

직교배열표를 이용한 산업디자인 적용 모델에 관한 연구

A study on industrial design application model based on orthogonal arrays

홍성수

한양대학교 산업디자인학과

Hong, Seong-Soo

Dept. of Industrial Design, HYU

한정완

한양대학교 산업디자인학과

Han, Jung-Won

Dept. of Industrial Design, HYU

• Key words: Orthogonal Arrays Tables, Industrial Design Process

1. 서 론

디자인 프로세스에서 볼 때 제품의 개발단계에서는 제품에 대한 많은 정보, 기술 및 고려사항들이 제시된다. 그러나 디자인 프로세스에서 이러한 고려사항을 모두 충족시켜 디자인적 측면 뿐만 아니라 기능적측면까지 우수한 제품을 설계하기 위한 정확한 정보를 얻기란 쉬운 일이 아니다.

제품의 디자인이나 기능을 향상시키기 위해서는 고려해야 할 인자가 많다. 인자수가 너무 많을 때는 주효과와 기술적으로 의미 있는 2인자 교호작용을 제거함으로써 실험횟수를 감소시킬 수 있는데, 이때 엔지니어들이 많이 사용하는 방법이 직교배열표(Tables of Orthogonal Arrays)이다.

이에 본 연구에서는 직교배열표를 통한 문제 해결 가능성에 대해서 제안하고자 한다. 특히, 디자인 프로세스의 동시화로 디자인 요소와 엔지니어링 요소가 적용될 수 있는지에 대해서 알아보고자 한다. 또한 제품의 형태나 모양이 어떤 것이 좋은지, 기능과 성능은 어떻게 해야 되는지, 반응의 조건은 어떻게 해야 하고 어느 정도로 결정하면 좋은지 등에 관해서 실제적인 방법의 이론적 근거를 제시하고자 한다.

따라서 산업 디자인에서 최적의 고려사항을 도출할 수 있는 방법을 제시함으로써 디자이너들이 제품개발에 있어서 좀더 완성도가 높고 우수한 품질을 보유한 제품을 개발할 수 있도록 정확한 판단을 내리는데 도움을 줄려고 한다.

2. 직교배열표

디자인 프로세스에서 제품을 분석하고 조사, 실험하는 하는 목적은 어떤 방침이나 방법을 결정함에 있어서 정확한 판단을 내리는데 도움이 될 수 있는 정보를 얻기 위한 것이다.

그 중에서도 제품의 디자인적 측면과 엔지니어링 측면을 함께 고려해서 불량률을 줄이려면 생각해야될 인자가 수가 많다.

이에 본 연구에는 고려해야 할 인자의 수가 많을 경우에는 직교배열표를 이용한 문제 해결 가능성에 대해서 말하고자 한다. 직교배열표(Orthogonal Arrays Tables)는 큰 그물을 쳐서 주효과와 기술적으로 보아서 있을 것 같은 2인자 교호작용을 검출하고, 기술적으로 없으리라고 생각되는 2인자 교호작용 및 고차의 교호작용에 관한 정보를 희생시켜, 실험횟수를 적게 할 수 있는 실험계획을 간단히 짤 수 있도록 만들어 놓은 표이다. 직교배열표에는 2, 3, 4, 5 수준계 및 혼합수준계가 있으나, 본 연구에서는 일반적으로 널리 사용되는 2수준계에

대해서 다루기로 한다. 2수준 직교배열표는 일반적으로 $L_2^m(2^{2^m-1})$ 으로 나타낸다. 여기서 $m=20$ 이상의 정수, 2^m =실험의 크기, $2=2$ 수준계, 2^{2^m-1} =열의 수= 배치 가능한 최대의 요인의 수, L = 직교배열표를 Latin Square(라틴 방정식)이라는 의미이다. 표1은 $L_8(2^7)$ 에 해당하는 예를 보여주고 있다.

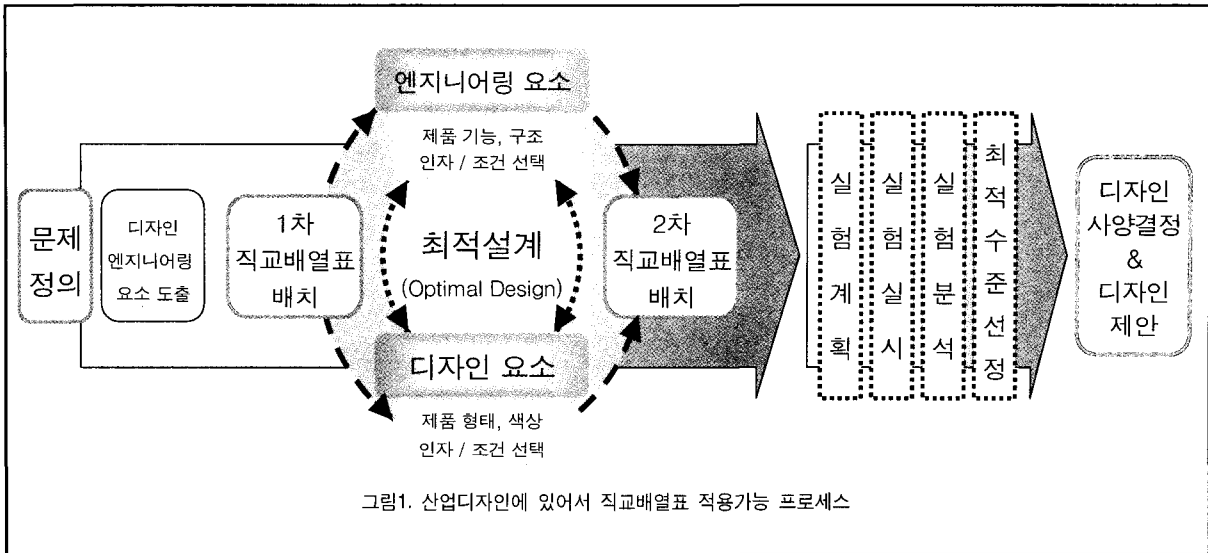
표 1. $L_8(2^7)$ 직교 배열표

실험번호	열 번호							데이터
	1	2	3	4	5	6	7	
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	1	1	1	1	
3	0	1	1	0	0	1	1	
4	0	1	1	1	1	0	0	
5	1	0	1	0	1	0	1	
6	1	0	1	1	0	1	0	
7	1	1	0	0	1	1	0	
8	1	1	0	1	0	0	1	

직교배열표는 인자가 많은 경우에 실험의 횟수를 적게 하면서도 모든 인자를 포함한 일부 실시법을 용이하게 배치할 수 있다. 각각의 데이터는 취급한 인자에 관한 정보를 포함하고 있다. 그러나 직교배열에 있어서 정확히 균형이 잡혀 있으므로, 하나의 인자에 관련된 효과를 구할 때 다른 인자의 영향에 대하여 치우침이 없다. 또한 실험 데이터로부터 요인 변동의 계산이 용이하고, 따라서 분산분석표의 작성이 수월하다는 장점 때문에 공학분야의 실험계획법에서 많이 이용되고 있다.

3. 직교배열표 적용 가능 프로세스

좋은 디자인을 하기 위해서는 효율적 프로세스가 반드시 뒷받침되어야 한다. 효율적 프로세스는 합리적이고 객관적인 근거를 바탕으로 문제를 해결하고자 하는 문제의 정의로 시작된다. 그리고 디자인할 제품에 대한 엔지니어링 요소(구조, 기능)와 제품의 디자인 요소(형태, 재질, 색상)를 기준에 의해 분석하여 체계적인 정리가 되도록 한다. 잘 배열된 인자는 제품의 사양을 결정할 때 각각의 인자들이 다른 인자의 영향에 치우침 없이 직교화 원리를 이용하여 배열하고 실험을 실시한다. 여기서 나온 결과를 통계적 방법에 의해 분석하여 최적의 제품요소를 도출한다. 도출된 요소는 가이드라인에 맞게 디자인 사양을 결정하고 디자인 작업을 통해서 해결안을 제시한다. (그림 1)



3-1. 문제의 정의와 인식

먼저 해결해야 할 문제가 무엇인지 인식하고 이러한 문제의 해결에 직결되는 방법을 모색한다. 현재 제품의 구조, 기능을 조사를 통하여 디자인에 대한 보다 적절한 이해와 문제의 최종 해결에 대해서 모색한다.

3-2. 엔지니어링 / 디자인 요소 선택

제품의 기능과 구조를 향상시킬 엔지니어링 요소와 제품의 형태, 색상, 재질을 대표하는 디자인 요소를 여러 관련 전문가들과 협의해서 도출한다. 앞에서 말한 1차 선택이 끝나면 적합한 직교배열표를 찾아서 배치한다. 배치가 끝나면 2차 선택으로 제품의 개발에 많은 영향을 줄 수 있는 엔지니어링 요소와 디자인 요소를 선택한다. 선택할 때에는 요소들이 어떠한 관계가 있으며 결과물에 어떤 영향을 미칠 수 있는지에 주안점을 가지고 선택해야 할 것이다. 이렇게 2차선택이 끝나면 1차 선택에서 고려한 직교배열표와 피드백하여 최종적으로 가장 이상적인 직교배열표를 확정한다.

제품 최적요소에 맞는 인자와 수준을 찾는 것은 디자인 방향의 중요한 요인으로 작용되기 때문에 디자인의 성공여부를 좌우하는 중요한 것이다. 인자의 선택에서 중요한 것은 품질을 결정하는 요소가 어디에 있는나에 주안점을 가지고 선택해야 될 것이다. 제품에서 취급해야할 인자의 수가 많아지면 실험의 정확성을 떨어뜨리고 실험의 효율성이 저하되기 때문에 실험의 목적을 달성할 수 있다고 생각되는 범위 내에서 최소 인자를 추출하는 것이 좋다. 또한 수준 수는 보통 2~3수준이 적합하며, 많아도 6수준은 넘지 않도록 한다. 최적이라고 예상되는 조건이나, 그 조합은 반드시 취급하고 현재의 제품에서 사용되고 있는 조건을 포함하는 것이 좋다. 왜냐하면 그래야 현재의 제품과 비교하는 데이터를 만들 수 있기 때문이다. 그리고 관심의 조건을 최대치와 최소치로 잡아주고, 수준간의 간격을 등간격으로 해 주는 것이 실험에 유리하다.

3-3. 실험수행 및 통계적 분석

제품의 중요한 요인으로 작용할 인자와 수준이 결정되면 3-2에서 제시한 수준수를 통하여 직교배열을 정하고 실험을 실시한다. 실험을 실시할 때에는 모든 것이 계획대로 이루어지도록 그 과정을 주의 깊게 관찰하고 관리해야 한다.

일반적으로 실험과정에서의 실수는 실험의 정확도를 저하시키므로 사전에 실험절차에 대한 충분한 사전 준비를 하여 산포의 범위가 축약될 수 있도록 해야 한다.

실험을 통해서 얻어진 데이터를 분석하여 객관적인 정보를 추출하고 어떤 조치를 유도하는 결론을 내기 위해서는 통계적인 방법을 이용해야한다. 일반적으로 데이터 분석에 많이 사용되는 기법들은 분산분석, 통계적 검정과 추정, 회귀분석 등이 있다.

3-4. 디자인 사양 결정 및 디자인 제안

실험을 통해서 최적의 엔지니어링 수준과 디자인 수준이 정해지면 얻어진 결과에 의해서 적합한 설계가 될 수 있도록 형태와 기능을 조합한다. 제품은 사용자에게 그 기능을 다하는 실체로서 보여질 수 있도록 가능한 실험결과를 최적화 시킬 수 있도록 가이드 라인에 충실해서 디자인을 제시해야 될 것이다.

4. 결론

첫째, 정성적인 디자인 요소와 정량적인 엔지니어링 요소를 정량적인 데이터로 변환하여 함께 개발 과정에 접목하여 우수한 품질을 보유할 수 있는 제품을 개발할 수 있다.

둘째, 산업디자인에 직교배열표의 분석결과를 바탕으로 개발 시간과 비용을 절감하는데 기여 할 수 있고, 디자인 프로세스에 객관적인 데이터를 반영 할 수 있다.

5. 향후과제

정량적인 데이터를 정성적 성격이 강한 디자인물에 반영할 수 있는 실질적이고 실증적인 문제해결 방법에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- David Loshin, Enterprise Knowledge Management, Morgan Kaufmann Publishers, 2001
- Macdhav S. Phadke, quality eng. using robust design, AT&T Lab., 1992
- 박동권, 실험계획법, 자유아카데미, 1995
- 송서일, 실험계획법, 한경사, 2001
- 조성의, 실험계획을 기초통계학, 경문사, 1995