

다수의 주관적 요소와 객관적 요소를 고려한  
다특성치 강건설계

- The Robust Parameter Design of Multiple  
Characteristics with Multiple Objective  
and Subjective Attributes -

조용욱 \*

Cho Yong-Wook

박명규 \*\*

Park Myeong-Kyu

Abstract

The critical problem in dealing with multiple characteristics is how to compromise the conflict among the selected levels of the design parameters for each individual characteristic.

In this study, First, Methodology using SN ratio optimized by univariate technique is proposed and a parameter design procedure to achieve the optimal compromise among several different response variables is developed.

Second, to solve the issue on the optimal design for multiple quality characteristics, this study modelled the expected loss function with cross-product terms among the characteristics and derived range of the coefficients of the terms. The model will be used to determine the global optimal design parameters where there exists the conflict among the characteristics, which shows difference in optimal design parameters for the individual characteristics.

Third, this paper propose a decision model to incorporates the values assigned by a group of experts on different factors in weighting decision of characteristic. Using this model, SN ratio of taguchi method for each of subjective factors as well as values of weights are used in this comprehensive method for weighting decision of characteristic.

개요

전통적인 품질관리의 단점을 극복하기 위하여 설계과정에서 품질개선에 기여할

---

\* 명지대학교 산업기술연구소 전임연구원

\*\* 명지대학교 산업공학과

수 있는 기법으로서, 제품성능의 변동이나 부작용을 최소화시켜서 사회에 끼치는 총 손실을 최소화시키기 위해 수행되는 설계나 개발부서의 품질관리 활동을 오프라인 (Off-Line) 품질관리라 부른다.

품질관리의 발전추세로 볼 때 오프라인 품질관리가 최근에 더욱 강조되고 있다. 오프라인 품질관리 기법은 노력과 비용을 적게 들이면서 최적설계 조건을 근사적으로 비교적 쉽게 결정할 수 있는 방법으로서, 제품의 성능(특성치)변동을 줄이기 위해 잡음 그 자체를 통제하기보다는 성능변동이 잡음에 강건하도록 설계변수 값을 결정하는 방법이다.

이 방법을 강건한 파라미터 설계( Robust Parameter Design)라 한다. 품질설계의 중요성이 인식되어 80년대 초 다구찌가 실험계획법과 2차 손실함수를 근거로 다구찌 파라미터 설계 방법을 제안하였으며, 최근까지 생산현장에 이 기법이 많이 활용되고 있다.

제품의 특성치가 하나인 단일 특성치인 경우의 파라미터 설계 방법에 대해서는 기존에 많은 연구가 되어져 왔으나 특성치가 다수인 다특성치 파라미터 설계 방법은 아직까지 그다지 연구되어 있지 않다.

그러나 현실적으로 제품의 품질을 관리할 때 제품의 특성치를 여러 개를 동시에 고려할 때가 많으며, 다특성치 문제는 단일 특성치를 이용한 파라미터 설계 문제로 보낼 수 없는 경우가 많이 존재한다. 이러한 제품의 다수의 특성치를 동시에 최적화를 하고 싶을 때 이것들의 특성치의 합을 취해서 하나의 단일 특성치 문제로 다루는 것이 곤란한 최적문제를 다특성치 문제라 부른다.

어떤 제품의 특성치가 여러 개 있을 때 이 중에서 어느 하나의 특성치라도 소비자의 허용한계를 벗어나면 다른 모든 특성치가 최적인 상태에 있더라도 제품의 전체적인 입장에서 보면 소비자의 구매 호감도는 상당히 떨어지게 된다. 예를 들면, 자동차의 경우 다른 특성치, 가령 연비나 배기가스 중의 일산화탄소 함량 등은 최적 상태에 있더라도 브레이크 성능이 나빠 안전도가 기준에 미달된다면 그 자동차에 대하여 소비자의 구매 욕구는 크게 저하될 것이다. 이와 같이 다특성치의 파라미터 설계를 할 경우에는 단일 특성치일 때는 발생하지 않던 상충현상이 발생하게 된다. 이러한 상충현상은 단지 단일 특성치의 방법으로는 해결할 수 없는 문제점을 가지고 있다.

어떤 특성치는 다른 특성치를 포기하고서야 달성될 수 있는 것도 있다. 모든 특성치가 동시에 달성될 수 있으면 좋으나 그런 경우는 현실적으로 불가능한 일이다. 그러므로 어떻게 효율적으로 이러한 상충현상을 잘 절충하느냐가 중요한 문제중의 하나이다.

다구찌는 단일 특성치에 대한 변수설계 방법에 관하여 많이 언급하고 있으나 품질특성이 다수인 다특성치 경우에 대해서는 단일 특성치와 같은 구체적인 방법의 제시가 없고 단지 단일 특성치에 적용되는 방법들을 확장시켜 적용할 수 있다고 언급하고 있다.

제품설계에 관한 연구는 품질 특성치가 단일인 경우에 관한 이론이 대부분이며 다특성치에 관한 연구는 많지 않은 실정이다. 이는 다특성치의 경우 다구찌 방법의 적용이 어렵고, 특히 다특성치에서 개별특성치의 최적설계가 서로 상이한 상충현상이 발생하기 때문이다. 특성치나 설계변수의 수가 증가하면 증가할수록 이러한 현상이 발생할

가능성은 더욱 커진다.

이와 관련하여 본 연구에서는 다특성치 파라미터 설계에 있어서, 상충현상이 발생했을 때 절충할 수 있는 방법을 두 가지 방법으로 제안하였다.

첫 번째 방법은 단일 특성치에 대한 연구를 토대로 특성치가 다수인 경우로 확장하여 다특성치의 설계 방법에 대해 다구찌의 기본개념을 적용하여 상충현상이 발생했을 때, 이상해(idea solution)로부터 각 특성치별 상충인자의 수준조합과의 거리가 가까울수록, 반이상해(non-ideal solution)로부터 멀수록 좋은 대안이라는 개념을 이용하여 절충한 방법이다. 이 측도를 기준으로 상충된 다수의 특성치에 대한 최적수준을 결정하기 위한 방법을 개발하였으며 실제 사례를 통해 기존의 다특성치의 파라미터 설계방법들과 비교 분석하였다.

두 번째 방법은, 상충현상이 발생하는 다특성치 파라미터 설계의 경우 특성치 간의 상관관계를 고려한 기대손실을 최소화하는 방법으로써, 다특성치를 고려할 경우 특성치 간의 상관관계를 고려한 손실함수와 기대손실함수를 유도하였고 상충현상이 발생하는 파라미터 설계인자들의 수준을 특성치 간의 상관관계를 고려한 기대손실함수가 최소가 되도록 결정하는 방법을 제시하였다.

기존 연구 중에서 동승훈은 특성치 간에 상관관계가 없다고 가정하고 기대 가중손실을 최소화하는 방법을 제시하였다. 이 방법은 각 특성치 간의 상관관계가 없다고 가정하였기 때문에 상관관계가 존재할 때 이용하지 못하는 단점이 있다. 또한 망목 특성치인 경우에도 조정 전 기대 가중손실을 이용하여 최소화하는 방법을 제시하였다. 하지만 조정 전 품질손실에 의해 판단할 경우, 평균의 목표치로부터의 편차에 의해 크게 영향을 받을 가능성이 있다. 따라서 잡음에 대한 변동을 최소화할 수 있는 인자의 수준을 잘못 선택할 수 있다. 그러므로 조정인자가 존재할 경우에는 조정 후의 품질손실을 이용하여 최소화 해야한다. 그러므로 본 연구에서는 각 특성치의 상관관계를 고려한 기대 손실을 최소화하는 방법을 제시하였고, 또한 망목 특성치에 조정인자가 있는 경우 조정 후 기대손실을 최소화하는 방법을 제시하였다.

다음으로, 객관적 요소와 주관적 요소를 고려한 특성치의 상대적 중요도를 계산하는 방법을 제시하였다. 각 특성치마다 중요도가 다를 수 있기 때문에, 각 특성치에 가중치를 부여하는데 있어서 객관적인 요소와 주관적인 요소로 선별한 후, 객관적인 요소에 기대손실 개념과 엔트로피를 이용하여 객관적 요소값을 계산하고 주관적인 요소에는 주관적인 요소의 값과 요소의 가중치를 전문가의 그룹에 의해 값을 할당하여 통합하는 가중 합 모델을 제시하였다.

위의 세 가지 방법을 통합한 방법을 기준으로 상충된 다수의 특성치에 대한 최적수준을 결정하기 위한 방법을 개발하였으며, 기존사례를 이용하여 분석하였다.

## 참고문헌

- [1] 김성희, 의사결정론, 영지문화사, 1988.
- [2] 김육일, 강창욱, "다 특성 파라미터 설계의 평가척도에 관한 연구", 품질경영학회지, 제22권 제1호, pp. 122-132, 1994.
- [3] 동승훈, "성능 특성이 다수인 경우의 파라미터 설계에 관한 연구", 한국과학기술

- 원, 석사학위논문, 1990.
- [4] 박성현, “다구찌 방법을 중심으로 한 응용실험계획법”, 영지문화사, 1997.
- [5] 배영주, 김광수, 이진규, “EXTOPSIS 모형을 이용한 다중특성치의 파라미터 설계”, 품질경영학회지, 제24권 제3호, pp. 111-132, 1996.
- [6] 서순근, 최종덕, “다성능특성치에 관한 안정성설계”, 품질경영학회지, 제 22권 제 3호, pp. 34-53, 1994.
- [7] 이강인 “다구찌의 손실함수를 이용한 다망목특성을 가지는 의사결정문제의 선호 대안 결정”, 대한산업공학회지, 제24권 제4호, pp.493-502, 1998.
- [8] 조용욱, 박명규, “다특성치 파라미터 설계에 관한 방법론 연구 (사례연구 중심으로),” 공업경영학회지 제22권 제50집 pp. 171-181, 1999.
- [9] 조용욱, 박명규, “전문가 의견을 고려한 다특성치 파라미터 설계에 관한 연구,” 품질경영학회지 제27권 제2호 pp. 218-236, 1999.
- [10] 조용욱, “다수의 주관적 요소와 객관적 요소를 고려한 다특성치 강건설계”, 명지대학교 대학원, 박사학위논문, 1999.
- [11] 조용욱, 박명규, 김용범 “로봇선택을 위한 의사결정 모델 개발”, 안전경영과학회지, 제 1권 제 1호, pp. 91-100 1999.
- [12] 조용욱, 박명규, “특성치간의 상관관계를 고려한 다특성치 파라미터 설계”, 안전경영과학회지, 제 2권 제 1호, pp. 161-170 2000.
- [13] 조용욱, 박명규, “다요소를 고려한 다특성치 파라미터 설계방법”, 산업경영시스템학회지, 제23권 제55집, pp. 1-11, 2000.
- [14] 조용욱, 박명규, “다구찌 방법을 이용한 난연 ABS 사출공정의 최적조건 결정”, 안전경영과학회지, 제2권 제2호, pp. 167-176, 2000.
- [15] Elsayed, E. A., and Chen, A., “Optimum Levels of Process Parameters for Products with Multiple Characteristics,” *International Journal of Production Research*. Vol. 31, pp.1117-1132, 1993.
- [16] Harrington, E. C. Jr., “The Desirability Function,” *Industrial Quality Control* Vol. 21, No.10, pp.494-498, 1965.
- [17] Kapur, K.C. and CHO, B.R.(1996), “*Economic Design of the Specification region for Multiple Quality Characteristics*,” *IIE Transactions*, Vol. 28, pp. 237-248.
- [18] Pirrung, “ Optimization of Bond Strength and Contact.” ITT SWF(West - Germany), *Fourth Symposium on Taguchi Method*, American Supplier Institute, 1986.
- [19] Vining, S.G.G. and Myers, R.H., “Combining Taguchi and Response Surface Philosophies: A Dual Response Approach,” *Journal of Quality Technology*, Vol. 22, No.1, pp. 38-45, 1990.