 재무차트, 미래의 현금흐름을 중심으로 신기술의 가치를 산정하는 NPV분석, 블랙-숄츠 실물옵션 모형을 이용하여 신기술의 가치를 실물옵션모형을 통하

여 산정하는 옵션모델, 기술의 이진료를 계산하기 위한 절차와 서식을 포함하고 있는 이진료 산정과 각 메뉴상의 주요화면을 저장할 수 있는 메뉴로 구성되어 있다.



<그림2> 신기술가치평가 시스템의 초기화면

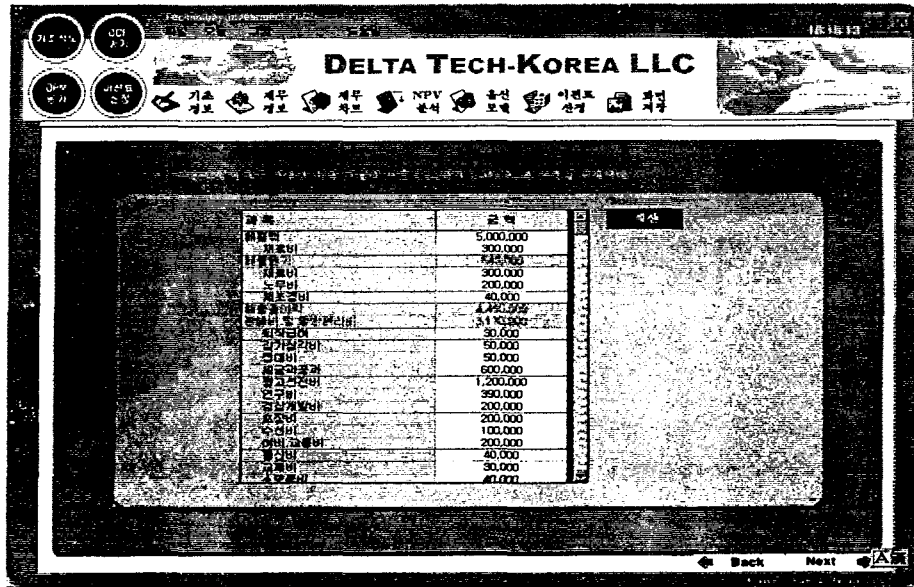
<그림3>은 시장 생명주기 모형에 활용할 정보를 입력하는 화면이다. 경쟁자의 수와 경쟁 정도는 신기술의 가치를 객관적으로 평가하기 위한 주요한 환경정보이다. 이것은 경쟁자가 없는 경우와 있는 경우의 두개의 범주로 나누어지고 다시 개발사가 업계의 선도인 경우, 두 번째인 경우, 후발업체인 경우의 3개의 범주로 나누어지며 다시 후발사가 다수인 경우와 소수인 경우의 2개의 범주로 나누어져서 세분화된 시장환경을 평가할 수 있도록 되어 있다. 또한 경쟁우위를 기술적 경쟁우위와 전략적 경쟁우위로 나누고 전략적 경쟁우위의 항목을 생산능력, 재무능력, 영업능력 등 11개 항목을 두어 평가하게 하였으며 기술적 경쟁우위의 경우에도 기술적 진입장벽의 정도, 첨단화 수준 등 8개의 항목을 평가하여 점수화 하도록 되어있다.

또한 시장의 성숙도도 신기술의 가치와 밀접한 관련을 갖는다. 따라서 신기술이 사용될 제품 및 시장의 생명주기를 평가하는데 생명주기는 5개의 단계로 구성되어 있고 도입기, 성장기, 성숙기, 정체기, 쇠퇴기 중 현재 어느 단계에 있는지를 평가하고 시작 시점으로부터 다음 단계까지 걸리는 시간을 년단위로 추정하게 되어있다. 또 직관적으로 기술 및 상품의 수요가 포화지점까지 도달하는데 걸리는 총 시간을 년단위로 입력하도록 되어있다.



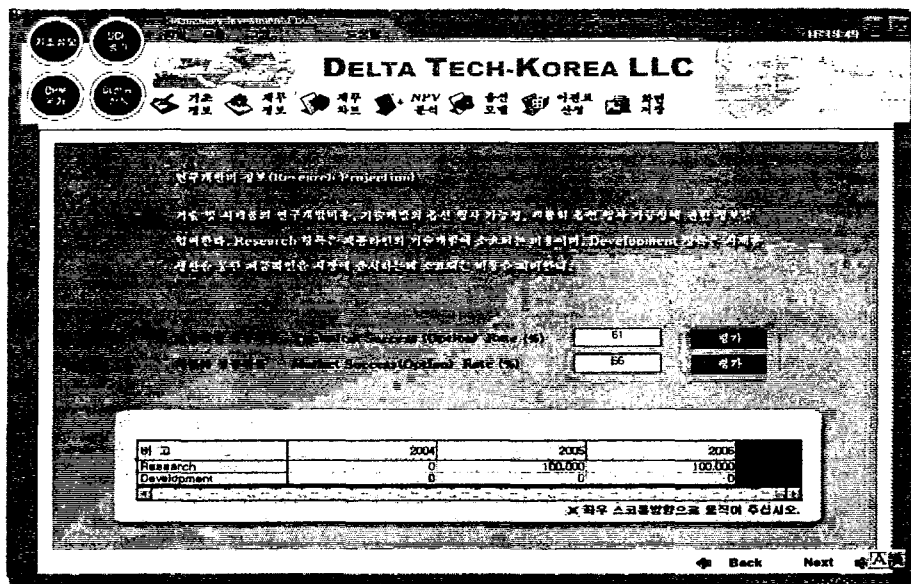
<그림3> 전략적 및 기술적 경쟁수준을 평가하는 화면

<그림4>는 신기술의 개발에 소요되는 비용과 개발단계에서 파생적으로 생길 수 있는 수익의 정보를 입력하는 화면이다. 신기술 개발의 초기는 투자기간이기 때문에 기대할 수 있는 수익이 거의 없다. 따라서 연구비, 경상개발비와 같은 R&D비용과 회사운영을 위하여 필요한 최소한의 관리비가 사용된다. 그러나 기술개발의 착수년도를 지나면서 파생적인 수익이 발생할 수도 있고 기술의 임대 및 파생기술의 활용이 가능해질 수 있다. 이러한 내용의 수익과 비용을 계산이 <그림4>의 화면에서 이루어지는데 기준년도를 중심으로 향후 신기술이 개발완료되고 상품화가 이루어져서 시장에서의 본격적인 판매가 이루어지는 시점까지의 수익과 비용을 계산하도록 구성되어 있다. 만약 아직 신기술개발이 착수되지 않았거나 상품화가 이루어지지 않았을 경우에는 사례기반추론을 활용한 유사기술의 수익과 비용 혹은 산업평균 수익 및 비용을 활용할 수 있다.



<그림4> 수익 및 비용을 파악하기 위한 손익계산서를 작성하는 화면

<그림5>는 기술개발의 옵션행사 가능성, 제품화의 옵션행사 가능성 및 연구비와 개발비용을 기입하는 화면이다. 개발 기술의 옵션행사 확률은 연구개발 및 제품화역량에 관한 지표들을 통하여 산출된다. 즉, 신기술개발 성공실적, 기술개발자의 유사기술 개발경험, 개발인력의 관리경험 등 9가지 지표를 10점 척도로 평가하여 계산하며 각 항목들의 가중치는 다른 값을 갖는다. 또한 제품화 성공확률은 제품 생산설비 및 원자재 관리, 생산관리 및 품질관리, 신상품 개발경험 및 영업 및 마케팅 경험 등 9개의 지표를 10점척도로 평가하여 확률값으로 지수화한다.

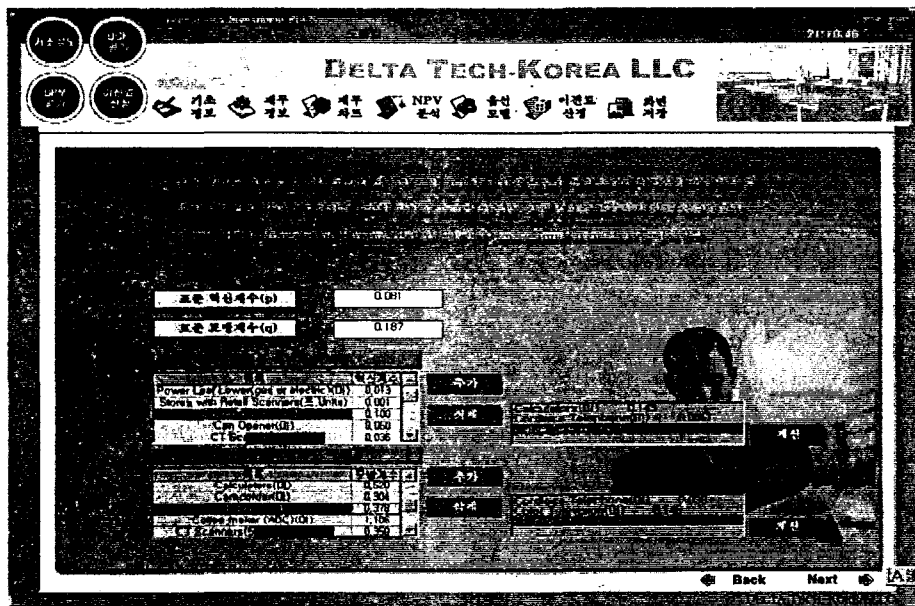


<그림5> 연구의 비용과 성공확률을 계산하는 화면

<그림6>은 본 연구에서 제시한 사례기반추론을 활용한 Bass모형을 이용하여 신기술의

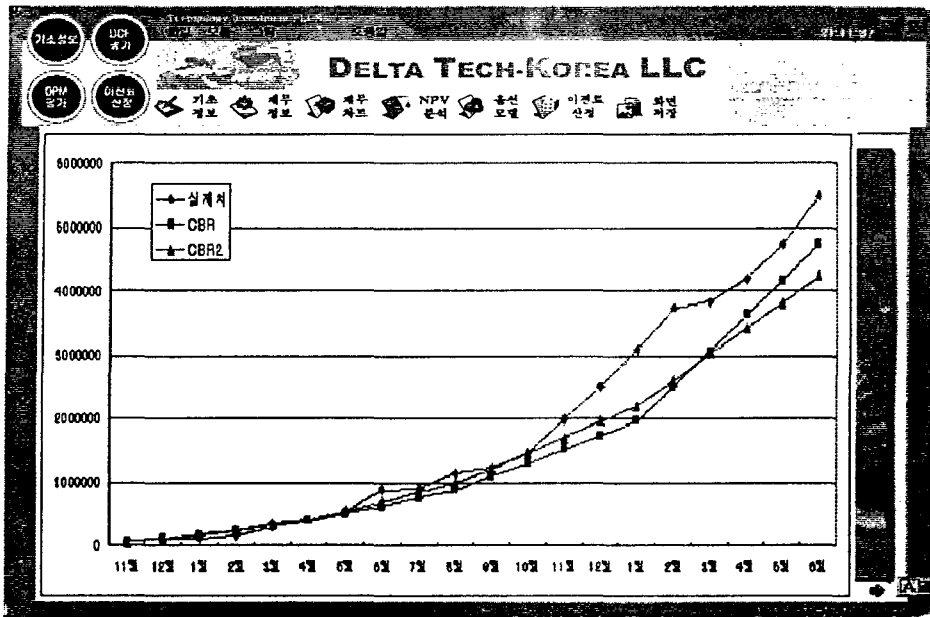
수요를 예측하는 화면이다. 이때 모방계수와 혁신계수는 신기술의 환경적, 기술적, 경험적 유사도를 바탕으로 가장 유사한 기술들의 혁신계수와 모방계수가 파라미터 데이터베이스로부터 추출되는데 이때 유사도를 측정하기 위하여 사용된 속성들은 초기가격 수준, 잠재시장의 규모, 지각된 침단의 정도, 구전효과가 수요에 미치는 영향의 크기, 광고가 추가 수요에 영향을 미치는 정도 등이 사용된다. 신기술의 내적 속성요인의 유사도와 외적 환경요인의 유사도가 함께 고려되어 종합적인 신기술의 유사도가 평가된다.

또한 유사한 몇개 기술의 파라미터를 결합하여 사용할 수도 있고 산업평균과 비교하여 사용할 수도 있다. 데이터베이스에는 한국과 미국시장에서 실증적으로 분석된 파라미터값들이 산업 및 업종별로 저장되어 있다.



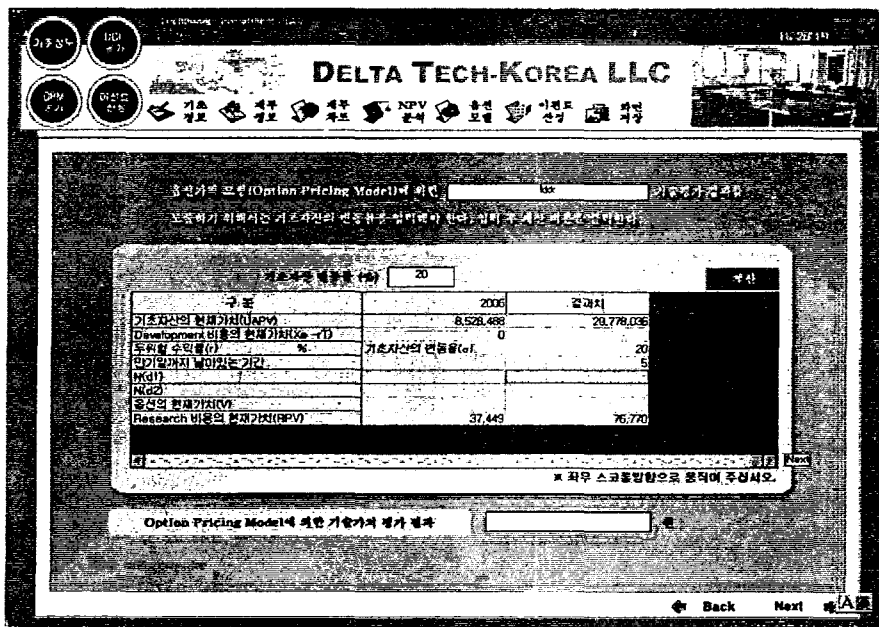
<그림6> 신기술을 이용한 상품의 수요예측모형 적용화면

<그림7>은 본 연구에서 제안한 사례기반추론을 활용한 Bass모형을 활용하여 월별로 신기술의 수요를 예측한 결과이다. 분석된 결과는 ADSL기술의 수요를 예측한 결과로서 11월부터 차기년도 6월까지 예측이 이루어져있다. 실제치와 비교했을 때 마지막 부분에서 수요가 약간 과소평가된 결과를 보여주었지만 실제치가 전혀 없이 예측한 수요의 예측결과로서 의미는 충분히 있다고 할 수 있겠다.



<그림7> 사례기반추론 모형을 이용한 수요예측 결과를 엑셀로 표현한 그래프

<그림8>은 기초자산의 현재가치, 개발비용의 현재가치, 무위험 수익률, 만기까지 남아 있는 기간, 옵션의 현재가치, 개발비용의 현재가치 등의 이미 입력된 정보를 기초로 기초자산의 변동률을 기입하여 실물옵션 가격결정모형에 의한 신기술가치를 평가한 결과를 화면으로 표현한 것이다.



<그림8> 실물옵션모형을 이용하여 신기술의 화폐적 가치를 계산한 결과화면

이후의 전개과정은 파생상품에 대한 옵션가격결정 과정이 전개된다. 이것은 앞 단계에서 이미 제시했던 상품개발비용을 성공확률과 개발기간 등을 고려하여 결정한 다음 다시 실물

옵션가격결정모형에 의해 파생상품의 가치가 계산된다. 이러한 파생상품도 신기술을 개발함으로써 얻어지는 부가가치인 만큼 신기술가치 평가에 포함되어야 한다. 또 이렇게 산출된 신기술의 화폐적 가치는 기술이전 실현율을 곱하여 기술이전 가능금액을 산출하게 되는데 기술이전실현율은 기술진부화율, 기술활용시 기술장애, 기술활용시 시장장애, 추가적 연구개발, 기술이전의 충족성 등의 요인들을 고려하여 산정된다.

## V. 결론

많은 자본이 소요되는 신기술의 투자와 개발을 위해서는 많은 자금이 필요하다. 이때 주로 외부자본금의 유입이나 금융기관을 통한 기술 담보대출 등이 많이 이루어진다. 이러한 기술의 가치를 평가하는 방법에는 NPV법, IRR법, 현재가치지수법, 현금할인법, 자금회수기간법, Brack & Shores의 옵션가격결정모형 등이 있다. 이들 평가모형은 한결같이 수익예측과 수요예측은 항상 신뢰할 수 있고 타당하다는 가정 하에서 이루어진다.

그러나 실망스럽게도 신기술개발을 위한 투자결정이나 신기술가치의 평가는 기술개발의 위험, 상업화의 위험, 가격변동, 시장점유율, 제품성장률 등 수 많은 변수가 복잡하게 작용하며 장기간의 예측으로 정확한 예측은 불가능에 가깝다.

본 연구는 장기간의 수요와 수익의 보다 정확한 예측에 도달하기 위하여 사례기반추론과 컨조인트분석을 이용한 새로운 형태의 Bass확장모형을 제안하였다. 특히 본 연구에서 제안된 모형은 제품의 속성에 대한 정보가 모형에 포함되고 가격, 브랜드가치, 상품의 특성 등 본질적인 가치와 상품선택의 위험과 같은 소비자가 구매과정에 영향을 받을 수 있는 요인들을 모형에 반영시켰다. 이를 위하여 본 연구는 컨조인트분석과 사례기반추론을 이용한 Bass 확장모형의 결합을 제안하였다.

또한 또한 본 연구가 새롭게 제시하는 기법과 새롭게 재무분석 분야에서 연구되고 있는 성장옵션 모형을 활용한 신기술 가격결정 시스템을 개발하였다. 이 두 가지 시스템을 통하여 신기술의 마케팅적 관점, 재무적 관점, 시스템적 관점을 모두 파악할 수 있으며 보다 객관적이고 과학적이며 예측정확도가 높은 신기술의 화폐적 가치를 산출할 수 있게 될 것이다.

## 참고 문헌

- [1] 김선경(1995), "신규 통신 서비스 수요 예측 방법에 관한 연구", 석사학위논문, 한국과학기술원.
- [2] 박기남(2000), "인터넷 수요예측 방법론에 관한 연구", 2000년도 하계 경영관련통합학술대회 발표논문집, 135-142.
- [3] 이명호외 5명(1998) 통신서비스시장의 현황과 전망, 정보통신정책연구원



- [4] 한국인터넷정보센터 운영월보 (www.krnic.or.kr)
- [5] 황규승(2001), “기술 가치평가 기법과 연구방향”, 경영학연구, 제30권, 제2호, pp.451-473.
- [6] Bass, F.(1969), “A New Product Growth Model for Consumer Durables,” Management Science, Vol.15, No.5, pp.215-277.
- [7] Bayus, B.(1992), “High-Definition Television : Assessing Demand Forecasts for a Next Generation Consumer Durable,” Management Science, 39(11), 1319-1333.
- [8] Horsky, D. and L. Simon(1983), “Advertising and the Diffusion of New Products,” Marketing Science, Vol.2, No.1, pp.1-17.
- [9] Kalish, S.(1985), “A New Product Adoption Model With Price, Advertising, and Uncertainty”, Management Science, 31(12), 1569-1588.
- [10] Lilien, G. L., Kotler, P and K. S. Moorthy(1992), *Marketing Models*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [11] Venables, W.N and B. D. Ripley(1997), *Modern Applied Statistics with S-PLUS*, Springer, 2nd Edition.