

## 공리적 설계에서 정보량 계산 방법

신광섭\*(한양대 대학원 기계설계학과), 이정욱(한양대 최적설계기술연구센터),  
이상일(한양대 대학원 기계설계학과), 권용덕(한양대 대학원 기계설계학과),  
박경진(한양대 기계공학과)

주제어 : 공리적 설계(Axiomatic design), 성공의 확률(Probability of success), 정보량(Information contents),  
계단함수(Unit step function), 계층구조(Hierarchical systems)

공리적 설계는 미국 매사추세츠 공과대학의 서남표 교수에 의해 창출되고 보급되어 온 설계이론이다. 그러나 좀 더 정확히 말한다면 설계이론이라기 보다는 일반적인 공학적 과정에 적용할 수 있는 원리를 포함하는 설계프레임워크라 할 수 있다. 기계공학에서의 역학과 같이 설계를 하기 위해서는 과학적인 기본원리에 따라 설계해야 한다는 것이다. 그러므로 공리적 설계는 설계과정에서 설계자에게 과학적 원리를 제공하여 설계자가 이성적이고 논리적으로 설계를 진행할 수 있도록 하여, 시행착오를 줄이며, 좀 더 창조적이고 최상의 설계를 선택할 수 있도록 도움을 주는 것이다.

공리적 설계는 독립공리(Independence Axiom)와 정보공리(Information Axiom)의 두 가지 공리로 이루어져 있다. 제1공리인 독립공리는 기능요구(functional requirements, FRs)의 독립성을 유지하라는 것이다. 기능요구는 설계에서 “무엇을 이룰 것인가?”에 대한 공학적 정의라 볼 수 있다. 기능요구는 물리적 영역에서 설계파라미터(design parameter, DPs)를 정의하거나 선정함으로써 만족시킨다. 이때 각 기능요구에 해당하는 설계파라미터는 “그것을 어떻게 얻을 것인가?”에 대한 물리적인 대상이라 볼 수 있다. 즉, 독립공리는 복잡한 시스템을 설계할 경우, 적절한 설계파라미터(DPs)를 선정하여 주어진 기능요구(FRs)들을 독립적으로 만족시키는 설계가 좋은 설계란 의미이다. 일반적으로 독립공리는 설계 시 유용한 기준을 제공하여 좋은 설계를 할 수 있도록 유도하므로 다양한 분야에 적용된 바 있다 특히 최근에는 기계설계 분야 외의 소프트웨어 설계에 적용할 수 있도록 그 이론이 확장되었다.

제2공리인 정보공리(Information Axiom)는 설계 대상의 정보량(information content)을 최소화하라는 것이다. 이는 제1공리를 만족할 수 있는 복수의 설계를 발견했을 경우에, 그 중에서 성공의 확률(probability of success)로 정의되는 정보량을 최소화하는 설계를 선택하라는 의미이다. 정보량은 일반적으로 복잡성(complexity)을 의미하는데, 각 설계의 특성에 따라 다르게 정의할 수 있다. 현재까지는 일반적인 설계에 적용 가능한 지수로는 성공의 확률이 알려져 있다. El-haik와 Yang<sup>(1)</sup>은 설계의 정보량을 설계파라미터의 변동성(variability)의 향과 상호의존성(vulnerability)의 향으로 구분하여 복잡도를 측정할 것을 제안하였다. Frey등은 성공의 확률에 준하여 비연성화설계(decoupled design)에 대한 정보량 계산하는 방법을 제안하였다. Kar는 정보량을 통하여 공리적 설계와 다구찌 방법(Taguchi method)를 연계하여 설명하였다. 신광섭등은 공리적 설계에서 독립공리와 정보공리를 이용하는 설계과정을 제시하였다. 먼저 독립공리를 적용하여 비연성화설계를 구한 후, 정보공리에 따라 정보량을 최소화하는 설계안을 선택하였다. 그러나 실제 설계에서 정보공리를 적용하여 설계하기란 매우 어렵다. 이는 기능요구가 여러 개인 복잡한 시스템의 총 정보량을 계산하기가 어렵기 때문이다.

지금까지 연구가 이루어진 정보량의 계산 방법을 분류하여 설명하고, 모든 설계형태에 적용할 수 있는 범용적인 방법을 제안한다. 또한 실제 복잡한 시스템의 정보량을 계산하는 방법을 제시하고자 한다.