

신제품 개발 프로세스에서 마케팅 영역과 제조 영역의 통합적 설계 : Conjoint 분석과 Taguchi 방법의 순차적 결합

Integrated design solution of marketing domain and manufacturing domain in NPD : Sequential integration of Conjoint analysis and Taguchi method

강남우, 김준영, 박용태

서울대학교 기술경영 대학원

Abstract

신제품 개발 과정에 있어 시장 요인과 기술 요인의 통합적 설계가 강조되면서 마케팅 영역(marketing domain)과 제조 영역(manufacturing domain)의 경계면(interface) 사이의 의견을 균형 있게 조정, 수렴해 주는 경계 시스템(interface system)에 대한 연구의 중요성이 커지고 있다.

본 연구에서는 이러한 배경을 토대로 각 영역(domain)에서 대표되는 신제품 파라미터 설계 방법인 컨조인트 분석과 다구찌 방법을 비교함으로써 두 영역의 신제품 개발 관점을 대비시키고 나아가 신제품 파라미터 설계를 위한 통합적 해결방안(integrated solution)을 제시한다. 그리고 도출된 방법론을 자동차 운전석 내부 설계 사례에 예시적으로 적용함으로써 유용성을 검증한다.

본 연구에서 제시된 방법론의 핵심적 특성과 차별적 의의는 기존의 연구들처럼 두 방법론을 선택하여 사용하는 것이 아니라 순차적으로 결합한 새로운 프로세스를 사용함으로써 두 영역에서 발생하는 상충 관계(trade off)를 해결하여 고객의 효용도와 품질의 강건함이란 목적을 동시에 만족시키는 설계가 가능하다는데 있다. 나아가 신제품 개발 목표와 기업의 전략에 따라 분석의 순서와 설계수준의 크기를 조정할 수 있는 신축성을 확보할 수 있다는 점도 제시할 수 있다.

1. 서론

신제품 개발 과정에 있어서 영역과 부서간의 벽이 낮아지고 있다. 이러한 경향은 부서들의 활동을 독립적으로 보았던 관점(domain view)에서 동시에 바라보는 관점(process view)의 변화로 나타나며 [Chakravarty (2001)], 제품의 디자인에서 생산에 이르기까지 각 과정의 설계 작업을 동시에 추진하는 기법인 동시공학(concurrent engineering)의 도입에서도 나타난다. 따라서 기업 측면에서 제품에 관련된 모든 부분의 상호 이해와 의사소통이 필수적이 되어 가고 있으며 학문의 측면에서도 이러한 영역 사이에 존재하는 경계면(interface)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 마케팅 영역(marketing

domain)과 제조 영역(manufacturing domain)의 경계면(interface) 사이의 이해관계에 따른 충돌을 줄이고 절충된 경쟁 이점을 가질 수 있는 경계 시스템(interface system)을 위한 연구의 중요성이 날로 커지고 있다[Mukhopadhyay & Gupta (1998)]. 특히 신제품 개발에 있어서 고객의 요구가 제품에 정확히 반영되기 위해서 마케팅 영역과 제조 영역의 사이에 존재하는 경계를 이어주는 시스템의 역할이 매우 중요하다. 영역(Domain)마다 축적된 지식의 종류와 양이 다르고 제품을 바라보는 시각이 다르기 때문에 이러한 두 영역사이의 의견을 균형 있게 조정, 수렴하는 문제가 신제품 개발의 성공의 중요한 요인이기 때문이다.

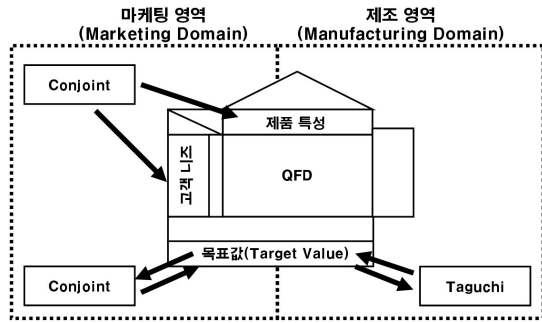
현재 두 영역의 경계 시스템으로서 대표적으로 사용되는 신제품 개발 프로세스에는 품질전개기능(QFD)이 있다. QFD는 마케팅 영역과 제조 영역의 전문가들이 만나서 고객의 요구가 제품 설계에 반영 되도록 하는 개발 기법이다[Shillito (1994)]. 이 기법은 현재 여러 가지 형태로 마케팅 영역의 컨조인트와 제조 영역의 다구찌와 통합되거나 선택적으로 사용하는 연구가 진행되고 있지만 컨조인트와 다구찌 기법을 직접 비교하여 경계면 사이의 경계 시스템을 최적화시키는 방법에 대해 제시한 연구는 아직 없었다.

본 연구에서는 이러한 배경을 토대로 각 영역에서 대표되는 신제품 파라미터 설계 방법인 컨조인트와 다구찌를 검토함으로써 두 영역의 신제품 개발 관점을 대비시키고 나아가 두 방법론에서 발생하는 상충 관계(trade off)를 해결하는 신제품 파라미터 설계의 통합적 해결방안(integrated solution)을 제시한다. 또한 이렇게 제시한 방안과 과정을 자동차 운전석 내부 설계 사례에 예시적으로 적용함으로써 유용성을 검증한다.

2. 기존연구

2.1 기존 신제품 설계 프로세스

기존의 연구들을 바탕으로 기존에 사용되거나 제안된 QFD 중심의 신제품 설계 기법의 관계를 각 도메인의 입장에서 나타내 보면 Fig.1과 같다.



[Fig. 1] QFD를 중심으로 한 기존 신제품 설계 프로세스

Fig.1의 프로세스는 QFD를 두 영역의 경계에서 사용하며 여러 형태로 각 영역에서 컨조인트와 다구찌를 순차적, 보완적으로 사용하고 있다. 기존 프로세스에서 알 수 있듯이 컨조인트와 다구찌의 사용 영역은 확실히 구분되어 두 기법을 병렬적으로 사용하지 않으며 두 기법의 관계를 비교하는 연구 주제를 다루지 않았다. 여기서 기존의 연구는 크게 두 가지의 형태로 구분할 수 있는데 컨조인트와 QFD의 관계에 대한 연구와 QFD와 다구찌의 관계에 대한 연구이다.

첫째, 컨조인트와 QFD의 관계에 대한 연구는 다음과 같이 이루어지고 있다. QFD를 사용하기 전에 컨조인트 분석을 통해 고객 니즈(customer needs)의 중요도와 고려해야 할 설계변수를 일차적으로 분석하여 그것을 바탕으로 QFD 프로세스를 진행하거나 컨조인트와 QFD를 동시에 실행하는 혼합 접근(hybrid approach)이 제안 된다[Pullman et al. (2002)]. 반면에 QFD가 우선적으로 사용된 후 컨조인트가 사용되어야 한다는 연구가 있으며[Katz (2004)], QFD에서 얻어낸 중요 제품 속성을 컨조인트로 전달하면 컨조인트로부터 목표값(target value)을 구해 QFD로 다시 전달하는 방법이 있다[Gustafsson (1993)].

둘째, QFD와 다구찌의 관계에 대한 연구는 다음과 같이 이루어지고 있다. QFD와 다구찌를 결합하는 강건 품질 설계(robust quality design) 모델이 제안되며[Chu (1996)], 다구찌의 손실함수(loss function)로 QFD의 기술평가가 가능해지고 환경적으로 고객에 영향을 주는 요소를 강건 설계(robust design)를 통해 줄일 수 있다[Terninko (1992)]. 또한 다구찌는 강건 설계를 위한 최적의 파라미터 수준을 제공하고 QFD는 고객 주도 가치(customer-driven properties)를 제공함으로써 서로의 단점을 보완하고 시너지 효과를 낼 수 있다.[Terninko (1997)]. 그리고 신제품 개발에 있어서 중요한 기술 요인의 중요성을 QFD와 다구찌를 사용하여 비교 분석함으로써 두 기법의 효용성을 비교하는 연구도 있었다[Yang & Yun (2005)].

또한 기존의 연구에서는 컨조인트가 마케팅들에게 선호되는 반면 QFD가 엔지니어들에게 선호되지 만[Pullman et al. (2002)], QFD가 다구찌에 비해서는 고객에게 가까운 기법이기 때문에[Terninko (1997)] QFD가 경우에 따라 두 영역의 특징을 모두 가지며 특정 영역의 정보를 완전히 제공 하지 못하였다.

이렇듯 신제품 개발 기법간의 관계에 대한 다양한 연구가 진행되고 통합 해결방안이 제안 되었지만 실질적으로 각 영역을 대표하는 컨조인트와 다구찌 기법의 관계에 대한 연구가 부족함을 알 수 있다. 따라서 각 영역의 명확한 정체성을 가지고

있는 컨조인트와 다구찌를 비교하여 두 영역의 신제품 설계 관점과 특성을 명확하게 비교할 수 있다는 점에서 본 연구가 더욱 의미가 있다고 할 수 있다.

2.2 컨조인트 분석(Conjoint analysis)

컨조인트 분석은 마케팅 영역에서 주로 사용되며 [Green & Rao (1971)] 학문분야에서도 많이 사용되는 대표적인 분석기법으로서 복수의 속성을 지닌 제품이나 서비스에서 고객이 느끼는 상충관계를 측정하기 위해 사용되어 왔다[Green & Srinivasan (1990)]. 특히 소비자가 가장 선호하는 신제품 개발에 주로 사용되며[Lakshmikantha et al. (2005)] 응용 분야로 포지셔닝, 경쟁분석, 가격전략, 시장 세분화 전략, 광고전략, 유통전략, 마케팅 전략 수립등 광범위한 분야에서 사용된다. 이 기법은 소비자 관점에서 몇 개의 핵심적인 제품 속성을 정의한 후, 소비자가 각 속성에 부여하는 가치를 산정하여 최적의 조합을 찾아내며 소비자가 속성에 부여하는 가치는 효용값(utility)으로 계산된다. 효용값이 가장 높은 설계요소의 최적 조건을 찾아내게 되며 이 값이 높을 수록 제품에 대한 수용도가 높아지게 된다. 이러한 효용함수의 식은 다음과 같다.

$$U(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} a_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

n : 속성의 수

m_i : i 번째 속성의 속성수준 수

a_{ij} : i 번째 속성의 j 번째 속성 수준이 갖는 부분 가치 기여도

2.3 다구찌 방법(Taguchi method)

다구찌 방법은 품질 향상을 위해 주로 사용되어 왔으며 특히 다구찌의 파라미터 디자인은 제품과 프로세스에서 변동을 줄이기 위해 사용되었다[Nair (1992)]. 이 방법은 잡음인자들이 데이터에 주는 영향의 정도를 계량적으로 평가할 수 있는 방법을 제시하고 직교배열표(orthogonal array table) 및 일부실시법(fractional factorial design)을 활용하여 신제품 개발을 위한 품질설계, 파라미터 설계, 허용차 설계 등의 오프라인 품질 관리에도 응용된다. 다구찌의 파라미터 설계의 목적은 품질변동이 설계 변수에 고려되지 않은 잡음(noise)에 둔감하면서 제품의 목표치를 만족시키는 제어요인(설계변수)의 최적조건을 찾는 것이다. 여기서 사용되는 측정값은 SN비(signal to noise ratio)이며 신호(signal)는 제품이 소비자에게 전달하고자 하는 것이고 잡음(noise)은 이러한 신호를 방해하는 것으로 제품 밖의 환경에서 오거나 제품 안의 시스템에서 비롯되기도 한다 [Taguchi & Clausing (1990)]. SN비는 이러한 잡음이 출력에 어느 정도 영향을 미쳤는가를 상대적으로 계산한 것으로 제품의 목표치가 작을수록 좋은 망소특성(smaller is better), 특정 값에 가까울수록 좋은 망목특성(nominal is best), 클수록 좋은 망대특성(larger is better)에 따라 달라진다. SN비의 식은 다음과 같다.

$$\text{망소특성: } SN = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (2)$$

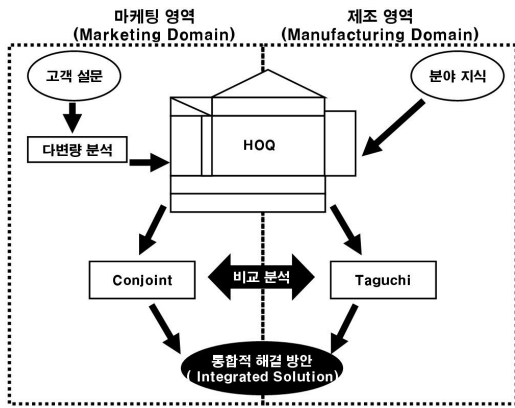
$$\text{망목특성: } SN = 10 \log \left[\frac{1}{n} (s_n - s^2) \right] \quad (3)$$

$$\text{망대특성: } SN = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (4)$$

3. 통합적 설계방안 구조 제시

3.1 연구 설계 프로세스

다음 Fig. 2는 본 연구가 진행되는 과정을 마케팅 영역과 제조 영역의 두 영역의 입장에서 나타낸다. 이러한 과정에서 영역간의 접촉이 두 단계로 일어나게 된다. 첫 단계의 접촉은 품질의 집(HOQ)에서 일어난다. HOQ는 QFD의 4단계 중 첫 단계에 해당하는 프로세스로서 마케팅과 제조 영역의 담당자가 함께 작성하여 고객 니즈를 반영하는 중요 변수를 선택하는 방법이다[Hauser & Clausing (1988)]. 이 단계에서 마케팅 영역에서는 설문 결과를 다변량 분석을 통해 HOQ에 적용하며 제조 영역에서는 R&D 부서 전문가의 분야 지식(domain knowledge)를 이용하여 적용 한다. 두 번째 단계의 접촉은 선택된 중요 설계 요소를 이용하여 각각의 도메인에서 컨조인트 분석과 다구찌 분석을 시행하여 결과를 낸 후 비교함으로써 해서 일어난다. 이 때 두 기법에서 발생하는 상충 관계를 해결하는 통합된 파라미터 설계 해결방안을 제안하도록 한다.

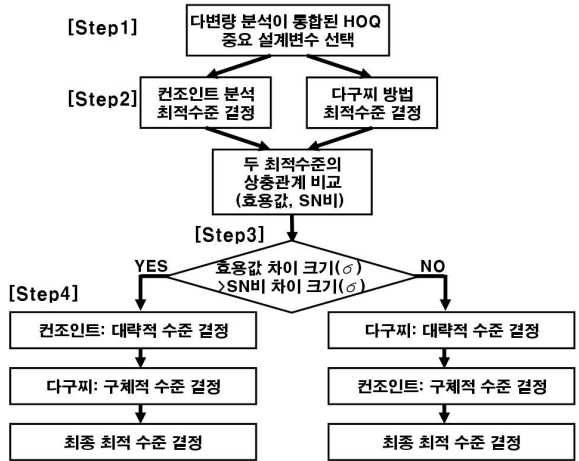


[Fig. 2] Research design

3.2 통합적 해결방안

신제품 파라미터 설계에 있어서 컨조인트의 목적은 고객의 만족이 최대가 되는 제품을 설계하는 것이며 다구찌의 목적은 잡음에 따른 품질의 변동이 최소가 되는 제품을 설계하는 것이다. 따라서 두 기법이 서로 다른 영역에서 서로 다른 목적으로 사용되기 때문에 두 기법의 최적조건 결과가 다르게 나타나게 되며 선택하여 사용할 경우 상충관계가 발생하게 된다. 컨조인트를 선택할 경우 SN비가 낮아 품질의 변동이 커지게 되어 고객의 특성에 따라 만족도의 차이가 심해지며 다구찌를 선택할 경우 효율값이 낮아 제품에 대한 만족도가 낮아짐으로 제품 수용도가 떨어지게 된다. 하지만 제품 설계에 있어서 고객 만족과 강건한 디자인 모두 중요한 요소로서 어느 하나 간과할 수 없기 때문에[Lan Luo et al. (2005)] 이러한 두 목적을 모두 만족시킬 수 있는 통합적 방법론이 제시되어야 한다. 따라서 이러한 상충관계를 해결하여 두 기법의 장점을 잃지 않을 수 있는 통합 해결방안을 Fig.3과 같이 제안하도록 한다. 통합적 해결방안 프로세스는 크게 4단계의 순차적인 방법으로 나타낼 수 있으며 단계별

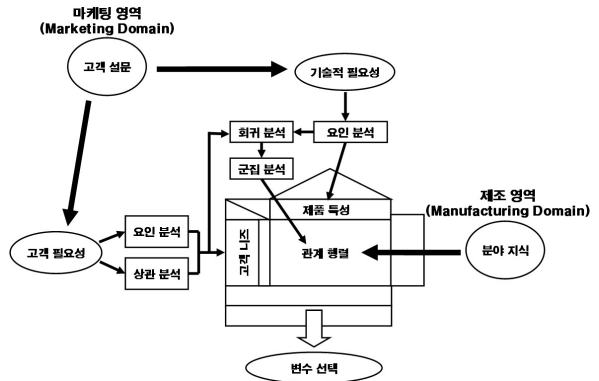
로 더욱 구체적으로 설명하고자 한다.



[Fig. 3] 통합적 해결방안 프로세스

3.2.1 Step 1 : 다변량 분석이 통합된 HOQ

본 연구에서는 기존 HOQ의 사용 방법과 달리 마케팅 영역에서 고객 설문이나 실험 자료를 가지고 다양한 다변량 분석기법을 통해 의미 있는 결과를 산출해 낸 후 그것을 바탕으로 HOQ에 적용하게 한다. 이는 고객이 잘 알고 있는 정보 뿐 아니라 중요한 관계가 있지만 미처 잘 알지 못한 정보를 다변량 분석을 통해 얻을 수 있는 장점을 가진다. 따라서 다변량 분석과 통합된 HOQ는 기존의 HOQ보다 고객입장에 더욱 가깝게 접근 할 수 있는 방법이 될 수 있다. 이처럼 다변량 분석이 통합되는 과정은 Fig.4와 같은 방법으로 제안 된다.



[Fig. 4] 다변량 분석이 통합된 HOQ

첫째, 고객니즈(customer needs)는 설문결과에서 나타난 고객 필요성(customer requirement)을 요인분석과 상관분석을 통하여 중요한 고객 니즈를 선정한다. 둘째, 제품 특성(product characteristics)은 설문을 통한 기술적 필요성(technical requirement)의 결과를 요인분석을 통하여 각 요인에서 중요하게 나타난 설계요소를 선택하여 반영하도록 한다. 셋째, 선택된 고객 니즈를 종속변수로 하고 선택된 설계요소를 독립변수로 하여 회귀분석을 한 후 유의한 변수의 계수의 절대값을 군집화 하여 점수로 환산하여 상관행렬에 점수로 반영시킨다. 다섯째, 제조관점에서 분야 지식을 이용하여 추가적으로 상관점수를 부여하고 마케팅 영역의 점수를 조정하여 최

중적인 관계 행렬(relationship matrix)을 완성 시킨다. 마지막으로 여섯째, 평가 결과와 가중치 합을 구하여 최종적인 설계변수의 중요도 점수를 구한다. 여기서 점수가 높게 나타나는 중요 설계 요소를 선택하여 다음 단계에서 컨조인트와 다구찌를 사용하여 최적 설계 수준을 결정하게 된다.

3.2.2 Step 2 : 컨조인트와 다구찌의 최적조건 설계

이 단계에서는 HOQ를 통해 선택된 설계변수를 가지고 동시에 컨조인트와 다구찌를 사용하여 각각의 최적설계 수준을 선택하게 된다. 우선 제품의 특성에 따라 설계변수의 치수를 적절한 수준으로 나누고 변수의 개수와 수준의 개수에 맞는 직교 배열표를 선정한다. 이후 직교 배열표에 해당하는 제품들에 대한 실험을 하고 컨조인트와 다구찌를 시행하게 된다. 컨조인트는 설계 요소의 수준 중에 고객의 효용도가 높은 수준을 선택하게 되며 다구찌는 설계 요소의 수준 중에 SN비가 높은 수준을 선택하게 된다.

여기서 중요하게 고려해야 할 점은 잡음(noise)이다. 컨조인트와 다구찌가 같은 직교 배열표와 데이터를 이용하지만 잡음에 대한 분석은 다구찌에만 적용된다. 이때 잡음의 정의에 따라 다구찌의 SN비 분석 결과에 차이가 있게 되며 제품의 최적조건이 달라질 수 있다. 예를 들면 제품 외부 잡음의 경우로 사용자의 신체특성이나 성별, 나이에 따라 같은 제품에 대한 만족도가 다르게 나타나게 된다. 이를 고려하지 못하고 설계된 제품은 설계요소들이 이상적인 최적 조건을 가지고 있더라도 품질의 변동이 심하여 고객 만족도에 부정적인 효과를 주게 되는 것이다. 따라서 제품 설계의 목적에 해당하는 품질에 가장 크게 변동을 가져다주는 잡음을 판단하고 선정하는 문제가 중요하다.

3.2.3 Step 3 : 두 최적조건의 상충관계 비교 분석

이 단계에서는 앞에서 결정한 두 최적조건의 결과의 차이를 비교한 후 두 결과의 상충관계를 분석한다. 분석은 컨조인트의 효용함수로 다구찌의 최적조건을 측정하고 다구찌의 SN비로 컨조인트의 최적조건을 측정함으로 이루어진다. 그런 후 컨조인트와 다구찌 최적조건의 효용값 차이와 SN비 차이를 구한다. 이때 효용값과 SN비는 척도가 다르기 때문에 두 차이를 비교하기 위해서 각 측정값들을 표준 정규화를 통해 z값으로 변화시켜 값의 차이를 z0로 나타낸 후 비교하도록 한다.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \tag{5}$$

- μ: x의 평균
- σ: x의 표준편차

위의 식은 모든 정규분포를 평균이 0, 표준편차가 1인 표준 정규분포로 변화시켜 평균과 표준편차가 다른 정규분포의 x값들을 서로 비교할 때 사용될 수 있다. 이러한 결과로 효용값의 차이가 SN비의 차이보다 크면 제품의 특성이 효용값에 더 민감하며 컨조인트의 최적조건을 선택했을 때 얻는 효용값의 크기가 SN비의 손실의 크기보다 크다고 할 수 있다. 반대로 SN비의 차이가 더 크다면 다구찌를 선택할 때 얻는 SN비의 크기가 효용값의 손실의 크기보다 크다고 할 수 있다.

따라서 컨조인트와 다구찌의 최적조건에 따른 효용값과 SN비의 차이를 측정하여 두 기법의 상충관계를 분석한 후 우선으로 실행해야 할 기법을 선택할 수 있다.

3.2.4 Step 4 : 순차적 통합

앞 단계에서 측정한 결과 효용값의 차이가 SN비의 차이보다 크게 나타날 경우 우선 컨조인트를 통해 대략적인 범위의 최적 설계수준을 구한 후 선택된 수준 내에서 다구찌를 통해 구체적인 수준을 정하게 된다. 이는 제품의 만족도를 우선으로 높이는 범위 내에서 품질의 변동을 최소화 시킬 수 있는 최적조건을 도출 할 수 있다. 반대로 SN비의 차이가 효용값 보다 크게 나타날 경우 다구찌를 통해 대략적인 범위의 최적 설계수준을 구하고 선택된 수준 내에서 컨조인트를 사용하여 구체적인 수준을 정할 수 있다. 이는 품질의 변동을 우선으로 줄이는 범위 내에서 고객의 만족도를 최대화 할 수 있는 최적조건을 도출 하게 되는 것이다. 이러한 결과는 Table 1과 같은 예시로 설명할 수 있다. 이는 설계요소 A,B의 치수의 크기를 두 가지 범주로 나누어 수준 1과 2로 명시하고 선택한 것이다. 따라서 대략수준 설계 단계와 구체수준 설계 단계를 거치게 되면 각 설계요소는 최종적으로 4개의 범주 중에 하나인 최적 조건을 선택할 수 있다.

[Table 1] 순차적 통합 결과

i) 효용값 차이 크기(o) > SN비 차이 크기(o)				ii) SN비 차이 크기(o) > 효용값 차이 크기(o)			
대략 수준	구체 수준	최적조건		대략 수준	구체 수준	최적조건	
컨조인트	다구찌	설계 요소A	설계 요소B	다구찌	컨조인트	설계 요소A	설계 요소B
2	2			2	2		
	1		○	2	1	○	
1	2	○		1	2		○
	1			1	1		

이는 제품에 따라 고객의 만족도와 품질의 강건함에 대한 중요도를 달리하여 두 가지 장점을 절충시키는 방법으로 컨조인트와 다구찌의 상충관계를 해결하는 통합 설계 방법이다.

4. Illustration : 자동차 내부 설계

사례분석은 운전자가 차량 내부에서 개방감을 최대로 느끼게 하는 자동차 내부 설계 요소들의 최적조건을 찾는 것이다.

4.1 데이터(data)

1차 실험은 운전경험이 있는 20~35세 남성 25명이 30종의 세단에 탑승하여 운전석에서 느껴지는 개방감과, 관련된 감성 11가지에 대한 만족을 100점 척도로 평가하고 운전자 시야에 들어오는 설계요소 24가지에 대해 9점 척도로 평가한다. 2차 실험에서는 분석을 통해 선택된 설계요소로 직교 배열표를 작성하고 조건에 맞는 8개의 차량에 11명의 피실험자가 탑승하여 선택된 설계요소에 대해 기본 자세를 포함한 전, 후, 상, 하의 5가지 운전 자세에 따라 1차 실험과 같은 방법으로 평가한다. Table 2는 측정된 감성의 종류와 정의를 나타내며 Table 3은 운전석 내부의 24가지 설계 요소를 나타낸다.

[Table 2] 감성

변수	감성	정의
f1	친근감	거부감 없이 가깝게 느껴지는 정도
f2	안락감	편안한 정도
f3	상쾌함	기분이 아주 시원하고 산뜻한 정도
f4	참신함	신선하고 새로운 정도
f5	만족감	만족스러움의 정도
f6	압박감	마음이 답답하고 좁게 내리 눌러진 정도
f7	거리감	시각적으로 보여 지는 거리의 정도
f8	인식성	시각적으로 보여 지는 시야의 느낌의 정도
f9	역동감	역동적이고 활동적인 느낌의 정도
f10	공간감	마음이 넉넉하고 시각적으로 넓게 보여 지는 정도
f11	개방감	공간적으로 자유롭게 트여진 느낌의 정도

[Table 3] 설계요소

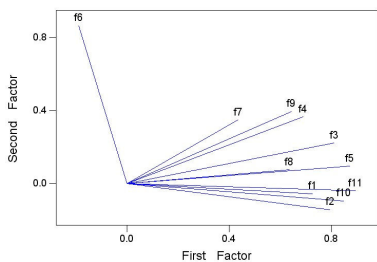
변수	설계요소	변수	설계요소
x1	세라믹 코팅 보이는 양	x13	A필라 경사도
x2	오버헤드 콘솔 볼륨	x14	A필라 볼륨
x3	천장까지 높이	x15	핸들 거리
x4	헤드라이닝 끝단 위치	x16	센터페시아 기울기
x5	선바이저 볼륨	x17	케이지클러스터 볼륨감
x6	인사이드 리뷰어 위치	x18	우측콘솔박스의 높이
x7	마운틴스테이 형상	x19	센터페시아 볼륨
x8	클러스터 하우징 높이	x20	스티어링휠의 중앙부위
x9	클러스터 하우징 전후 간격	x21	도어 높이
x10	후드 양	x22	도어 공간
x11	원월드 거리	x23	도어 트림
x12	원월드 기울기	x24	미러 거리감

4.2 다변량 분석이 통합된 HOQ 작성

우선 다변량 분석과 통합된 HOQ를 작성함으로 고객 니즈를 만족시키기 위하여 고려해야 할 중요 설계요소를 선택한다.

4.2.1 고객 니즈(customer needs)

고객 니즈는 설계의 목적에 따라 개방감으로 정의한다. 하지만 개방감의 정의가 모호하므로 개방감을 보조하여 설명하는 역할을 할 수 있는 세부 감성을 추가적으로 선택 하고자 한다. 따라서 11개의 감성에 대한 설문 결과를 요인분석 한 결과는 Fig. 5와 같이 나타나며 개방감(f11)과 세부 감성들 간의 상관관계는 Table 4와 같이 나타난다.



주성분 분석과 Kaiser 정규화가 있는 베리맥스 [Fig. 5] 감성의 요인분석

[Table 4] 감성의 상관분석

	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	f11
f11	.599 (**)	.684 (**)	.655 (**)	.556 (**)	.755 (**)	-.170 (**)	.424 (**)	.564 (**)	.531 (**)	.773 (**)	1

** p<0.01 * p<0.05

요인분석 결과를 통해 압박감(f6)이 독립적인 요인으로 큰 영향을 나타내고 있음을 알 수 있으며

상관분석의 결과를 통해 공간감(f10)이 개방감(f11)과 가장 높은 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있다. 따라서 개방감을 보조하기 위하여 추가적으로 공간감과 압박감을 고객 니즈로 선택하도록 하며 이는 추후 설계요소들의 최적조건을 선택할 때 보완적으로 사용된다.

4.2.2 제품 특성(product characteristics)

다음으로 제품 특성을 정하기 위하여 24개의 설계요소의 설문 결과에 대한 요인분석을 실시한다. 이때 요인분석 결과에서 각 요인을 대표할 수 있는 중요한 변수만을 나타내면 Table 5와 같다.

[Table 5] 설계요소의 요인분석

설계요소	성분						
	1	2	3	4	5	6	7
x3	.685	.012	.123	.053	.003	-.040	-.013
x6	.625	.094	-.101	.038	.053	.101	-.083
x4	.622	-.015	-.076	-.017	-.105	-.023	-.082
x2	.014	.642	.030	-.005	.132	-.100	-.104
x10	-.103	.496	-.447	-.025	.030	.226	.059
x14	.001	.478	.136	.345	-.060	-.040	-.069
x9	.024	.051	.653	-.087	-.049	.021	.380
x8	.076	-.059	.545	-.008	.115	-.200	-.170
x13	.058	.030	-.130	.744	.095	-.124	-.077
x12	-.025	.045	.084	.707	.025	-.007	.123
x23	.021	-.052	.059	.056	.719	.208	-.041
x16	-.002	.156	.081	.203	-.159	-.612	.118
x21	.209	.247	.088	-.090	-.066	-.059	-.659

주성분 분석과 Kaiser 정규화가 있는 베리맥스

위의 결과를 살펴보면 요인1의 경우 운전석에 바라보았을 때 상방시야에 위치한 설계요소가 중요변수로 나타나고 있음을 알 수 있다. 따라서 각 요인들이 운전자의 시야방향을 나타내고 있음을 알 수 있고 각 요인들을 대표하는 중요변수인 x2, x3, x4, x6, x8, x9, x10, x12, x13, x14, x16, x21, x23를 선택 하였다.

4.2.3 상관 행렬(relationship matrix)

앞에서 고객 니즈로 선택된 개방감, 공간감, 압박감의 3개의 감성을 종속변수로 하고 13개의 설계요소를 독립변수로 하는 회귀분석을 통해 얻어지는 계수의 절대값을 비계층적 군집화의 방법으로 계수의 크기에 따른 3개의 군집으로 나누어 차례로 1,3,5점을 부여하며 이때 변수의 p값이 유의하지 않게 나오는 변수는 0점을 부여 한다. 이는 계수의 크기가 클수록 영향력이 크기 때문이다. Table 6은 회귀분석과 군집분석을 통한 점수 부여 결과이다.

이렇게 마케팅 영역의 입장에서 선택된 고객 니즈, 제품특성, 상관점수를 HOQ에 기입하고 여기에 제조 영역의 지식을 반영하여 상관점수를 조정하면 Fig. 6과 같은 HOQ를 작성할 수 있다. 제조 영역의 지식은 실험을 의뢰한 기업에 종사하는 R&D 전문가의 의견을 반영하는 것이며 이를 바탕으로 마케팅 영역의 상관 행렬 결과를 수정 보완하도록 하였다. 고객 니즈의 중요도(importance)는 설계 목표인 개방감을 2로 정하고 개방감을 보조하는 감성인 공간감, 압박감을 1로 정했으며 설계 요소들 간의 상관관계는 크지 않게 나타나기 때문에 하우스의 지붕은 나타나지 않았다.

[Table 6] 회귀분석과 군집분석을 통한 점수부여

종속 변수	개방감		공간감		압박감							
	계수	p-value	계수	p-value	계수	p-value						
(상수)	55.747	.000	-	-	48.006	.000	-	-	80.711	.000	-	-
x2	.565	.032	3	1	.699	.010	3	1	.047	.911	-	0
x3	1.414	.000	1	5	1.525	.000	1	5	-1.803	.002	2	3
x4	.031	.933	-	0	-.011	.977	-	0	-1.054	.073	-	1
x6	.935	.027	2	3	1.122	.010	2	3	-3.805	.000	1	5
x8	-.321	.363	-	0	-.280	.439	-	0	-.599	.287	-	0
x9	-.227	.479	-	0	-.213	.517	-	0	-1.054	.040	3	1
x10	.822	.001	2	3	.443	.071	3	1	-.255	.505	-	0
x12	.468	.165	-	0	.365	.291	-	0	.921	.088	3	1
x13	-.427	.256	-	0	-.114	.766	-	0	-.851	.156	-	0
x14	-.547	.134	-	0	-.206	.580	-	0	-1.134	.051	3	1
x16	-.647	.011	3	1	-.287	.267	-	0	.292	.469	-	0
x21	-.318	.452	-	0	-.008	.985	-	0	1.205	.074	3	1
x23	.765	.014	2	3	.858	.007	2	3	.811	.103	-	0

		product characteristics															
custo mer needs	impor tance	x2	x3	x4	x6	x8	x9	x10	x12	x13	x14	x16	x21	x23			
		개방 감	2	△	◎	◎	△			○			◎	△	◎	○	
공간 감	1	△	◎		△	◎		△				○		○			
압박 감	1		○	△	◎	◎	△		△		△	◎	△				
overall weighting		3	18	11	8	10	1	7	1	0	11	10	11	9			
target value																	

(◎:5 ○:3 △:1)

[Fig. 6] 품질의 집(HOQ)

위에서 작성한 HOQ를 통해 점수가 높은 차례대로 6개의 설계요소인 x3, x4, x14, x21, x16, x8을 선정한다. 그리고 파라미터 설계 수준인 목표값(target value)을 정하기 위하여 선택된 설계요소를 이용하여 컨조인트 분석과 다구찌 분석의 파라미터 최적 조건 설계를 실시한다.

4.3 직교 배열표 작성

HOQ를 통해 선택된 6개의 설계 요소를 이용하여 각 설계요소의 설계수치에 대한 2수준의 직교 배열표를 만들고 각 수준에 적합한 차량을 선정하면 Table 7과 같은 표를 만들 수 있다.

[Table 7] 직교 배열표

	x21	x4	x3	x8	x14	x16
차량 A	1	1	1	1	1	1
차량 B	1	1	1	2	2	2
차량 C	1	2	2	1	1	2
차량 D	1	2	2	2	2	1
차량 E	2	1	2	1	2	1
차량 F	2	1	2	2	1	2
차량 G	2	2	1	1	2	2
차량 H	2	2	1	2	1	1

이때 수준 1은 일반 세단 차량의 평균값보다 작은 값을 의미하며 수준 2는 평균값보다 큰 값을 의미한다. 이러한 값은 차량 설계 CAD Data를 이용하여 선정하게 되며 예를 들어 차량의 도어높이(x21)의 수준이 1인 차량의 경우의 CAD data의 값

이 429.3~445이며 수준이 2인 차량의 경우 455~481인 경우를 나타내고 있다.

4.4 컨조인트를 통한 최적 조건 설계

앞에서 작성된 직교배열표에 맞추어 2차 실험을 하고 그 결과를 가지고 개방감, 공간감, 압박감에 대한 컨조인트 분석을 하여 세 가지 감성별로 속성 수준의 효용값이 높은 최적조건을 선택하면 Table 8과 같다. 그리고 각 최적조건의 전체 효용값을 예측 할 수 있다.

[Table 8] 감성별 컨조인트 최적조건

설계 요소	x21	x4	x3	x8	x14	x16	효용 값						
감성 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	값						
개방 감	1	8.46	1	4.53	2	18.83	2	5.84	1	17.52	1	44.82	2.5023
공간 감	1	12.90	2	2.49	2	30.47	1	29.41	1	5.79	1	18.94	3.3754
압박 감	1	9.59	1	22.69	2	25.63	2	11.63	1	8.68	1	21.78	2.9153

세 감성의 결과를 종합한 최종조건을 결정할 시에는 개방감을 중심으로 하되 개방감에서 중요도가 현저히 낮게 나타나는 설계요소인 x4의 경우는 상대적으로 중요도가 높은 압박감의 최적수준을 선택하여 보완하고 x8의 경우 공간감의 최적 수준을 선택하여 보완하도록 한다. 이렇게 최종적으로 선택된 컨조인트의 최적조건은 Table 9와 같다.

[Table 9] 종합 컨조인트 최적조건

설계변수	x21	x4	x3	x8	x14	x16	효용값
최적조건	1	1	2	1	1	1	2.2101

4.5 다구찌를 통한 최적 조건 설계

이 실험에서는 2차 실험에서 기본, 전, 후, 상, 하로 측정된 운전 자세의 변화를 잡음으로 정의하고 SN비는 운전자세의 변화에 비해 설계요소의 조건이 감성에 영향을 미치는 정도를 나타내게 된다. 그리고 SN비가 크게 나타나는 최적 수준 조건을 찾아낸다. 개방감과 공간감은 크면 클수록 좋은 망대특성이며 압박감의 경우는 점수가 낮을수록 좋은 망대특성이다. 3가지 감성에 대한 다구찌의 결과를 요약하면 Table 10과 같다.

[Table 10] 감성별 다구찌 최적조건

설계 요소	x21	x4	x3	x8	x14	x16	SN 비						
감성 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	최적중요 조건	비						
개방 감	1	8.81	1	27.19	1	0.45	2	19.98	2	8.78	2	34.80	36.867
공간 감	1	14.33	1	35.22	1	4.81	2	28.95	2	5.53	1	11.17	37.190
압박 감	2	13.37	2	15.21	1	23.31	1	14.91	2	30.58	2	2.62	-30.288

세 감성의 결과를 결합한 최종조건을 결정할 시에는 컨조인트와 마찬가지로 개방감을 중심으로 하고 중요도가 낮게 나타나는 설계요소는 다른 감성의 결과로 보완한다. 이렇게 최종적으로 선택된 다구찌의 최적조건은 Table 11과 같다. 특히 다구찌의 경우 개방감의 최적조건과 종합 최적조건이 일치함

을 알 수 있다.

[Table 11] 종합 다구찌 최적조건

설계변수	x21	x4	x3	x8	x14	x16	SN비
최적조건	1	1	1	2	2	2	36.867

4.6 두 최적조건의 비교와 상충관계 분석

위에서 분석한 컨조인트와 다구찌 결과를 비교해 봄으로써 해서 마케팅 영역과 제조 영역의 파라미터 설계 방법의 차이를 비교해 보도록 한다. 우선 각 감성별 결과를 통해 비교하면 Table 12와 같고 종합 최적조건을 비교하면 Table 13과 같다.

[Table 12] 감성별 최적조건 비교

	x21		x4		x3		x8		x14		x16	
	최적중요 조건	도	최적중요 조건	도	최적중요 조건	도	최적중요 조건	도	최적중요 조건	도	최적중요 조건	도
컨조인트 개방감	1	8.46	1	4.53	2	18.83	2	5.84	1	17.52	1	44.82
다구찌 개방감	1	8.81	1	27.19	1	0.45	2	19.98	2	8.78	2	34.79
컨조인트 공간감	1	12.90	2	2.49	2	30.47	1	29.41	1	5.79	1	18.94
다구찌 공간감	1	14.33	1	35.22	1	4.81	2	28.95	2	5.53	1	11.17
컨조인트 압박감	1	9.59	1	22.69	2	25.63	2	11.63	1	8.68	1	21.78
다구찌 압박감	2	13.37	2	15.21	1	23.31	1	14.91	2	30.58	2	2.62

[Table 13] 종합 최적조건 비교

설계변수	x21	x4	x3	x8	x14	x16
컨조인트	1	1	2	1	1	1
다구찌	1	1	1	2	2	2

위의 결과를 살펴보면 컨조인트와 다구찌의 최적 수준이 매우 다른 경향을 나타내고 있으며 설계요소의 중요도 역시 다르게 나타남을 알 수 있다.

다음으로 두 최적조건의 교환조건의 정도를 알아 보기 위해 두 최적조건의 효용값과 SN비를 구하고 효용값과 SN비 값의 차이를 앞에서 설명한 식(5)를 사용하여 zo로 나타낸다. 감성별 측정된 결과는 Table 14에서 확인할 수 있고 종합 최적조건에 대한 측정은 Table 15에서 확인할 수 있다.

[Table 14] 감성별 최적조건에 대한 교차 평가

감성	측정방법	컨조인트	다구찌	차이
개방감	효용값	2.5023	-1.5599	2.8716σ
	SN비	36.5116	36.8673	1.4709σ
공간감	효용값	3.3754	-1.226	2.6259σ
	SN비	34.6363	37.1903	2.5766σ
압박감	효용값	2.9153	-2.9153	4.2382σ
	SN비	-37.3870	-30.2875	4.0173σ

[Table 15] 종합 최적 조건에 대한 교차 평가

측정방법	컨조인트	다구찌	차이
효용값	2.2101	-1.5599	2.6650σ
SN비	36.3502	36.8673	2.1383σ

두 최적조건의 효용값과 SN비의 차이를 비교한 결과 모든 경우에 효용값의 차이가 SN비의 차이보다 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 특히 개방

감의 경우 효용값의 차이가 2.8716σ로 SN비의 차이인 1.4709σ 보다 높게 나타나며 종합 최적조건에서도 효용값의 차이가 2.6650σ로서 SN비 차이인 2.1383σ보다 높게 나타남을 알 수 있다. 따라서 자동차 내부 설계를 위한 개방감 설계에 있어서 효용값이 SN비 보다 민감하게 작용함을 알 수 있다.

4.7 순차적 통합에 의한 최적조건

앞에서 효용값의 차이가 SN비 값의 차이보다 크게 나타났으므로 대략적인 수준의 컨조인트 최적조건 설계를 한 후 선택된 최적조건 안에서 다구찌 최적조건을 적용시키면 Table 16과 같은 결과를 얻을 수 있다. 실제로 통합 프로세스에 의하면 컨조인트 최적조건 내에서 다시 2수준으로 나누어 실험한 후 다구찌 최적조건을 구해야 하지만 이 사례에서는 설계 수준이 2수준이기 때문에 설계치수가 클수록 좋거나 작을수록 좋다고 가정하고 이전에 컨조인트와 비교하기 위해 실행한 Table 13의 다구찌의 최적조건을 그대로 반영하도록 한다.

[Table 16] 통합 파라미터 설계 프로세스 결과

대략수준		구체수준					
컨조인트	다구찌	도어 높이 (x21)	헤드 라이닝 위치 (x4)	천장 높이 (x3)	클러스터 하우징 높이 (x8)	A필라 볼륨 (x14)	센터 페시아 기울기 (x16)
2	2				○		
1	2					○	○
	1	○	○				

이렇게 나온 결과는 고객이 운전석에 탑승하였을 때 개방감에 대해 어느 정도 만족하게 느끼면서 운전석의 위치를 조정하더라도 개방감에 대한 만족이 크게 변하지 않는 제품설계라고 할 수 있다.

5. Discussion

5.1 통합 해결방안의 장점

통합 해결방안의 장점은 컨조인트와 다구찌의 목적을 동시에 이루는 타협점을 제시해 주어 순차적으로 이루어지게 함으로써 두 기법의 목적과 장점을 모두 잃지 않는다는 것이다. 기존의 연구처럼 선택적으로 컨조인트와 다구찌를 사용할 경우 고객 만족을 최대로 하는 설계와 품질의 변동이 적은 설계의 결과가 다르게 나타나므로 다른 하나의 장점을 잃고 균형적인 설계를 하지 못하게 된다. 하지만 통합 해결방안으로 설계할 경우 이러한 상충관계를 극복 할 수 있게 된다. 우선 컨조인트의 효용값이 최대가 되는 대략적인 수준 내에서 다구찌를 사용할 경우 제품을 택하는 고객이 제품에 대해 어느 정도의 높은 만족도를 가짐과 동시에 제품 품질의 변동에 의해 크게 느끼지 않도록 할 수 있다. 또한 다구찌의 품질변동이 최소가 되는 대략적인 수준 내에서 컨조인트를 사용할 경우 고객이 제품에 대해 우선적으로 품질이 강건하다고 느낄 수 있으며 동시에 최소한의 고객의 만족을 충족시키는 제품을 설계할 수 있는 것이다.

5.2 통합 해결방안의 적용과 확장방안 제시

본 연구에서 제시한 통합 해결방안은 제품의 특

성과 설계 목적과 기업의 전략에 따라 다양하게 응용되고 확장되어 사용 될 수 있으며 대략적인 가이드라인을 다음과 같이 제시할 수 있다.

첫째, 제품의 특성에 따라 적용할 수 있다. 제품 설계의 정밀도가 높아야 하는 제품의 경우 속성의 수준의 개수를 크게 하여 한 수준이 나타내는 범위를 좁힐 수 있고 정밀도가 적게 필요한 제품 설계의 경우 수준의 개수를 줄여 한 수준이 나타내는 범위를 크게 할 수 있다. 둘째, 제품 설계의 목적에 따라 적용할 수 있다. 이는 설계자의 목적이 제품의 효용도와 품질의 강건함 중에 어느 것에 초점을 맞출 것인지에 대한 판단에 따라 컨조인트 최적조건 수준의 개수와 다구찌 최적조건 수준의 개수를 탄력적으로 변화시켜서 컨조인트와 다구찌 설계의 정밀함에 차이를 둘 수 있다. 셋째, 기업의 전략에 따라 다르게 적용할 수 있다. 기업의 제품이 시장 점유율(market share)을 더 확보해야 하는 상황이라면 제품 수용도를 높이기 위해 컨조인트를 우선으로 사용하고 그 수준을 세밀하게 할 필요가 있으며 현재 제품이 차지하고 있는 시장점유율을 지켜야 하는 상황이라면 제품의 품질이 강건한 제품을 만들기 위해 다구찌를 우선으로 하여 그 수준을 세밀하게 적용할 수 있을 것이다. 따라서 이러한 방법으로 설계의 순서와 설계 수준의 크기를 조정하여 유연성 있는 접근으로 제품 설계자나 기업의 신제품개발에 있어서 다양한 목적을 이룰 수 있다.

6. Conclusion

본 연구에서는 마케팅 영역(marketing domain)과 제조 영역(manufacturing domain)을 대표하는 컨조인트 분석과 다구찌 방법을 비교함으로써 두 영역의 신제품 개발 프로세스를 비교하며 상충관계를 확인하고 이를 해결하기 위해 통합적 해결방안을 제시하였다. 이는 기존의 연구들처럼 두 방법론을 선택하여 사용하는 것이 아니라 마케팅 영역에서 추구하는 이상적인 조건의 고객 지향적인 설계와 제조 영역에서 추구하는 잡음을 고려하여 품질 변동을 적게 하는 설계의 목적을 동시에 고려하여 두 기법을 순차적으로 사용하는 통합 설계 방안이다.

결과적으로 본 연구가 지니는 공헌을 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 마케팅 영역과 제조 영역의 관점의 차이를 컨조인트와 다구찌의 신제품 개발기법을 통해 접근하였다. 둘째, HOQ와 다변량통계 기법을 통합한 중요 설계변수 선택 방법을 제시하였다. 셋째, 컨조인트와 다구찌의 결과를 비교함으로써 두 설계 기법의 차이와 장단점을 검증하였다. 넷째, 컨조인트와 다구찌의 장점을 살릴 수 있는 통합적 해결방안을 제시하여 새로운 파라미터 설계 과정을 제안하였다. 다섯째, 기업이 통합적 해결방안을 적용할 수 있는 가이드라인을 제시하였다.

본 연구는 사례 검증을 위해 제시한 실증 연구에 대해 향후 연구가 필요할 것으로 예상된다. 예시의 경우 설계 요소 수준이 2수준이었고 목표값이 망대특성과 망소특성의 경우의 설계였기 때문에 더 복잡한 수준의 설계와 목표값이 망목특성인 설계의 경우에 대한 추가적인 검증이 필요할 것으로 보인다. 이를 통해 통합 해결방안의 현실 적용 가능성에 대한 근거를 더욱 확보할 수 있을 것이다.

참고문헌

- Chakravarty, A. K. (2001), *Market driven enterprise: Product Development, Supply Chain, and Manufacturing*, Wiley&Sons, NY.
- Chu, Y. F. (1996), A robust quality design model that integrated QFD and Taguchi method, *The 8th symposium on QFD*.
- Green, P. E., Rao, V. (1971), Conjoint measurement for quantifying judgement data, *Journal of Marketing Research*, **8**(3), 364-367.
- Green, P. E., Srinivasan, V. (1990), Conjoint analysis in marketing: New developments with implications for research and practice, *Journal of Marketing Research*, **54**(4), 3-19.
- Gustafsson, A. (1993), *QFD and conjoint analysis : The key to customer oriented products*, Linkoping studies in science and technology.
- Hauser, J. R., Clausing, D. (1988), The House of Quality, *Harvard Business Review*, **66**(3), 63-73.
- Katz, G. M. (2004), Practitioner note: A response to Pullman et al.'s(2002) comparison of quality function deployment versus conjoint analysis, *Journal of Product Innovation Management*, **21**(1), 61-63.
- Lakshmikantha, K. S., Shridhar, T. N., Sridhara, B. K. and Sreekanta Gupta, B. P. (2005), Application of conjoint analysis in new product development, *Product Development with Mechatronic Systems for Global Quality*.
- Lan Luo, P. K., Kannan, B. B. and Azarm, S. (2005), Design of robust new product under variability marketing meets design, *Journal of product innovation management*, **22**(2), 177-192.
- Mukhopadhyay, S. K., Gupta, A. V. (1998), Interfaces for resolving marketing, manufacturing and design conflicts a conceptual framework, *European Journal of Marketing*, **32**(2), 101-124.
- Nair, V. N. (1992), Taguchi's Parameter Design: A Panel Discussion, *Technometrics*, **34**(2), 127-161.
- Pullman, M. E., Moore, W. L. and Wardell, D. G. (2002), A comparison of quality function deployment and conjoint analysis in new product design, *Journal of Product Innovation Management*, **19**(5), 354-364.
- Shillito, M. L. (1994), *Advanced QFD: Linking Technology to Market and Company Needs*, Wiley&Sons, NY.
- Taguchi, G., Clausing, D. (1990), Robust Quality, *Harvard Business Review*, **68**(1), 65-70.
- Terninko, J. (1992), Synergy of Taguchi's philosophy with next generation, *The 4th symposium on QFD*.
- Terninko, J. (1997), The QFD, TRIZ and Taguchi connection : Customer-driven robust innovation, *The 9th symposium on QFD*.
- Yang, J. S., Yun, M. H. (2005), Priority decision of key technology element in new product development : An empirical comparison between QFD and Taguchi method, *International Journal of Innovation and Technology Management*, **2**(2), 171-196.