

특수 설계 문제의 Axiomatic Design을 이용한 접근 An Approach of Special Design Problem; Using Axiomatic Design

*안정훈¹, #차성운¹, 김영호¹

*J. H. Ahn¹, #S. W. Cha(swcha@yonsei.ac.kr)¹, Y. H. Kim¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : Axiomatic Design, Angle, Rotation

1. 서론

공리 설계는 설계분야에 대한 과학적 기초를 확립하여 제품, 공정, 시스템, 조직체를 창조하기 위한 근본적인 기반을 제공하는 것을 목적으로 하는 설계 이론이다. 이 공리 설계는 두 가지 설계 공리인 ‘독립공리’와 ‘정보공리’를 이용하여 개념 설계 과정 중에 발생할 수 있는 여러 가지 복잡한 문제를 해결해 줄 뿐만 아니라, 설계를 할 때 나타나는 인자들의 상호 연관성을 확인시켜준다. 또한 설계행렬을 통하여 설계자는 올바른 설계안에 대한 수정방향을 제시받는다.

상기 설명한 공리설계의 활용방안은 ‘독립공리’에서 설계자가 쉽게 확인할 수 있다. 이 독립공리는 설계에 있어서 기능적 영역의 FRs와 물리적영역의 DPs 사이의 사상과정으로 정의 할 수 있으며, 그 관계는 수학적으로 표현이 가능하다.

이를 수학적으로 표현하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\{FR\} = [A]\{DP\}$$

설계의 특성들은 독립된 FRs의 집합으로 나타낼 수 있기 때문에 m개의 성분을 갖는 FR벡터로 취급할 수 있으며, DP도 마찬가지로 n개의 성분을 갖는 DP벡터를 구성되기 때문에 위의 식과 같이 표현할 수 있다. 일반적인 설계 문제에 있어서, FRs와 DPs는 그 수가 같은 즉 m과 n이 같아 설계행렬 [A]는 정방행렬의 꼴로 나타난다.

하지만 $m \neq n$ 의 경우 즉 FRs와 DPs의 수가 다른 경우는 특수한 경우의 설계문제으로써, 독립공리를 만족시키지 못하는 경우가 발생하는데, 이와 같은 경우에서의 접근법에 관련하여 본 논문에서 다를 것이다.

2. 독립공리의 벡터적 도식화

m과 n이 각각 2씩으로 같은 경우에, 벡터적 표기법에 따라 표현하면 그 도식은 다음과 같이 이루어진다.

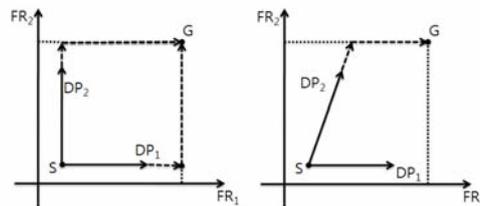


Fig. 1 Vector method for estimation of axiomatic design

$m=n$ 인 경우에 벡터적 도식에서 설계자는 손쉽게 FRs와 DPs의 상관관계를 알아 볼 수 있다.

$m \neq n$ 인 경우에는 벡터적 도식을 통해서 설계자는 FRs와 DPs의 상관관계를 알아보기 힘들다.

Fig. 2는 $m=2, n=1$ 인 경우, $m=1, n=2$ 인 경우를 각각 벡터적으로 표현한 도식이다.

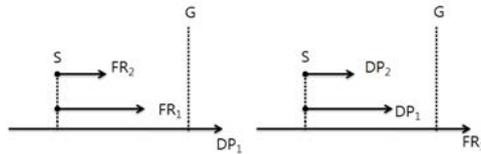


Fig. 2 Vector method for axiomatic design (special case)

하나의 성분에만 관계 되는 두 개의 성분이 존재하기 때문에 벡터적으로 표현하게 되면 평행하게 표현되고, 이에 따라, 표현된 FRs와 DPs는 설계자가 한눈에 알아보기 힘든 도식으로 나타나게 된다.

3. 회전을 이용한 도식화

본 논문에서는 이렇게 $m \neq n$ 인 설계 문제에서 기존의 벡터적 도식화에서는 표현하지 못했던 문제를 해결하고자 한다. 본 논문에서 제시하는 회전을 이용한 도식화는 설계행렬의 수식화를 다음과

같이 표현한다.

$$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ O & O \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{Bmatrix}$$

이와 같이 표현하는 이유는 설계행렬 각각의 요소를 정규화 시키기 위함이다.

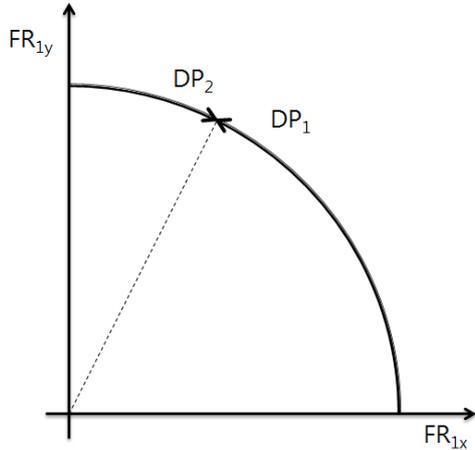


Fig. 3 Angle of rotation method for axiomatic design

설계행렬을 정규화 시킨 후의 DP들의 합으로 나타내어진 FR₁을 나타내는 직교평면에 DP₁과 DP₂는 FR₁을 나타내는 임의의 축 FR_{1x}와 FR_{1y}에서부터의 회전각으로 표시를 하게 된다. 이 회전각은 정규화된 설계행렬에서 계산되어진 각으로써 정규화를 설계행렬의 각 요소의 합이 $\frac{\pi}{2}$ 가 되도록 하여 Fig. 3과 같이 표현을 한다.

Fig. 3과 같이 표현을 하게 되면, FRs에 대하여 각각의 DP들의 요소가 차지하는 비율을 한눈에 명시할 수 있고, 이로 인하여 지배적인 DP를 선정할 수 있다.

4. 결론

기존의 Axiomatic Design의 독립공리 표현 방법에 있어서, 벡터적 표현방법은 지배적으로 사용되어 왔다. 하지만 그 벡터적 표기방법은 일반적 설계 문제에 대해서만 설계자가 그 이점을 가질 수 있지만, FRs와 DP들의 수가 다른 특수 설계 문제에 관해서는 그 표기법이 가지는 이점이 없었다. 하지만 본 논문에서 제시하는 회전각을 이용한 표기법을 이용한다면, FRs와 DP들의 수가 다른 경우에도, 각

FRs와 DPs 사이에 얼마나 비중을 차지하고 있는지, 앞으로 설계문제의 해결을 위해서 어떠한 설계 요소를 설정해야하는지의 방향을 나타낼 수 있는 다양한 이점이 발생하게 된다. 이는 다양한 설계문제에서 공리설계를 폭넓게 적용시킬 수 있는 초석이 될 수 있을 것이다.

후기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0011337)

참고문헌

1. Nam Pyo Suh, "Axiomatic Design - Advances and Applications", Oxford University Press, New York, 2001. ISBN 0-19-51346-4
2. Suh, N. P., "The Principles of Design," OxfordUniversityPress, NewYork,1990.
3. George B. Thomas, "Calculus 11th", Pearson Addison Wesley, ISBN 978-89-7088-307-6
4. 문용락, "공리적 접근을 이용한 설계평가도구의 개발", 연세대학교 석사학위논문
5. B.J. Jeon, S.W. Cha, K.S. Lee, "A Novel Approach for Estimation of Axiomatic Design Using RGB Color Coordinates", 2007, 한국정밀공학회 춘계 학술대회논문집
6. J.H. Ahn, S.W. Cha, "3-Dimensional Approach on Axiomatic Design", 2008, 한국정밀공학회 추계 학술대회논문집