

AR-QC DEA모형을 이용한 신제품 시장 모의테스트 메커니즘에 관한 연구

백철우* · 이정동** · 김태유***

<목 차>

Abstract

I. 서론

II. 이론적 배경

1. 기존의 신제품개발 과정
2. Hedonic을 이용한 신제품개발

III. DEA

1. QC-DEA
2. AR-QC-DEA

III. AR-QC-DEA를 이용한 신제품 개발과정

IV. 실증연구

V. 결론

참고문헌

* 서울대학교 기술정책대학원 과정 석사과정 (yorke@dreamwiz.com)

** 서울대학교 기술정책대학원 과정 조교수

*** 서울대학교 기술정책대학원 과정 교수

Abstract

신제품 개발과정에 대한 전반적인 흐름에 대해서는 기존의 연구가 다양하게 이루어져왔으나 구체적으로 어떠한 방법론이나 도구를 사용하여 시행하는가에 대해서는 논의가 미미하였다. 따라서 본 연구에서는 신제품 개발시 시장에서 생존가능한 제품속성과 가격을 결정하는 방법으로 계량경제학적 헤도닉 방법론을 대체할 DEA 모델을 제안하고자 한다. 제품속성과 가격이 이루는 곡면이 유연하게 형성되도록 QC-DEA를 사용하고 거기에 제품속성에 대한 소비자의 선호체계를 반영하기 위하여 AR을 도입하여 AR-QC DEA라는 모델을 만들었다. AR-QC DEA는 모수적 방법론의 한계를 극복할 뿐만 아니라 제품마다 다른 잠재가격을 제시하기 때문에 신제품 개발시 제품속성과 가격의 조합에 대해 많은 정보를 제공해 줄 수 있고 또한 그렇게 만들어진 신제품이 과연 시장에서 생존할 수 있는가를 손쉽게 모의테스트 할 수 있다. 마지막으로 노트북 컴퓨터 제품에 대한 AR-QC DEA의 실증연구를 통해 AR-QC DEA가 충분한 현실설명력을 가짐을 볼 수 있다.

1. 서론

기업에 있어서 신제품 개발과정이 얼마나 효율적으로 운영되는지, 신제품이 시장에서 얼마나 성공하였는지의 여부는 기업의 경쟁력과 사활을 결정할 수 있는 중요한 사항이다(Dwyer & mellor, 1991). 시장에는 매일 수많은 신제품들이 쏟아지고 있지만, 그 중의 대부분은 몇 달을 버티지 못하고 시장에서 사라지고 만다. 이는 출시된 신제품의 제품특성과 가격의 조합이 소비자가 요구하는 그것과는 거리가 멀기 때문이다. 따라서 신제품 개발에 있어서 소비자의 요구에 부합하는 제품특성과 가격의 조합을 찾는 것이 무엇보다도 중요하다.

그러나 기존의 신제품 개발과정에 대한 연구는 신제품 개발과정의 단계를 분류하고 이를 모형화하는데 머물 뿐 실제 개발과정에서 전반적으로 사용될 수 있는 방법론이나 도구의 개발에 대해서는 깊은 논의가 진행되지 못하였다. Maylor (2001)은 신제품 개발과정의 통합에 있어서 가장 핵심적인 요소가 도구(tool)와 기술(techique)임을 강조하였다. 이렇듯 기업에게 있어서 자신들의 제품이 얼마나 경쟁력이 있는지 평가하고 신제품의 제품속성과 가격에 대한 정보를 제공하며 더 나아

가 신제품이 과연 시장에서 생존할 수 있는지를 테스트할 수 있는 방법론을 개발하는 것이 중요하며 바로 이것이 본 연구의 목적이 되는 것이다.

가격과 제품특성간의 관계를 요약한 헤도닉 가격함수가 이에 대한 한가지 대안으로 가능하지만, 헤도닉은 모수적 분석방법이 가지는 specification error의 한계를 극복할 수 없을뿐더러, 모든 제품에 대해 동일한 잠재가격을 부여한다는 단점을 가진다.

방법론적 관점에서 볼 때 계량경제학 접근법보다는 비모수적 분석방법인 DEA(Data Envelopment Analysis)가 더 많은 분석의 장점을 가지므로 DEA를 사용하는 것이 바람직하나, 제품속성에 대해서 가격곡면이 반드시 볼록하다고 할 수 없기 때문에 생산가능집합의 볼록성(convexity)을 가정한 CCR이나 BCC같은 일반적인 DEA 모형은 분석에 사용할 수 없고 반면에 생산가능집합의 볼록성 가정을 배제한 FDH(Free Disposal Hull) 모델은 제품속성과 가격의 곡면을 나타낼 수는 있으나 finite sample error라는 치명적인 약점을 가지므로 이 모델 또한 적절치 않다. 이에 대한 절충안으로서 생산경계의 준오목성만을 가정한 QC-DEA(Quasi-concave DEA)가 가능한데(Dekker & Post, 2001), QC-DEA는 제품속성과 가격이 이루는 경계를 부드럽게 연결시키면서 finite sample error를 피할 수 있다는 장점이 있지만, 분석과정에서 소비자의 욕구와 선호를 반영할 수 없고, 제품속성을 나타내는 수치가 다양하지 못할 경우 변별력(discriminating power)이 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 하지만 AHP>Analytical Hierarchy Analysis)을 이용하여 각 제품속성에 대한 가중치를 구할 수 있고 이를 이용하여 QC-DEA에 AR(Assurance Region)을 결합함으로써 이러한 문제점들을 해결할 수 있다.

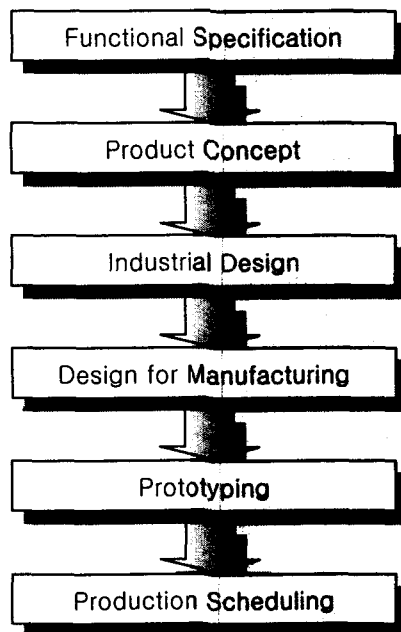
AR과 QC-DEA를 결합한 모델을 이용하여 제품속성과 가격의 벡터로 이루어진 제품들이 소비자들의 욕구를 반영하는데 있어 얼마나 효과적인지 측정가능하게 되고, 어떠한 제품속성을 가진 신제품이 얼마의 가격을 책정하여야 시장에서 살아남을 수 있는지, 또는 어떤 가격대의 제품은 어느 정도의 제품속성을 지녀야 하는지에 대한 정보를 얻을 수 있게 된다.

이후의 본 논문에서는 기존의 신제품개발 과정 및 헤도닉을 이용한 신제품 개발 과정을 간략히 살펴보고, QC-DEA와 AR 모델에 대한 이론적 논의를 통해 AR-QC DEA 모델의 특징을 살펴보고자 한다. 그리고 AR-QC DEA 모델을 한국의 노트북 컴퓨터 제품들에 직접 적용시켜봄으로써 어느 정도의 현실설명력을 가지는지 확인하고 보완점 및 향후 연구방향등을 살펴보고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 기존의 신제품개발 과정

지금까지 신제품 개발(New Product Development, NPD) 과정에 대한 많은 연구들이 수행되어 왔고 이에 대해 많은 모델들이 존재하는데 80년대 까지의 모델들은 대부분 <그림 1>의 분류에서 크게 벗어나지 않는다.



< 그림 1 > 신제품개발의 일반적인 과정 (Ulrich and Eppinger, 1995)

Mahajan과 Wind(1992)는 Fortune 500대 기업 중 69개 기업을 대상으로 한 연구에서 이들 기업이 신제품 개발과 관련하여 전형적으로 거치는 10단계를 제시하였다.

- ① 신제품 아이디어 창출
- ② 신제품 개념 선별
- ③ 개념개발시험을 위한 세부시장연구
- ④ 전략을 위한 세부시장연구

- ⑤ 사업성 및 재무분석
- ⑥ 시제품개발
- ⑦ 제품고객시험
- ⑧ 시제품을 이용한 사전시장규모예측
- ⑨ 시장시험 및 시험판매
- ⑩ 출시계획수립

Mahajan과 Wind의 연구결과에 따르면 모든 기업이 이와 같은 10단계의 신제품 개발과정을 수행하지는 않지만 시제품개발과 사업성 분석과정은 대부분의 기업에서 시행되고 있다. 하지만 시제품개발과 사업성 분석과정에서 널리 사용되는 강력한 방법론이나 도구가 없다는 점이 기업들간의 편차를 유발하고 이것이 궁극적으로는 시장에서 어떤 기업이 살아남는가를 결정하게 된다.

Rothwell(1992)은 신제품개발에 있어서 접근방법의 다양성에 주목을 하였고, < 표 1>과 같이 신제품개발과정의 진화과정을 5단계로 분류하였다.

<표 1> 신상품 개발의 5세대 모형 (Maylor, 2001)

Generation	Process	Emphasis
First : Technology push	Simple, linear sequential	Research & Development
Second : need pull	Simple, linear sequential	Marketing
Third : coupling model	Sequential with feedback	Integration at the R&D : marketing interface
Fourth : integrated model	Parallel development with integrated teams	Horizontal collaboration between R&D and operation
Fifth : systems integration & networking model	Fully integrated parallel development	Corporate flexibility and speed of development

하지만 Maylor(2001)은 5세대 모형은 미래의 시나리오로 아직 널리 받아들여지지 않았고, 아직까지는 4세대 integrated model이 가장 설득력이 있다고 보았다. integrated model은 디자인, 제조, 서비스 등의 공정에서 통합이 발생한다고 보는 것인데, Maylor는 이러한 통합을 관리하는 핵심요소가 바로 도구(tool)와 기술

(technique)의 사용임을 주장하였다.

이렇듯 신제품개발에 관한 전체적인 흐름에 대해서는 다양하고 깊은 논의가 진행되었음에도 불구하고 정작 중요한 신제품 개발과정 전반에 사용될 수 있는 적절한 방법론이나 도구가 없는 것이 현실이다. 다시 말해서 실제 기업들에게 현재의 자신들의 제품이 얼마나 시장에서 경쟁력이 있는지 평가하고 이를 토대로 신제품의 제품속성과 가격을 결정하며 더 나아가 이를 모의테스트 할 수 있는 방법론을 개발하는 것이 무엇보다도 중요하고 바로 여기에 본 연구의 목적이 있는 것이다. 이를 위해서는 현재 시장에 있는 제품들에 대해 제품속성과 가격으로 이루어진 곡면을 구하여야 하는데 다음에 설명할 헤도닉 연구법이 이에 대한 대안 중 하나가 될 수 있을 것이다.

2. 헤도닉을 이용한 신제품개발

Lancaster(1971)는 제품의 질을 고려한 수요이론을 발전시켰고, 이를 토대로 Rosen(1974)은 제품의 질에 대한 수요와 공급의 균형을 토대로 헤도닉 함수를 도출하였다.

헤도닉 이론은 제품의 가치를 효용에 영향을 미치는 속성들로 나타낼 수 있다는 가설로부터 출발한다. 제품속성들의 집합을 $z=(z_1, z_2, \dots, z_n)$ 이라고 할 때, 가격을 종속변수로, 제품속성을 독립변수로 생각하여 제품의 가격을 헤도닉 가격함수 $p(z)$ 로 나타낼 수 있다(Tiptlett, 1987). Freeman(1994)은 헤도닉 가격모형의 함수적 형태는 다양한 주택시장의 헤도닉 가격 구조를 반영할 수 있기 때문에 헤도닉 가격모형에서 함수적 형태는 무관함을 주장하였고, 실제적으로도 헤도닉 함수의 형태에 대해서는 별다른 이론적 제약없이 주로 식(1)과 같은 형태로 계량경제학적 방법론을 이용하여 각각의 계수를 결정함으로써 헤도닉 가격함수를 추정한다.

$$\ln P_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j z_{ij} + u_i \quad (1)$$

여기서, P_i 가 i 제품의 가격이고, β_j 가 잠재가격의 크기를 결정하는 회귀계수이다. 신제품의 속성을 식(1)에 대입함으로써 어떠한 제품속성을 가지는 신제품에 어느 정도의 가격을 책정하는 것이 적절한지에 대한 정보를 얻어낼 수 있고, 또한 잠재가격을 나타내는 계수(β_j)들을 통해서 기존의 제품속성을 한 단위 변화시키는데

대하여 얼마큼 가격을 변화시킬 수 있는지를 알 수 있다.

기술주도에 의한 품질변화가 중요시되는 첨단제품 시장에서는 기술진보는 같은 제품을 더 낮은 비용과 가격으로 생산 가능하게 한다(Abernathy, 1978). 그러나 식 (1)의 static hedonic은 이러한 효과를 반영하지 못하므로, 헤도닉 함수가 시간에 따라 이동하는 것을 식(2)와 같이 year-specific intercept로서 식에 포함시킨다 (Baltas et al, 2001)

$$\ln P_{it} = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_{ij} + \delta_t + u_{it} \quad (2)$$

여기서 δ_t 가 t년도의 절편이 되고, 이전의 절편 β_0 는 reference time period를 나타낸다.

그러나 헤도닉 가격함수를 통해 형성된 곡면은 경계(frontier)가 아닌 평균점의 개념이기 때문에 기존의 제품들이 얼마나 효율적인지에 대한 정보를 얻을 수 없고, 또한 모수적 분석방법의 한계점인 specification error를 피할 수 없다. 그리고 모든 제품들이 동일한 잠재가격 β_j 를 가진다는, 즉, 제품속성 한 단위 변화가 가격에 미치는 영향이 모두 동일하다는 것은 지나친 가정일 수 있다. 예컨대, 노트북 컴퓨터에 있어서 고가의 제품을 사용하는 소비자는 가격에 크게 구애받지 않고 제품사양에 관심을 가질 것이므로 그런 소비자가 DVD drive 설치에 대해 느끼는 잠재가격이 저가의 제품을 소비하는 소비자에 비해 클 것임을 생각할 수 있다.

따라서 모수적 분석방법의 한계를 피하고, 제품의 효율성 측정을 가능하게 하며 각각의 제품마다의 다른 계수를 부여하기 위한 대안으로 DEA가 적절할 것이다.

III. DEA

1. Quasi-concave DEA (QC-DEA)

DEA는 투입과 산출을 통해 각 DMU(Decision Making Unit)들의 효율성을 측정하는 방법론으로서 CCR, BCC, FDH(Free Disposal Hull) 모형들이 이에 속한다. CCR 모형(Charnes et al. 1978)은 생산가능집합이 선형동차성을 가진다는 가정하에서 등장한 최초의 DEA 모델이며, 여기에 선형동차성 가정 대신 생산경계의 오목성을 가정한 BCC 모형(Banker et al. 1984)이 등장하였다. 그 후 효율성 측정은

오직 관측점들에 의해서만 이루어져야 한다는 동기에서 출발하여 FDH (Deprine et al.1984)모형이 만들어졌으며 이 모형은 자유가처분성(Free disposability)이라는 최소한의 가정하에서 효율성을 측정한다.

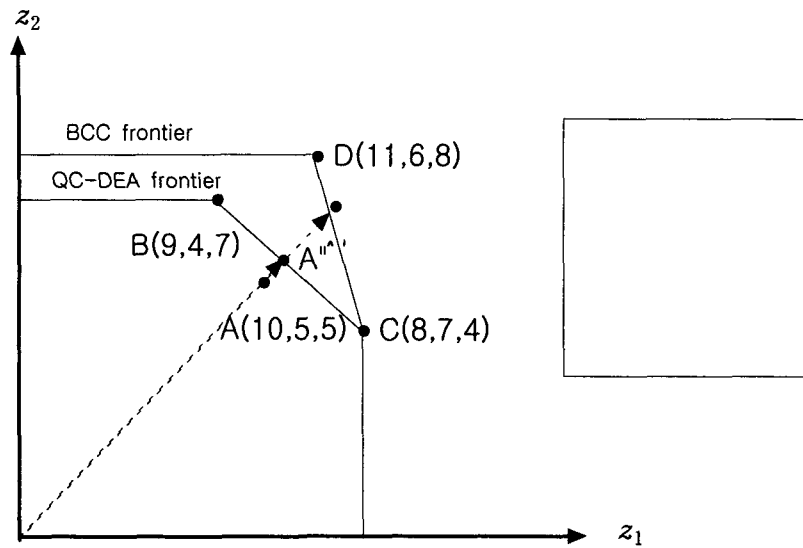
그러나 FDH 모형은 실제관측치에 의해서만 효율성을 평가하기 때문에 표본의 수가 아주 크지 않은 한 finite sample error를 가질 수 밖에 없다. 반면에 BCC, CCR 모형은 생산기술에 제약을 가하였기 때문에 specification error를 가지게 된다. 이러한 finite sample error와 specification error 사이에서 절충한 모형이 Quasi-concave DEA(QC-DEA)모형이다(Dekker & Post, 2001). 하지만 원래의 QC-DEA 모형은 투입기준으로 세워져 있었으나, 본 논문에서는 가격과 제품속성간의 관계에서 가격을 투입으로, 제품속성을 산출로 간주하는 것이 직관적이므로 식(3)에서처럼 산출기준 모형으로 QC-DEA 모형을 나타내었다. 식(3)은 생산경계가 준오목할 때, 현재의 가격으로 제품속성간의 비율을 유지한 채 제품속성을 최대한 얼마만큼 증가시킬 수 있는지를 나타내고, $\theta=1$ 이면 현재의 제품이 효율적임을, $\theta>1$ 이면 비효율적임을 의미하고 그 크기가 클수록 비효율성이 커진다.

$$\begin{aligned}
 & \max \theta \\
 & \text{s.t. } \theta z_o \leq Z\lambda \\
 & \max_{j \in D, \lambda_j > 0} p_j \leq p_o \\
 & \sum_j \lambda_j = 1, \quad \forall j \in D \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad \forall j \in D \qquad (3)
 \end{aligned}$$

여기서 $z=(z_1, z_2, \dots, z_m)$ 는 각 제품의 속성을 나타내는 벡터이고, p 는 제품 가격 그리고 $D=\{1, \dots, n\}$ 는 데이터 집합을 나타낸다. QC-DEA와 BCC 모형의 가장 큰 차이점은 $p_o \geq P\lambda$ 항이 $\max_{j \in D, \lambda_j > 0} p_j \leq p_o$ 으로 대체되었다는 것인데, 이는 reference set을 자신의 가격보다 작거나 같은 DMU에서 찾겠다는 것을 의미한다. QC-DEA가 FDH나 BCC와 어떻게 다른지 간단한 예를 들어 살펴보자.

(p, z_1, z_2) 로 표현되는 4개의 제품 A(10,5,5), B(9,4,7), C(8,7,4), D(11,6,8) 중에서 A의 효율성을 측정한다고 하자. A는 B, C, D 어느 제품들로도 dominated되지 않기 때문에 FDH의 관점에서는 효율성이 1이 나오게 된다. 그러나 산출기준 BCC에서는 C,D가 reference set이 되고 projection point는 A'이 되어 효율성은 1.28이 된다. 그러나 QC-DEA에서는 A보다 가격이 낮은 B,C가 reference set이

되고 projection point는 A"이 되어 효율성은 1.10이 된다.



<그림 2> QC-DEA와 BCC의 비교

가격곡선이 제품속성에 대해서 반드시 볼록하다고 할 수 없기 때문에 생산가능 집합의 볼록성을 가정한 BCC 모형은 본 연구에 적합하지 않다. 반면에 QC-DEA는 이러한 볼록성 대신 준오목성만을 가정한 것이기 때문에 BCC 모형보다 훨씬 유연하게 곡면을 형성할 수 있고, FDH 모형이 가지는 finite sample error을 피할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

그러나 QC-DEA를 제품가격과 제품속성에 대한 분석에 그대로 사용하기에는 무리가 있다. 대부분의 경우 제품속성을 나타내는 수치들이 다양하지 못하기 때문에 여유변수를 고려하지 않는 QC-DEA 모형에서는 대다수 제품들의 효율성이 1의 값을 가지게 될 확률이 높다¹⁾. 또한 소비자는 각 제품속성에 대해 다른 중요도를 부여하기 때문에 QC-DEA만을 사용하게 되면 이러한 소비자의 욕구라는 측면을 고려하지 못하는 한계점을 가지게 된다. 따라서 이러한 문제점들을 극복하기 위한 대안으로 다음에 살펴 볼 AR(Assurance region)이 적절하다.

2. AR-QC-DEA

1 노트북의 경우, 실제로 RAM은 64MB나 128MB 둘 중에 하나의 값을 가지고 LCD의 크기도 12.1, 13.3, 14.1 inch 중 하나의 값을 취한다. 다른 제품속성들도 비슷한 경향을 가지는데 이는 제품속성에 대한 연구에서 흔히 나타나는 현상이다.

비효율적인 DMU에 대한 DEA 분석시 최적의 가중치 (v_i^*, u_j^*) 는 0의 값을 가지는 경우가 많다. 또한 투입물과 산출물 별로 가중치가 크게 차이가 나는 경우가 존재하는데 이러한 문제의식으로부터 출발한 것이 AR(Assurance Region) 방법론이다. AR이란 이름은 가중치의 영역을 특정한 영역으로 제한한다는 의미에서 붙여진 것이다(Cooper et. al., 1999).

먼저 식(4)와 같이 m 가지 제품의 가중치의 비율에 대한 하한과 상한을 구해야 한다²⁾.

$$\begin{aligned}
 u_r L_{1,r} &\leq u_1 \leq u_r U_{1,r} & (r=2, 3, \dots, m) \\
 u_r L_{2,r} &\leq u_2 \leq u_r U_{2,r} & (r=3, 4, \dots, m) \\
 &\dots\dots \\
 u_m L_{m-1,r} &\leq u_{m-1} \leq u_m U_{m-1,r} & (4)
 \end{aligned}$$

AR은 식(4)를 CCR이나 BCC의 쌍대모형의 제약식에 추가시킴으로써 실행시킬 수 있는데, AR을 통해서 합리적인 수준을 벗어나는 극단적인 가중치가 나오는 것을 피할 수 있고, 변별력(discriminating power)이 높아지는 장점을 가질 수 있지만, 가중치의 비율의 상한과 하한을 합리적 근거하에서 결정하는 노력이 수반된다.

본 논문에서는 제품속성과 가격간의 유연한 곡면을 표현하기 위해서 CCR이나 BCC 대신 QC-DEA를 사용하므로 식(1)의 QC-DEA의 원형모형을 쌍대모형으로 바꾼 후 식(4)의 제약식을 $Qu \leq 0$ 의 형태로 첨가시켜야 하는데 이를 식(5)에 나타내었다.

$$\begin{aligned}
 \min \quad & \theta \\
 \text{s.t.} \quad & z_o u = 1 \\
 & -u z_j + v_j (p_j - p_o) + \theta \geq 0, \quad \forall j \in D \\
 & Qu \leq 0 \\
 & v_j \geq 0, \quad \forall j \in D \\
 & u \geq 0 \quad \forall j \in D \quad (5)
 \end{aligned}$$

2 AHP (Analytical Hierarchy Process)를 통한 계층구조의 설계 및 평가과정을 거쳐서 소비자들이 제품의 어떠한 속성들을 어느 정도 중요시하는가에 대한 상대적 척도를 구할 수 있는데 이를 가중치의 비율로 사용할 수 있다.

여기서 $u = (u_1, u_2, \dots, u_m)$,

$$Q = \begin{pmatrix} -1 & L_{1,r} & 0 & \dots \\ 1 & -U_{1,r} & 0 & \dots \\ -1 & 0 & L_{2,r} & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \text{이다.}$$

식(5)를 AR-QC DEA이라 부른다. QC-DEA의 쌍대모형은 FDH의 쌍대문제와 유사하게도 $(p_o, z_1, z_2, \dots, z_m)$ 에 대한 평가시 $(v_j, u_1, u_2, \dots, u_m)$ 라는 n 개의 가중치의 벡터가 나오게 된다³⁾.

가격곡면이 제품속성에 대해서 반드시 볼록하다고 할 수 없기 때문에 BCC나 CCR 같은 일반적인 DEA 모형은 적용할 수 없고, QC-DEA 그 자체로 분석을 하게 되면 제품속성을 나타내는 수치들이 다양하지 못함으로 인한 변별력의 문제뿐만 아니라 제품속성에 대한 소비자의 선호를 반영할 수 없다는 한계점을 지니게 된다. 따라서 본 논문에서 제안한 AR-QC DEA는 이러한 문제점들을 해결하면서 헤도닉에서의 계량경제학적 방법론을 대체할 수 새로운 방법론이라 할 수 있다. 또한 계량경제학으로는 모든 제품에 대해 동일한 잠재가격 β_j 를 얻지만 AR-QC DEA는 제품에 따라 다른 잠재가격 pu_j 을 얻을 수 있고, 비모수적 방법론이기 때문에 specification error를 피할 수 있다는 점에서 기존의 계량경제학적 방법론보다 더 우수하다고 할 수 있다.

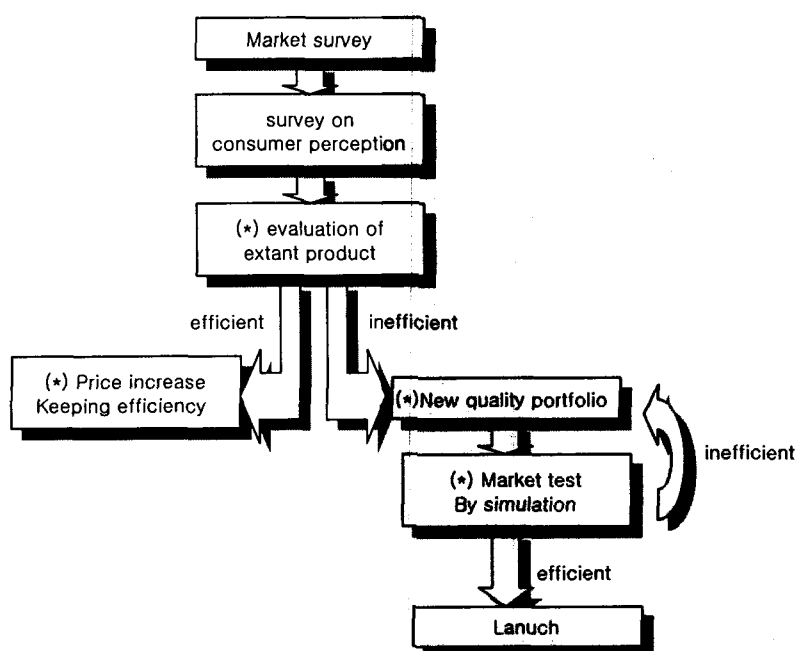
IV. AR-QC DEA를 이용한 신제품 개발과정

AR-QC DEA를 이용하면 가격과 제품속성에 대한 경계를 구할 수 있다는 점에서 신제품개발에 유용하게 이용될 수 있는데 다음과 같은 신제품개발 과정이 가능할 것이다.

시장조사를 통하여 시장에서 어떠한 제품들이 경쟁하고 있는지를 조사한 후 AHP를 이용하여 각 제품속성에 대해 소비자들이 느끼는 중요도를 알아낸다. 그 다

3 Agrell et al. (2001)의 논문에 따르면 FDH의 쌍대모형에 의한 가중치는 u, v 모두 DMU specific한 값을 가지게 된다. 단일산출인 경우는 FDH와 QC-DEA와 동일한 모형이 된다. 이는 투입기준 QC-DEA가 한계생산 변환율 체증의 법칙과 무상처분을 가정하였으나 단일산출인 경우는 한계생산 변환율 자체가 존재하지 않으므로 무상처분만을 가정하게 되고, 따라서 FDH와 동일한 모형이 되는 것이다.

음 AR-QC DEA를 이용하여 자신의 제품의 효율성을 측정한다. 효율적인 제품은 효율성을 해치지 않는 범위내에서 이윤극대화를 위해 가격을 상승시킬 수 있다. 만약 현재의 제품이 비효율적이라면 다른 가격과 제품속성을 가지는 신제품을 출시해야 할 것이고, 이 과정은 AR-QC DEA에서 얻은 가중치에 대한 정보에 근거해서 이루어질 수 있다. 이 신제품이 시장에서 경쟁력이 있는지를 테스트하기 위해 AR-QC DEA를 이용하여 시뮬레이션을 하고 그 결과 효율적인 신제품은 출시하고 그렇지 않은 제품은 가격과 제품속성을 재조정하여야 한다. <그림 3>에서는 이러한 과정을 도식화하였고, (*)를 표시한 단계에서 AR-QC DEA를 적용할 수 있다.



<그림 3> AR-QC-DEA를 이용한 신제품 개발과정

AR-QC DEA를 이용한 신제품 개발의 가장 큰 장점은 AR-QC DEA라는 한가지 방법론을 이용해서 제품의 평가에서부터 신제품 구성, 신제품의 시장성에 대한 모의테스트까지 신제품 개발 전반에 걸친 작업을 수행할 수 있다는데 있다. 특히 AR-QC DEA는 기존의 헤도닉 기법과는 달리 모든 제품에 대해서 다른 잠재가격을 부과하므로 각 제품이 처한 위치에서 신제품에 대한 정보를 줄 수 있고 무엇보다도 신제품이 시장에서 생존가능한지를 손쉽게 시뮬레이션 할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

하지만 AR-QC DEA는 현재의 기술하에서 효율적인 제품속성과 가격을 결정할

뿐 이윤을 극대화하는 제품속성과 가격을 결정하는 것이 아니다. 또한 기존의 제품 속성과 가격곡면으로 나타낼 수 없는 신기술의 경우에는 적용할 수 없다는 것이 한 계점으로 지적될 수 있고, 이러한 점들이 추후 보완해 나가야 할 연구대상이 된다.

V. 실증연구

본 연구에서는 AR-QC-DEA를 노트북 컴퓨터 제품에 적용시켰다. 2001년 8월 시장에서 판매되고 있는 삼성, 삼보, LG-IBM, 컴팩 4개사의 제품 49개를 샘플로 하였고, 투입에는 노트북 가격을, 산출에는 CPU, RAM, HDD, LCD, CD-ROM, DVD, LANcard을 대입하였고 이 중 DVD와 LANcard는 더미변수가 된다.

실제 신제품 개발과정에서는 AHP를 통해서 각 제품속성에 대한 consumer perception을 측정해야 하지만, 여기서는 편의상 노트북 부품의 단위당 시장가격의 비율로서 가중치의 상한과 하한을 결정하였다. 각 제품에 대해서 1번부터 49번까지 숫자를 부여하였고, 이를 식(5)의 AR-QC DEA를 시행시켰을 때 나온 θ 값 순으로 정렬한 것이 <표 2>이다. $\theta=1$ 인 제품은 효율적인 제품이고 $\theta>1$ 인 제품은 비효율적이며 그 수치가 클수록 비효율성의 정도가 크다고 할 수 있다. 그리고 본 실증연구는 2001년 8월 제품들을 대상으로 하였는데 그 제품이 같은 해 11월에 시장에서 사라진 제품들에 대해서는 'X' 표시를 하였다.

그 결과를 살펴보면 효율적이라고 판명된 제품들은 11월달에도 여전히 시장에 존재함을 알 수 있고, 비효율적이라고 판명된 제품 중 10개는 시장에서 사라졌음을 볼 수 있다. 특히 가장 비효율적으로 판명되었던 37, 15번 DMU가 11월에는 시장에서 없어진 것을 통해 AR-QC-DEA를 이용한 제품의 효율성 평가가 어느 정도의 현실설명력을 가지고 있음을 볼 수 있다. 비효율적인 제품들 중 11월에도 존재하는 제품들은 브랜드 이미지, 애프터 서비스, 마케팅 등 분석시 고려하지 않았던 제품속성에서 사라진 제품보다 더 낮기 때문으로 해석할 수 있다.

Abstract

The researches about the general flow of new product development process was achieved in various field. But there was little discussion about the methodologies and tools used in that process. So we suggest new DEA model as the methodology that determines sustainable price and quality attributes and this can substitute econometric hedonic methodology. To make smooth surface composed of quality attributes and price, we use QC-DEA model. Additionally we make AR-QC DEA model by introducing AR to reflect consumer perceptions on quality attributes. AR-QC DEA overcomes the limits of parametric methodology and represents product-specific shadow prices, so it is possible to supply the information about quality attributes and price combination in new product development process and to simulate easily whether new product can exist in the market. Finally by empirical research on notebook computer we can show that AR-QC DEA has the ability to explain market change.

<표 2> AR-QC-DEA 결과

제품	θ	11월 존재여부	제품	θ	11월 존재여부
2	1		16	1.104946	X
5	1		38	1.132628	X
9	1		49	1.139442	
11	1		46	1.143301	
12	1		43	1.144052	X
13	1		10	1.145814	
30	1		6	1.155893	
31	1		39	1.159476	
32	1		3	1.162741	
33	1		26	1.16497	
34	1		36	1.166276	
41	1		19	1.166335	X
42	1		4	1.166393	X
44	1		1	1.17789	X
45	1		22	1.179694	
48	1.013794		20	1.184577	X
27	1.026758		40	1.190683	
14	1.029082	X	35	1.225571	
29	1.032718		23	1.249542	
28	1.057268		25	1.251342	
47	1.063682		8	1.271208	
18	1.073037		24	1.371354	
7	1.086764		37	1.508038	X
21	1.101857		15	1.517852	X
17	1.104477				

계량경제학적 헤도닉 분석과는 달리 AR-QC-DEA는 각 제품속성에 대한 가중치(u_j)가 제품마다 다르게 나온다. 식(4)의 조건식에서 다음과 같은 식이 포함되어 있다.

$$u_1z_1 + u_2z_2 + \dots + u_7z_7 = 1 \quad (6)$$

양변에 가격 p 를 곱하면 식(6)과 같이 된다.

$$pu_1z_1 + pu_2z_2 + \dots + pu_7z_7 = p \quad (7)$$

가격은 제품의 가치를 화폐로 표현한 것이지만, 이는 그 제품을 소비함으로써 얻을 수 있는 이익으로도 해석될 수 있다. 잠재가격이란 어느 제품속성을 1단위 추가 사용시에 얻게 되는 한계수익을 뜻하고 수익이란 기업의 입장에서 제품의 가격과 같으므로 식(8)이 성립한다.

$$\text{잠재가격} = \frac{\partial R}{\partial z_i} = \frac{\partial p}{\partial z_i} = pu_i \quad (8)$$

R : revenue

즉, pu_i 가 잠재가격으로서 그 제품에서 i 번째 제품속성을 한단위 높임으로써 미칠 수 있는 가격의 증가분을 의미한다. 잠재가격과 실제가격은 동일한 제품에 대해서도 다른 것이 일반적이며 경제활동으로 더 많은 이익을 얻기 위해서는 잠재가격이 높은 자원부터 사용하는 것이 효과적이므로 잠재가격이 높게 나온 제품속성을 높여주는 것이 필요하다.

예컨대 24번 제품의 경우는 DVD가 설치되어 있지 않는 제품인데 DVD에 대한 pu_i 값이 32만 천원 정도가 나온다. 이는 DVD의 시중가격인 7만 3천원~24만원보다 높기 때문에 24번 제품에다 DVD를 설치하면 비용보다 더 높게 가격을 설정할 수 있을 것이다. 이를 확인하기 위해 24번 제품에다 DVD를 설치하고 가격을 26만원 추가시켜 다시 AR-QC-DEA로 분석을 하면 효율성이 1.371354에서 1.214882로 변함을 확인할 수 있다. 즉, DVD 설치로 인한 비용의 증가분보다 가격을 더 높였음에도 불구하고 더 효율적인 제품을 만들 수 있다.

이렇듯 AR-QC-DEA로부터 얻은 제품마다 다른 가중치는 신제품 개발에 있어서 어떠한 제품속성에 변화를 주어야 하는가에 정보를 줄 수 있고, 그렇게 만들어진 신제품을 다시 AR-QC-DEA로 시뮬레이션함으로써 시장에서의 경쟁력을 쉽게 체크할 수 있다는 것이 AR-QC-DEA의 강점이라 할 수 있다.

V. 결론

본 연구는 신제품 개발시 발생하는 제품속성과 가격 결정의 문제를 기존의 계량경제학적 해도식 방법 대신에 DEA로서 이를 해결하는데 목적이 있다. AR-QC-DEA를 이용함으로써 모수적 방법론의 한계인 specification error를 피할

수 있고, 잠재가격에 있어서도 제품별로 다양한 정보를 제공해 줄 수 있다는 점에서 계량경제학적 방법론을 대체할 충분한 동기를 가지게 된다.

그러나 더욱 현실성있는 제품의 효율성 평가를 위해서는 브랜드 이미지, 애프터 서비스, 마케팅 등의 간접적인 제품속성 등도 산출에 포함시켜야 하고 표본 수도 더욱 늘려야 한다. 향후 AR-QC-DEA에다 dynamic DEA를 접합시켜 시점간의 제품속성-가격곡면을 비교하는 것도 소비패턴 및 기술의 변화를 분석하는데 유용할 것이다.

참 고 문 헌

- 최원일 , 김상조, "신제품개발전략, 과정 및 구조와 성과의 관계", 기술혁신연구, vol. 6, No. 1, 1998.
- Abernathy, W. J. and J. M. Utterback, "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, June/July, pp.41-47, 1978.
- Agrell, P. J. and J. Tind, " A Dual Approach to Nonconvex Frontier Models", *Journal of Productivity Analysis*, 16, p129-147 2001
- Booz Allen & Hamilton, 『 Management of New Products 』 , Booz Allen & Hamilton, 1968.
- Cooper, W. W., L. M. Seiford, and K. Tone, 『Data Envelopment Analysis』 , Kluwer Academic Publishers, 1999.
- Dekker, D. and T. Post, "A quasi-concave DEA model with an application for bank branch performance evaluation", *European Journal of Operational Research*, 132, pp. 296-311, 2001.
- Deprins, D., L. Simar, and H. Tulkens, "Measuring labour efficiency in post offices", *The Performance of Public Enterprises*. (Amsterdam, North-Holland), pp.243-267, 1984.
- Freeman, A. M., 『The Measurement of Environmental and Resource Values』 , Resources for the Future, 1994.
- Baltas, G. and J. Freeman, "Hedonic Price Methods and the Structure of High-Technology Industrial Markets", *Industrial Marketing Management*, No. 30, pp.599-607, 2001
- Larry and R. Mellor, "New Product Activities and Project Outcomes", *R&D Management*, vol. 21, no. 1, pp.31-42, 1991.
- Mahajan, V. and J. Wind, "New Product Models : Practice, Shortcomings and Desired Improvements", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 9, pp. 128-139, 1992.
- Rosen, S. "Hedonic prices and implicit markets : product differentiation in pure competition", *Journal of Political Economy*, 92, pp.34-55, 1974.
- Triplett, J. E., 『 A Dictionary of Economics 』 , Stockton Press, 1987.
- Ulrich, K. T., S. D. Eppinger, 『 Product Design and Development 』 . McGraw-Hill, 1995.