

수량화방법Ⅲ에 의한 HOQ의 단순화에 관한 연구

이형규* · 이상복**

*(주)풀무원 식문화연구원

**서경대학교 산업공학과

A Study of HOQ Complexity Reduction by Quantification Method of TypeⅢ

Lee, Hyung Kyoo* · Ree, Sang Bok**

*Institute of Food and Culture, Pulmuone Co., Ltd.

**Department of Industrial Engineering, Seokyeong University

Key Words : QFD(Quality Function Deployment), HOQ(House of Quality), Decomposition, Quantification Method of Type Ⅲ

Abstract

QFD(Quality Function Deployment) is design method which is focused to guarantee of quality and function to satisfy for customer's need. QFD are used entire manufacturing, specially new production development and design. HOQ(House of Quality) are important tool of QFD, which is implement that complex function and communications of customer. Actually implementation of HOQ are difficult by HOQ's size. It is well known that complexity of HOQ are exponentially increasing by increasing of HOQ's size. In this Paper, we study of HOQ Complexity reduction by Quantification Method of Type Ⅲ. That method is efficiency and minimize of loss information by reduction HOQ. We give example and prove our suggestion method is better than other methods.

1. 서론

고객만족이 품질경영의 중심에 있으며 제품개발기간의 단축 필요성이 한층 중시되고 있는 환경에서 경쟁력을 갖기 위해서는 시장이나 고객의 요구사항을 신속하고 정확하게 제품 설계과정에 반영하고 설계의 의도

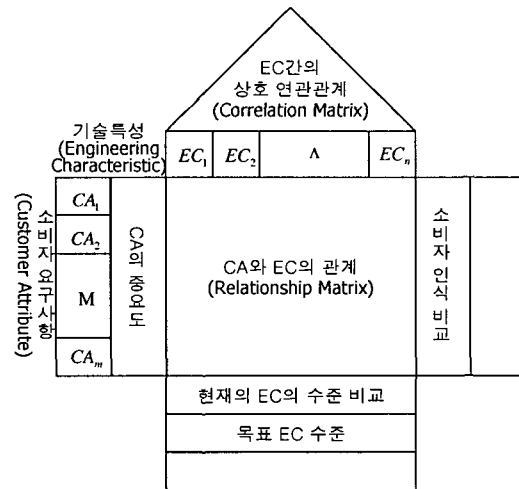
를 제조과정에 왜곡됨이 없이 전달할 수 있어야 한다. 이를 위한 효과적인 수단인 하자가 품질기능전개이다. 품질기능전개(Quality Function Deployment)란 소비자의 요구사항(Customer Attributes, CA)을 제품의 기술 특성(Engineering Characteristics, EC)으로 변환하여, 이를 다시 부품계획, 공

정계획, 그리고 생산계획으로까지 이들간의 관계를 계통적으로 전개하는 것을 말한다. 각 단계별의 전개과정에서는 "HOQ(House Of Quality)"라고 불리는 특수한 형태의 도구를 사용하고 있다.

이 HOQ는 일반적으로 CA(Whats), EC(Hows), 그리고 이들간의 연관관계에 대한 정보를 담고 있다. 고객의 요구가 다양해짐에 따라 대응특성도 세분화되며, 수도 많아질 것이다. 따라서 HOQ의 크기는 점점 커지게 되며 복잡도는 기하급수적으로 증가하게 될 것이다. 그 동안 QFD 실무자들은 많은 노력을 투입하여 HOQ를 작성한 후, 그 복잡성으로 인하여 필요한 분석을 수행하지 못하는 경우가 자주 발생하였다. 실무자들은 이를 해결하기 위해서 상대적으로 중요도가 낮다고 판단되는 것을 삭제하여 분석하였는데, 이는 HOQ에 수록된 CA와 EC들이 복잡하게 연관되어 있다는 사실을 고려해보면, 매우 그릇된 결과를 산출할 가능성이 있는 위험한 방법인 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 HOQ를 효과적으로 실무에서 활용하기 위하여 HOQ의 설계문제 크기를 감소시키기 위한 설계 문제 단순화 기법을 제시한다. 또한 본 연구의 효용성은 손실되는 정보의 양을 측정하여 기존연구와 비교해 볼 것이다.

시하는 도구이다. 다시 말해서 시장세계의 추상적 정보를 기술세계의 구체적인 제품으로 설계할 수 있도록 기술특성으로 변환하는 표이다. HOQ에서는 소비자의 요구사항을 정확하게 파악하여 이를 기술적 언어인 기술특성으로 전환하고 요구품질전개와 기술특성전개 사이의 관계를 명확하게 파악할 수 있을 뿐 아니라 기술특성전개내의 기술특성들 서로간의 상관관계를 파악하고 또한 경쟁기업과의 비교를 통해 기업의 현재 위치를 알아 낼 수 있게 해준다. 따라서 QFD의 성패는 HOQ에 달려있다고 할 수 있다. HOQ의 구조는 [그림 1]과 같으며 HOQ에 대하여 상세히 설명하겠다.



<그림 1> HOQ의 구조

2. HOQ(House of Quality)

HOQ는 QFD의 중요한 도구이다. HOQ란 소비자가 요구하는 진정한 품질을 언어적 표현으로 체계화하여 기술특성들과의 관련성(Relationship)을 파악하고, 소비자의 요구를 기술특성으로 변환시켜 품질설계를 실

- 소비자 요구사항(Customer Attribute, CA) : HOQ의 원편에 자리잡고 있는 CA들은 "소비자의 음성(Voice of the Customer)"이라고 불리우기도 한다. 이들은 소비자가 사용하는 언어로 표현되기 때문에 정성적이며 모호(fuzzy)한 경우가 많다.
- CA의 상대적 중요도 파악 : CA 가운데

는 소비자들이 중요하게 여기는 CA도 있고 상대적으로 중요하지 않게 여기는 CA도 있다. 제한된 자원 하에서 소비자를 최대한 만족시키기 위해서는 중요한 CA에 중점을 두어 설계를 하는 것이 바람직하다.

· 기술 특성(Engineering Characteristic, EC) : 하나 이상의 CA에 영향을 미치는, 설계자에 의해 결정될 수 있는 변수들을 의미하며, HOQ의 상부에 위치하고 있다. CA와 달리 EC들은 제품이 완성된 후 정량적으로 측정될 수 있어야 하고 그 제품에 대한 소비자의 인식에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 것으로 선정되어야 한다.

· CA와 EC의 관계 : HOQ의 몸체부분은 CA들을 나타내는 행과 EC들을 나타내는 열이 교차하여 마치 행렬과 같은 형태를 띠고 있다. 만약 i 번째 CA와 j 번째 EC가 관련이 있다면 행렬의 (i, j) 위치에 특정 기호로 기록하여 그들이 연관되어 있음을 나타내어 준다.

· EC간의 상호 연관관계 : HOQ의 지붕에 해당하는 부분에는 EC들간의 상호 연관관계가 제시된다. 이 상호관계들은 결국 설계시 고려해야 할 상충관계들의 표현이며 동시에 획기적인 품질향상을 이루기 위하여 해결해야 할 잠재적 연구개발 분야를 나타내 주는 것이다. CA와 EC간의 관계에서와 마찬가지로 관계의 성격과 강도에 따라 다른 모양의 기호로 사용하기도 한다.

· 소비자의 인식비교 : HOQ의 오른쪽에는 앞서 규정된 CA별로 소비자들의 인식 평가가 자사 제품 및 주요 경쟁자 제품에 대해 비교(benchmarking)되어 있다.

· 현재의 EC수준 비교 : HOQ몸체 행렬의 바로 밑에는 자사 제품 및 주요 경쟁자 제품의 현재의 EC수준들이 기록된다. 이 자

료는 보통의 경우 경쟁자의 제품을 구매하여 분해한 후 실제 EC수준을 측정함으로써 얻어진다.

· 목표 EC수준 : HOQ의 다른 부분에 주어진 모든 정보를 이용하여 새로 개발(또는 설계)하는 제품이 소비자의 요구 사항을 가장 잘 만족시키도록 목표(target) EC수준들을 정하게 된다.

· 그 밖의 선택적(option) 항목 : 수행하고 있는 QFD문제의 특성에 따라 선택적인 항목을 HOQ에 추가할 수 있는 예를 들어 과거 소비자들의 불만 횟수를 CA별로 기록한 열이나 EC별로 기술적인 어려움을 기록한 행을 추가할 수 있다.

3. 설계 단순화의 필요성

경쟁환경의 급속한 변화와 더불어 소비자의 요구도 점점 다양해짐에 따라 설계 문제가 커지게 된다. 따라서 설계 문제의 크기가 커질수록 문제의 복잡도는 기하급수적으로 증가한다고 알려져 있다. QFD 실무자들이 많은 노력을 투입하여 HOQ를 작성한 후, 그 복잡성으로 인하여 필요한 분석을 수행하지 못하는 경우가 자주 발생하였다. 예를 들어 Raychem Corporation에서 작성한 CATV용 Connector 개선을 위한 HOQ는 28개의 CA와 52개의 EC로 구성되었는데, 복잡도로 인하여 이의 분석이 적절히 실시되지 못했다(Liner, 1994). US Navy(DeVries and Barton, 1995)와 Siemens Industrial Automation(Hunter and Landingham, 1994)에서도 비슷한 경험을 하였다. Siemens의 HOQ는 40개의 CA와 103개의 EC로 구성되어 현실적으로 분석이

불가능한 크기였다. 이를 해결하기 위해 Siemens의 QFD팀은 상대적으로 중요도가 낮다고 판단되는 21개의 CA와 40개의 EC를 삭제하였다. HOQ에 수록된 CA와 EC들이 서로 복잡하게 연관되어 있다는 사실을 고려해보면, 이와 같이 체계적 방법의 도움 없이 임의로 항목을 삭제하는 것은 매우 그릇된 결과를 산출할 가능성이 있는 위험한 방법인 것이다. 이와 같이 HOQ의 크기로 인한 현실적 문제점들이 자주 발생하는데, 이들을 효과적으로 대처하는 방안에 대한 연구는 지금까지 다음절에서 기술한 바와 같이 계속 연구가 되어 왔다.

따라서 본 연구에서는 QFD를 실무에 활용하는데 가장 큰 문제점중의 하나인 HOQ의 크기 즉, 설계 문제 크기 감소를 위한 수량화방법Ⅲ를 이용한 단순화 기법을 개발하고자 한다.

4. 설계 단순화에 대한 기존 연구

기계와 구성 요소를 모으는 문제를 해결하기 위한 많은 알고리즘이 GT(Group Technology)¹⁾와 FMS(Flexible Manufacturing System)²⁾에 있다. 알고리즘은 다음과 같은 형태에 따라 개발되었다.

4.1 Binary와 Nonbinary 행렬

만약 행과 열에 상응하는 관계를 1 또는

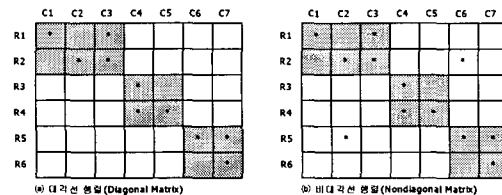
- 1) 다품종소량생산의 효율을 높이기 위해 생산과정에서 부품의 형상·치수 및 공작법 등의 유사성에 유의하여 공작물을 분류하고, 각 그룹에 대하여 최적의 공작 기계를 할당하는 등의 생산기술
- 2) 다품종 소량 생산을 가능하게 하는 생산 시스템

0으로 수치를 부여하는 행렬을 Binary 행렬이라고 한다. GT에서 기계-구성 요소 행렬의 (i, j) 셀의 "1"의 의미는 기계 i 는 구성 요소 j 를 제작할 수 있는 것을 의미한다.

만일 행과 열에 상응하는 관계를 1 또는 0 이외의 수치를 부여하는 행렬을 Nonbinary 행렬이라 한다. 이러한 경우, (i, j) 셀의 값은 행 i 와 열 j 사이에서 존재하는 정도를 가리킨다. 예를 들어, 기계-구성 요소 행렬에서 (i, j) 셀에는 구성 요소 j 에서 기계 i 를 사용하는 보다 높은 가치와 더불어 표현할 수 있는 적절한 정도를 표시한다. 그러므로 열 j 의 값은 기계를 구성 요소 j 를 제작하기 위해 사용되는 대안의 공정의 우선 순위를 나타낼 수 있다.

4.2 대각선(Diagonal)과 비대각선(Nondiagonal) 행렬

만일 행과 열이 부행렬(submatrices)의 외측의 제로(zero) 이외의 계수가 없으며, 행렬이 상호간에 분리되는 부행렬로 행렬을 대각선 행렬(또는 대각선 구조 행렬)이라고 한다. [그림 2]-(a)은 3개의 부행렬로 이루어져 있는 대각선 행렬의 예를 보여준다.



<그림 2> 대각선과 비대각선 행렬의 예

<표 1> 행렬 형태에 따른 분해 알고리즘

행렬의 형태		분석방법(알고리즘)
Binary	Diagonal	<ul style="list-style-type: none"> · Single linkage cluster analysis[McAuley 1972] · Bond energy algorithm[McCormick, Schweitzer and White 1972] · Rank order clustering[King 1980] · Cluster identification algorithm[Iri 1968;Kusiak and Chow 1987]
Binary	Nondiagonal	<ul style="list-style-type: none"> · Algorithm I, Heuristic algorithm(Algorithm II)[Kumar, Kusiak and Vannelli 1986] · Branch-and-bound algorithm[Kusiak and Wang 1993]
Nonbinary	Diagonal	<ul style="list-style-type: none"> · Single linkage clustering algorithm[McAuley 1972]
Nonbinary	Nondiagonal	<ul style="list-style-type: none"> · Rank order clustering[King 1980]

그리고 [그림 2]-(b)에서 보여주는 예에서와 같이 대각선의 구조로 가지지 않는 형태의 행을 비대각선 행렬이라 한다.

일반적으로, HOQ는 Nonbinary/Nondiagonal 행렬의 형태로 표현된다. 이에 관한 기존연구는 다음과 같이 요약할 수 있다.

설계 분해 개념을 이용한 설계 문제 단순화 연구[Kim, Moskowiz and Shin(1997, 2000)]에서는 기존의 설계분해 모델의 현실적 유용성 향상을 위해 설계 분해의 결과로 생성되는 그룹의 개수와 크기를 결정하는 방법과 Out-of-group 계수의 총합의 범위를 결정하는 방법을 개발하였다. 또한 설계 분해의 결과로 손실되는 정보의 양을 측정하는 방법과 설계 분해 과정을 효율적으로 계산하는 방법 등을 개발하였다.

설계 구조조정을 이용한 설계 문제 단순화 연구[Shin and Kim(1997, 1998)]에서는 다변량 분석기법을 이용하여 주어진 HOQ의 구조를 단순화시키는 방안을 개발하였다.

요인분석(Factor Analysis) 기법을 이용하여 구조조정을 위한 기본 접근방식을 정

의하였고, 설계상황에 대한 직관적인 해석을 위하여 대응분석(Correspondence Analysis) 기법을 이용한 설계 구조조정 방법을 개발하였다.

5. 수량화방법Ⅲ의 이론적 고찰

Hayashi의 수량화방법Ⅲ는 2차원 자료를 분류하기 위해 2차원 자료 사이의 상관계수를 최대로 하는 방법이다. 수량화방법Ⅲ는 행과 열을 자동적으로 변환하면서 2차원 데이터를 군집화하도록 해준다. 또한 자료의 행렬 조직화를 촉진시키고 모듈화를 지원한다.

수량화방법Ⅲ은 질적인 속성을 나타내는 p 개의 범주들에 대한 n 개 개체들이 반응 형태를 기본적인 자료구조로 하는 분석방법이다. 이것은 유사한 범주들에 응답(반응)하는 개체들끼리 묶어보고자 할 때 또는 유사한 개체들에 의해 응답되어지는 범주들끼리 묶고자 할 때 그러한 질적인 범주들을

수량화시켜 분석하는 방법으로서 수학적으로 대응분석과 같은 내용을 이루고 있다. 다음 [표 2]는 수량화방법Ⅲ을 위한 기본적인 자료형태를 나타낸다.

[표 2]를 크기가 $n \times p$ 인 행렬 $F = [\delta_{ij}]$, ($i=1, \dots, n, j=1, \dots, p$)로 나타내고 X 를 개체에 주어지는 크기 n 인 점수벡터, Y 를 범주에 주어지는 크기 p 인 점수벡터라 하면 X 와 Y 간의 상관계수는

$$Corr(X, Y) = X^T F Y / N \quad (1)$$

으로 표현된다. 이 때 X 와 Y 는 평균이 0이고 분산이 1임을 가정한다. 즉,

$$1_n^T D_n X = 0, 1_p^T D_p Y = 0$$

$$X^T D_n X = N, Y^T D_p Y = N$$

여기서 1_n 과 1_p 는 크기가 n, p 인 단위벡터이고 D_n 과 D_p 는 행렬 F 의 행과 열의 합을 대각원소로 하는 크기 $n \times n$ 인 대각행렬을 나타낸다.

<표 2> 수량화방법Ⅲ을 위한 기본적인 자료 형태

범주 개체	1	...	j	...	p	행의 합
1			\vdots			f_1
\vdots			\vdots			\vdots
i	δ_{ij}	f_n
\vdots			\vdots			\vdots
n			\vdots			f_i
열의 합	g_1	...	g_j	...	g_p	N

여기서, $N = \sum_{i=1}^n f_i = \sum_{j=1}^p g_j$

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{개체 } i \text{가 범주 } j \text{에 반응하지 않는 경우} \\ 0, & \text{그렇지 않은 경우} \end{cases}$$

수량화방법Ⅲ은 (1)의 값을 최대화시키는 것이 목적이다. Lagrange 상수를 이용한 방법으로 그 해를 구할 수 있는데 그것은 $G = D_n^{-1/2} F D_p^{-1/2}$ 의 singular value decomposition으로도 구할 수 있다. 즉 행렬 G 가 정규직교인 열벡터들을 가진 크기 $n \times p$ 의 행렬 U 와 크기순으로 나열된 singular value들 ($\lambda_1, \dots, \lambda_p$)을 대각원소로 갖는 대각행렬 Q , 그리고 크기가 $p \times p$ 인 직교행렬 V 등을 이용하여 $G = U Q V^T$ 으로 분해된다면 점수벡터 X 와 Y 는

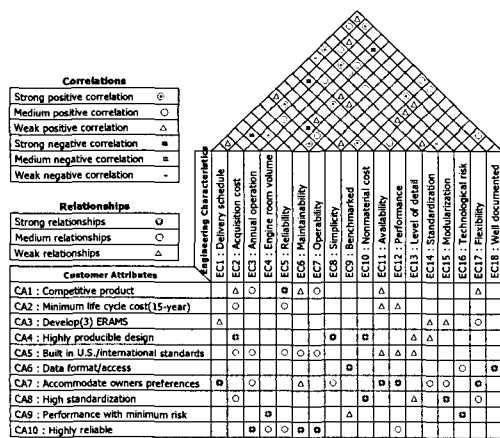
$$\begin{aligned} X &= N^{1/2} D_n^{-1/2} U \\ Y &= N^{1/2} D_p^{-1/2} V \end{aligned} \quad (2)$$

의 열벡터들로 구해진다. 여기서 행렬 Q 의 대각원소인 singular value들의 제곱은 바로 $G^T G = V Q^2 V^T$ 의 고유값들이고, 이 고유값들에 관계되는 고유벡터들은 U 와 V 의 각 열벡터들로 얻어진다.

행렬 Q 의 첫 번째 대각원소는 항상 1.0으로 의미가 없으므로 이를 제외하면 상관계수 (1)의 최대값은 바로 Q 의 두 번째 대각원소 (λ_2)와 같게된다. 따라서 (2)의 X 와 Y 에서의 첫 번째 열의 벡터는 점수벡터로 간주하지 않고 두 번째 열의 점수벡터 즉, $(x_{12}, x_{22}, \dots, x_{n2})^T$ 와 $(y_{12}, y_{22}, \dots, y_{p2})^T$ 을 이용하여 분석을 하게된다. 또한 이 점수벡터만으로 개체나 범주들간의 관계를 잘 파악할 수 없을때에는 Q 의 세 번째 대각원소에 관계되는 점수벡터, $(x_{13}, x_{23}, \dots, x_{n3})^T$ 와 $(y_{13}, y_{23}, \dots, y_{p3})^T$ 을 구해 이들 $\{(x_{12}, x_{22})$ 와 $\{(y_{12}, y_{22})$ 를 각각 2차원 평면에서의 점도표로 그려보아 집락성등을 조사

하여 개체나 범주들간의 관계를 파악해 볼 수 있다.

그러나 수량화방법Ⅲ는 두 속성간의 관련성을 통해 정성적으로는 기술특성의 우위를 결정할 수 있으나 직접적으로 기술특성의 순위를 정하는 방법을 제공하지 못하는 것이 단점이다.



<그림 3> ERAM HOQ 데이터

6. 연구결과 및 분석

6.1 수량화방법Ⅲ에 의한 HOQ의 단순화

본 연구에서 사용되는 HOQ의 데이터는 Engine Room Arrangement Modeling(ERAM)³⁾ 프로젝트이다. 이 HOQ의 데이터는 [그림 3]과 같다. 소비자의 요구사항(Customer Attributes, CA)이 10개, 이에 따른 기술 특성(Engineering Characteristics,

3) Kim, K., H. Moskowitz, and J. Shin, 1997. Design decomposition in quality function deployment. In Essays in decision making, edited by M. H. Karwan, J. Spronk, and J. Wallenius. Berlin:Springer Verlag.

EC)은 18개로 구성되어 있다. 이 ERAM HOQ에서의 CAs와 ECs와 관계 행렬(Relationship Matrix)과 EC들간의 상호연관관계 행렬(Correlation Matrix)에서의 (음/영) 약, 중, 강의 기호에 따라 1-3-9의 점수를 배정하여 분석하였다. 여기에서 수량화방법Ⅲ의 분석은 관계 행렬을 분석한다.

수량화방법Ⅲ 분석의 결과를 보면 처음 두 고유값이 전체의 48.07% 가량을 차지하고 있으며, 이는 처음 두 축에 의한 수량화가 그런대로 괜찮은 것을 알 수 있다.

6.1.1 제1축의 수량화 값에 의한 HOQ 단순화

HOQ를 단순화 시키기 위해서 우선 행과 열의 수량화 값을 오름차순으로 정리하여 HOQ를 재배치 시켜야 할 것이다. 우선 행(CA, 소비자의 요구사항)에 관한 제1축의 수량화 값을 오름차순으로 재배치하면 다음 [표 3]과 같다.

<표 3> 소비자의 요구사항(CA)들의 제1축의 수량화 값에 따른 오름차순으로 재배치

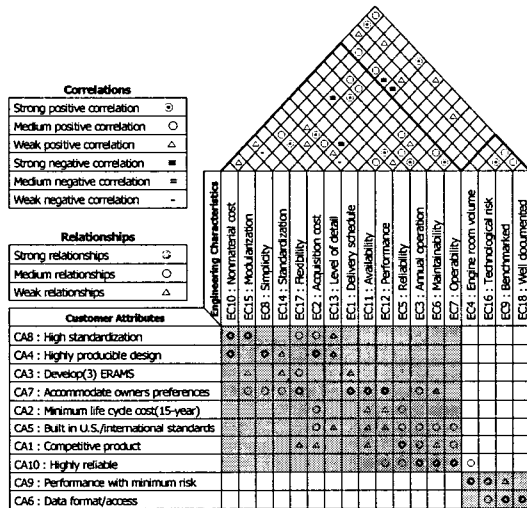
CA	CA8	CA4	CA3	CA7	CA2	CA5	CA1	CA10	CA9	CA6
수량화값	-0.6035	-0.5964	-0.5679	-0.5148	-0.4712	-0.3827	-0.3700	-0.1753	1.6000	2.5192

한편, 열(EC, 기술 특성)에 관한 제1축의 수량화 값을 오름차순으로 재배치하면 다음 [표 4]과 같다.

<표 4> 기술 특성(EC)들의 제1축의 수량화 값에 따른 오름차순으로 재배치

EC	EC10	EC15	EC8	EC14	EC17	EC2	EC13	EC1	EC11
수량화값	-0.6153	-0.5852	-0.5907	-0.5556	-0.5460	-0.5457	-0.5411	-0.5334	-0.5006
	EC12	EC5	EC3	EC6	EC7	EC4	EC16	EC9	EC18
	-0.4405	-0.3657	-0.3066	-0.2645	-0.2623	1.2351	1.9460	2.4987	2.5838

위의 CA와 EC들의 제1축의 수량화 변량들 사이의 상관계수가 0.9750인 것으로 보아 CA와 EC들간의 상관관계가 큰 것으로 볼 수 있다. 따라서, 위의 수량화 값에 따른 재배치를 바탕으로 HOQ의 관계 행렬(Relationship Matrix)를 다음 그림과 같이 재구성할 수 있다.



<그림 4> 제1축의 수량화 값에 의한 ERAM HOQ의 단순화(2그룹)

위 그림[그림 4]을 보면 관계 행렬(Relationship Matrix)이 좌상(左上)에서 우하(右下)에 이르는 대각선으로 상관관계로 군집화되며 제1축 수량화값에 의하여 HOQ를 단순화시키면 관계 행렬(Relationship Matrix)은 ■색 영역이 되며 상호연관관계 행렬(Correlation Matrix)은 진한 △영역과 같이 (8×14), (2×4)의 크기로 단순화시킬 수 있다.

또한 제1축 수량화값에 따라 CA(X)와 EC(Y)의 특성을 알아보면 다음과 같다.(이

때 행(X)과 열(Y)을 동시에 봐야 한다.) [그림 6, 7]

- 소비자의 요구사항(X)의 수량화 : CA6, CA9이 양의 값을 취하고 있고, 나머지 소비자의 요구사항들은 음의 값을 취하고 있다.
- 기술 특성(Y)의 수량화 : EC18, EC9, EC16, EC4이 양의 값을 취하고 있고, 나머지 기술특성들은 음의 값을 취하고 있다.

6.1.2 제2축의 수량화 값에 의한 HOQ 단순화 우선 행(CA, 소비자의 요구사항)에 관한 제2축의 수량화 값을 오름차순으로 재배치하면 다음[표 5]과 같다.

<표 5> 소비자의 요구사항(CA)들의 제2축의 수량화 값에 따른 오름차순으로 재배치

CA	CA10	CA1	CA5	CA9	CA2	CA7	CA3	CA6	CA4	CA8
수량화값	-1.3878	-1.1229	-0.8314	-0.7241	-0.2541	0.1660	0.6669	0.9205	1.2774	1.3368

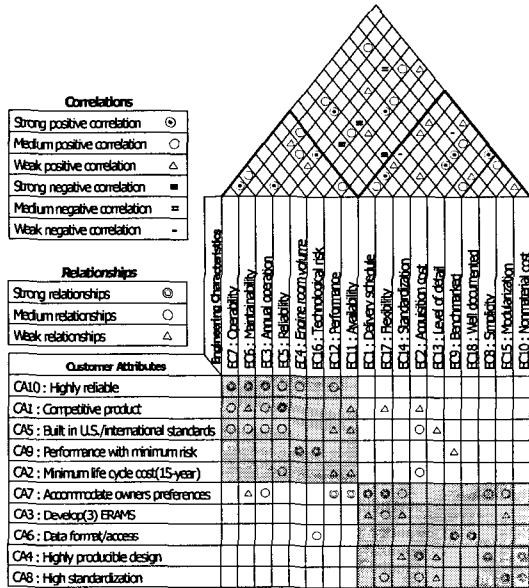
한편, 열(EC, 기술 특성)에 관한 제2축의 수량화 값을 오름차순으로 재배치하면 다음 [표6]과 같다.

<표 6> 기술 특성(EC)들의 제2축의 수량화 값에 따른 오름차순으로 재배치

EC	EC7	EC6	EC3	EC5	EC4	EC16	EC12	EC11	EC1
수량화값	-1.4301	-1.3306	-1.1588	-1.1380	-1.0403	-0.3658	-0.3112	-0.0699	0.2556
	EC17	EC14	EC2	EC13	EC9	EC18	EC8	EC15	EC10
	0.4678	0.5728	0.6844	0.6943	0.8836	1.0759	1.1692	1.1865	1.5272

위의 CA와 EC들의 제1축의 수량화 변량들 사이의 상관계수가 0.8556인 것으로 보아 CA와 EC들간의 상관관계가 큰 것으로 볼 수 있다. 따라서, 위의 수량화 값에 따른

재배치를 바탕으로 HOQ의 관계 행렬 (Relationship Matrix)를 다음 그림과 같이 재구성할 수 있다.



<그림 5> 제2축의 수량화 값에 의한 ERAM HOQ의 단순화(2그룹)

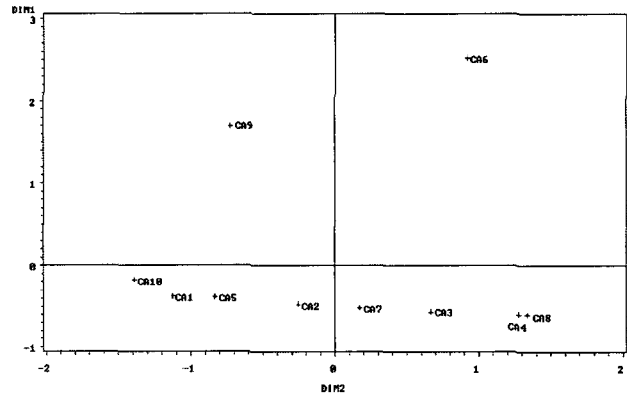
따라서 [그림 5]를 보면 관계 행렬 (Relationship Matrix)이 좌상(左上)에서 우하(右下)에 이르는 대각선으로 상관관계로 군집화되며 제2축 수량화값에 의하여 HOQ를 단순화시키면 관계 행렬(Relationship Matrix)은 ■색 영역이 되며 상호연관관계 행렬(Correlation Matrix)은 진한 △영역과 같이 (5×8), (5×10)의 크기로 단순화시킬 수 있다.

이 제2축 수량화값에 따라 CA(X)와 EC(Y)의 특성을 알아보면 다음과 같다.(이때 행(X)과 열(Y)을 동시에 봐야 한다.) [그림 6, 7]

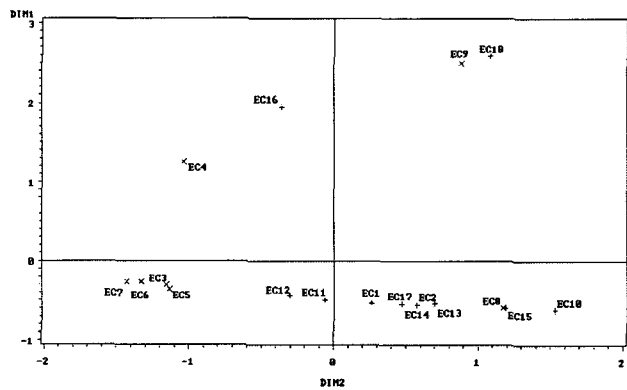
· 소비자의 요구사항(X) 수량화 : CA7, CA3, CA6, CA4, CA8이 양의 값을 취하고

있고, 나머지 소비자의 요구사항들은 음의 값을 취하고 있다.

· 기술 특성(Y)의 수량화 : EC1, EC17, EC14, EC2, EC13, EC9, EC18, EC8, EC15, EC10이 양의 값을 취하고 있고, 나머지 기술특성들은 음의 값을 취하고 있다.



<그림 6> ERAM HOQ에서 CA 수량화 값의 두 차원에 따른 분포



<그림 7> ERAM HOQ에서 EC 수량화 값의 두 차원에 따른 분포

6.2 기존연구와의 비교

군집화 또는 분해 된 후 하나씩 부행렬로 갈라져 질 때, Out-of-group의 계수는 손실 될 것이다. 본 연구에서 제시한 수량화방법 Ⅲ에 의한 HOQ의 단순화의 효율성을 측정하는 방법중의 하나가 Out-of-group의 계수가 손실되는 정보의 양이 적은 정도로 판단할 수 있다. $L(X, Y)$ 를 정보의 손실(loss of information)로 표시하고 여기서 X 는 CA을 그룹핑한 것이고 Y 는 EC을 그룹핑한 것이다. $L(X, Y)$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$L(X, Y) = w_R L_R(X, Y) + w_C L_C(Y) \tag{3}$$

$$= w_R \frac{Z_R(X, Y)}{S_R(X, Y)} + w_C \frac{Z_C(Y)}{S_C(Y)}$$

여기서, $L_R(X, Y)$ 는 관계 행렬 (Relationship Matrix)에서 관계 계수의 총 합계에 out-of-group의 합계의 비율을 가리킨다. $L_C(Y)$ 는 상호연관관계 행렬 (Correlation matrix)에서 상관 계수의 총 합계에 out-of-group의 합계의 상대적인 부분을 가리킨다. $L_R(X, Y)$ 와 $L_C(Y)$ 은 $0 \leq L_R(X, Y) \leq 1$ 와 $0 \leq L_C(Y) \leq 1$ 이며, 0은 정보의 손실이 적다는 것이며 1은 정보의 손실이 많다는 것이다. $S_R(X, Y)$, $S_C(Y)$ 는 각각 관계 행렬과 상호관계 행렬의 총 계수의 합을 나타내며, $Z_R(X, Y)$, $Z_C(Y)$ 는 단순화 되었을 때 각각 관계 행렬과 상호관계 행렬에서의 손실되는 계수의 합을 나타낸다. w_R 와 w_C 은 각각 관계 행렬과 상호관계 행렬의 상대적 가중치(relative weight)로 한다. 이 상대적 가중치는 $0 \leq w_R \leq 1$, $0 \leq w_C \leq 1$ 이며 $w_R + w_C = 1$ 이다.

이에 수량화방법Ⅲ에 의한 단순화에 따른 정보 손실의 정도를 식(3)에 의해 관계 행렬과 상호연관관계 행렬에 절대적 가중치를 줘서 구하면 다음과 같다. 이 사례에서 $S_R(X, Y) = 230$, $S_C(Y) = 164$ 그리고 $(w_R, w_C) = (1.00, 0.00)$ 이다.

<표 7> 기존연구의 설계단순화의 정보손실 정도의 비교

방 법	Z_R	Z_C	L_R	L_C	$L(X, Y)$
내용분석	36	78	0.1565	0.4756	0.1565
분해의개념(2그룹)	34	97	0.1478	0.5915	0.1478
수량화방법Ⅲ(1축)	3	50	0.0130	0.3049	0.0130
수량화방법Ⅲ(2축)	35	66	0.1522	0.4024	0.1522

위의 3가지 방법을 손실된 정보로 비교해보면 수량화방법Ⅲ에 의한 설계 단순화하는 방법이 좋다고 할 수 있다.

7. 결 론

소비자 요구사항을 정확히 반영토록 품질 기능전개(QFD)를 합리적이고 효율적으로 활용하여 신제품개발의 전 과정에 대한 시간과 비용을 줄여야 한다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 QFD를 실무에 활용하는데 가장 큰 문제점으로 지적되고 있는 QFD의 설계 문제 크기 감소를 위한 단순화 기법을 수량화방법Ⅲ로 개발하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

첫째, 행(CA)과 열(EC)의 관계 행렬을 수량화방법Ⅲ에 의해 분석하여 축(제1축, 제2축)의 설명력 정도에 의한 행과 열의 수량화 값에 따라 재배치하여 단순화시켜 보

았다.

둘째, 각 축의 수량화 값에 따라 CA와 EC를 plot하여 단순화 결과 해석을 다시 보면 좀 더 명확한 이해를 할 수 있었다.

셋째, 손실된 정보의 정도를 가지고 기존의 대응분석이나 분해의 개념에 의한 단순화 방법과 비교하여 훨씬 앞서는 것을 확인했다.

본 연구와 관련하여 추후 과제는 HOQ 단순화시 상호연관관계 행렬(Correlations Matrix)을 고려한 단순화 연구가 필요하며, 이런 단순화 방법을 보다 효율적으로 관리할 수 있는 S/W가 구현되어야 할 것으로 본다. 또한 HOQ의 지붕 부분에는 EC들간의 상호연관관계가 표시되어 있는데 이 정보를 전혀 사용하지 않으므로 중요시 여겨져야 할 EC가 최종 고려 대상에서 누락될 위험도 있다.

참고문헌

[1] 김관영, 이승수(1992), “다변량통계분석법”, 자유아카데미
 [2] 김광재(1995), “QFD를 통한 설계단계에서의 품질향상”, IE매거진, 2(1), pp.16-21
 [3] 노형진(1990), “다변량해석 -질적데이터의 수량화 -”, 도서출판 석정
 [4] 류문찬(1995), “품질기능전개의 연구동향과 전망”, 고려대학교 산업개발연구소, 4(1), pp.1-14
 [5] 포항공과대학교(2000), “Quality Function Deployment의 효용성 향상을 위한 연구”, 과학기술부
 [6] 허명회(1999), “다변량수량화”, 자유아

카데미

[7] 허명회(1998), “수량화방법 I · II · III · IV”, 자유아카데미
 [8] 赤尾洋二(1993), “신제품 개발을 위한 품질 전개 활용의 실제”, 한국표준협회
 [8] C.P.M. Govers(1996), “What and how about quality function deployment (QFD)”, International Journal Production Economics, 46 · 47, pp.575-585
 [9] Hauser, T.R., Clausing, D.(1988), “The House of Quality”, Harvard Business Review, 66, pp.63-73
 [10] J.S. Shin and K.J. Kim(2000), “Complexity reduction of a design problem in QFD using decomposition”, Journal of Intelligent Manufacturing, 11(4), pp.339-354
 [11] J.S. Shin and K.J. Kim(1997), “Restructuring a House of Quality Using Factor Analysis”, Quality Engineering, 9(4), pp.739-746
 [12] J.S. Shin, Duncan K.H. Fong and K.J. Kim(1998), “Complexity Reduction of a House of Quality Chart Using Correspondence Anaysis”, Quality Management Journal, 15(5), pp.46-58
 [13] K.N. Gopalakrishnan, B.E. McIntyre, and J.C. Sprague(1992), “Implementing Internal Quality Improvement With the House of Quality”, Quality Progress, September 1992, pp.57-60
 [14] Keeney, R. and Raiffa, H.(1993) “Decisions with Multiple Objectives”, John Wiley and Sons, New York
 [15] Kim, K., H. Moskowitz, and J.Shin, (1997), “Design decomposition in quality

- function deployment". In *Essays in decision making*, edited by M.H.Karwan, J. Spronk, and J.Wallenius. Berlin:Spring Verlag.
- [16] M.R. Hunter and R.D. Van Landingham (1994), "Listening to the Customer Using QFD", *Quality Progress*, April 1994, pp.55-59
- [17] Sullivan, L. P.(1996), "Quality Function Deployment", *Quality Progress*, June 1986, pp.39-50
-