

다양한 신체 사이즈를 고려한 사무용의자 대량맞춤생산 지향 모듈화 설계방법론

Mass Customization Oriented Modular Design of Office-chair Considering Human Body Size

황상철¹, 김진호¹, 최영^{1,✉}

Sang Chul Hwang¹, Jin Ho Kim¹ and Young Choi^{1,✉}

¹ 중앙대학교 기계공학부 (School of Mechanical Engineering, Chung-Ang University.)

✉ Corresponding author: yychoi@cau.ac.kr, Tel: 02-820-5312

Manuscript received: 2009.12.3 / Accepted: 2010.2.13

Modular design is a very important design methodology that allows designers to develop a product family at low product development and production cost. This design methodology is also very powerful for products that require frequent design changes due to customer requirements. Most research on modular design is focused on the modularization based on functional decomposition, physical interface and manufacturing process of parts. In this paper, we propose a modularization method that takes size of human body parts into consideration for products which have physical interactions with the products such as office chairs and sport machines. Evaluation of modular design is based on dependence measurement between every pair of components in the design. In addition we proposed a module sizing method for the maximization of customer satisfaction in MC(Mass Customization) environment.

Key Words: Mass Customization (대량 맞춤 생산), Modular Design (모듈화 설계), Human Body (인체), Product Design (제품 설계), Design Methodology (설계 방법론), Sizing System (치수 체계)

1. 서론

제품의 경쟁력을 높이기 위해서는 우수한 생산 기술과 더불어 시장의 요구 또는 고객의 성향 및 만족도를 제품 설계에 반영하는 것이 무엇보다 중요하다. 특히 사용자와 제품간의 상호작용에 있어서 인체 여러 부위와의 물리적인 상호 작용을 수반하는 제품의 경우에는 고객의 제품 적응성이 제품의 성공에 매우 큰 영향을 미친다.

또한 고객의 보편적, 개별적 성향을 제품에 적극적으로 반영하기 위해서는, 점차 개별화되고 다양해지는 시장요구를 체계적으로 수용할 수 있는

제품 개발 프로세스를 갖추는 것이 필수적이다.

일반적으로 모듈은 두 개 이상의 부품이 결합되어 생성된 조립군들 중 단위 기능 혹은 독립된 기능을 가지면서 분리 및 재조립이 용이하며 여러 제품과 공유될 수 있는 조립군으로 정의된다.

모듈을 적용한 설계 효과는 제품 개발에서 최소 종류의 부품으로 최대 종류의 제품을 생산하고 부품의 호환성을 다른 종류의 제품에 까지 확장시켜서 다양한 제품을 만족시킬 수 있는 매우 중요한 설계방법론이다.

모듈 설계의 접근 방법에 대한 연구로는 제품의 기능 및 물리적 측면, 공정적 특성을 고려하여

부품간의 모듈군을 형성하는 연구가 많이 수행되고 있다. Ericsson¹ 등은 모듈인자와 부품의 기능간의 매트릭스를 작성하여 모듈화 구조를 확립하는 방법을 개발하였다. Xuehong² 등은 M(Module), SR (Structural Relationship), IC(Include Condition)들을 이용하여 다양한 제품군의 제품계층구조를 공통적으로 표현하고 관리하는 General Product Structure (GPS)를 제안하였다. Stone³ 은 dominant flow, branching flow, conversion-transmission function pair 들을 이용하여 모듈들이 독립적인 기능을 가지도록 분리하는 방법을 제시하였다. Zamirowski 와 Otto⁴ 는 단독 상품의 일반 기능들 그리고 제품군 내의 오직 하나의 제품에서 발견되는 독특한 기능들에서 유사하고 반복적인 기능들을 발견하고 그것들을 모듈로 분리하였다. Blackenfelt⁵ 는 MFD(Modular Function Deployment)와 DSM(Design Structure Matrix) 이 모듈화 과정에서 어떻게 상호보완적으로 활용될 수 있는지를 보여준다. Katja⁶ 는 모듈화 및 제품군 설계 방법을 위하여 기능 아키텍처를 표현하는 방법인 계층트리, IDEF0, UML 등과 Function Structure Heuristic, DSM 등의 모듈화 방법을 비교하여 모듈화 및 플랫폼을 위한 설계 프로세스를 제안하였다. Bimal⁷ 은 품질을 고려한 모듈화 설계를 위하여 지각품질, 강건설계, 공리적설계를 동시에 고려하도록 퍼지로지과 Chebychev 의 골 프로그래밍 모델을 이용하였다. Wang⁸ 등은 퍼지 관계와 분석적 계층 프로세스(analytic hierarchy process)를 이용하여 물리적, 기능적 특성의 가중치를 평가하고 SA(Simulated Annealing)방법을 활용하여 부품간의 최적 모듈 및 제품군을 제시하였다.

기존의 모듈화 설계 기법은 주로 제품설계 및 생산 프로세스의 관점에서 설계방법론을 제안하여 다양한 소비자의 신체 조건을 고려한 소비자 지향 모듈화 설계에는 부적합하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 제품의 개발 및 설계 관점에서 연구된 다양한 모듈화 설계 방법론을 활용하여 사용자들의 다양한 신체 조건을 만족시킬 수 있는 모듈화 설계 방법론을 제안하였다. 또한 최소 종류의 부품으로 다양한 사용자들을 만족 시킴으로써 대량 맞춤 생산이 가능할 수 있도록 제품의 치수 범위 선정에 대한 방법을 제시하였다.

2. 사용자 지향 모듈화 설계 방법론

2.1 개요

소비자들의 다양한 신체 치수에 대한 제품의 적합성을 향상시킬 수 있는 모듈화 설계 방법론을 개발하기 위해 본 연구에서는 사무용의자를 적용 대상으로 선정하고 Fig. 1 과 같이 모듈화 설계 방법론을 정보분석, 모듈화, 모듈화 평가 절차로 구성하여 제안하였다.

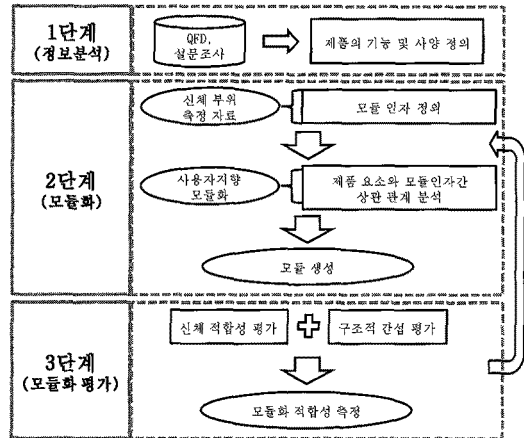


Fig. 1 Proposed modularization method

1 단계의 정보 분석에서는 QFD 를 활용하여 소비자들의 요구 사항을 파악하고 이를 바탕으로 제품의 기능 및 사양을 정의한다.^{9,10} 2 단계의 모듈화 정의는 다양한 부품과 신체 치수와의 상관관계를 분석하여 MIM(Module Indication Matrix)을 작성하고 관계가 유사한 부품들을 하나의 모듈로 묶음으로써 모듈을 정의한다.¹ 정의된 모듈은 3 단계의 모듈화 평가 단계에서 다양한 신체 치수에 따른 제품의 적합성 측면과 부품간 구조적 간섭 측면으로 나누어 평가하고 정량적인 평가를 위해 평가 값을 측정한다.¹³

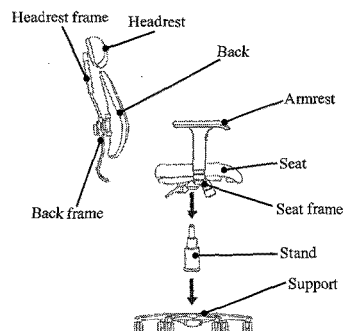


Fig. 2 Parts of office chair

또한 대량 맞춤 생산 설계에 적용 가능하도록 위의 3 단계로 정의된 각 모듈의 치수 범위를 선정한다.

본 연구에서는 모듈화에 직접적으로 관련된 모듈화 정의 및 모듈화 평가 방법과 치수 범위 선정 방법만을 제안 하였으며 1 단계의 정보분석은 Fig. 2 와 같이 DUOBACK 의 사무용의자¹¹를 활용하여 제품 요소를 정의하였다.

2.2 모듈화

사용자의 신체 조건을 고려한 모듈 정의를 위하여 MFD 에서 제시한 방법으로 모듈인자(module driver)와 부품간(components)의 매트릭스를 작성하는 MIM 을 이용하였다.

본 연구에서는 제품 요소들과 관련된 사용자의 신체 부위를 모듈 인자로 사용하기 위해 Fig. 3 과 같이 SizeKorea 의 앉은 자세에 관한 신체 부위 측정 자료¹⁰를 활용하였으며 신체 부위 측정 자료는 제품 사이즈에 영향을 미치는 길이, 높이, 너비의 3 가지 부분으로 구분하여 17 개의 모듈인자를 정의하였다.

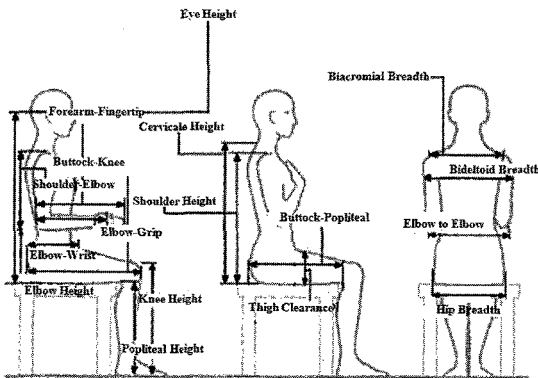


Fig. 3 Module drivers based on human body parts

앉은 자세에 관한 신체 부위 측정 자료를 이용하여 정의된 17 개의 모듈 인자와 사무용 의자의 요소들과의 MIM 을 작성하기 위해 제품 요소와 모듈인자의 관계를 분석하였다. 예를 들어, 높이 치수 유형의 앉은 목뒤 높이와 앉은 눈높이는 목 받침을 설계하고자 할 때 높은 연관성을 가진 것으로 파악 되었고 앉은 어깨 높이는 상대적으로 낮은 연관성을 가지는 것으로 파악되었다.

이와 같이 모듈 인자와 제품의 요소들과의 연관성을 파악하여 Table 1 과 같이 높은 연관성을 가

지면 5, 보통이면 3, 낮으면 1 인 값으로 평가하고 평가된 각 요소 별 연관성의 합을 산출하여 MIM 을 작성한다.

작성된 MIM 을 기반으로 모듈화를 진행하기 위해 모듈인자와 제품의 요소들과의 연관성이 복잡한 요소 즉, 요소들 중 가장 높은 합계를 받은 요소로부터 모듈화를 시작한다.

모듈화는 모듈인자와 제품의 요소간 연관성이 유사한 제품의 요소들을 하나의 모듈로써 그룹화하는 것이다. 예를 들어 제품요소들 중 연관성 평가 값의 가장 높은 합계를 받은 팔걸이의 경우 여러 모듈인자와 연관성이 높은 것으로 파악되었다. 하지만 다른 제품 요소와 중복되는 동일 신체 부위 연관성을 보이지 않으므로 독립적인 요소로 취급할 수 있다. 또한 다음으로 높은 합계를 받은 등받이는 등받이 프레임과 유사하게 앉은목뒤높이, 앉은어깨높이, 어깨너비, 위팔사이너비의 모듈인자와 연관성을 보이므로 하나의 모듈로 구성할 수 있다. 이와 같은 방법으로 제품의 요소들을 모듈화한 결과 Table 2 와 같이 네 개의 모듈로 정의되었다.

Table 1 User oriented modularization based on MIM

Module driven	Component	Seat	Seat frame	Back	Back frame	Headrest	Headrest frame	Stand	Support	Armrest
Length	Forearm-Finger tip									5
	Buttock-Knee	5	3							
	Shoulder-Elbow			1						5
	Elbow-Wrist									5
	Elbow-Grip									5
Height	Buttock-Popliteal	5	3						3	
	Elbow Height									5
	Knee Height	1							5	1
	Popliteal Height								5	1
	Cervical Height			1	1	5	3			
	Shoulder Height			5	3	1	1			
	Eye Height					5	3			
Breadth	Thigh Clearance									
	Biacromial Breadth			5	3					
	Bideltoid Breadth			5	3					
	Elbow to Elbow			3						5
	Hip Breadth	5	3							
Total	16	10	22	10	13	7	10	5	30	

Table 2 Modularization of office chair

Module	Components
M1	Seat, Seat frame
M2	Back, Back frame
M3	Headrest, Headrest frame
M4	Stand, Support

2.3 모듈화 평가

신체부위와 정의된 모듈의 의존성을 분석하기 위해 관련 신체 부위 중 대표신체 부위를 선정하고 대표 신체 부위와 요소간 의존성을 분석하였다.

또한 다양한 모듈간 결합을 용이하게 하기 위해 모듈간 구조적 간섭을 분석 하였다. 분석된 결과를 기반으로 모듈화 정도를 측정하였다.

2.3.1 제품 요소와 신체 부위간 상관관계 분석

다양한 신체 사이즈의 변화를 만족시킬 수 있는 모듈화는 한 모듈에 영향을 미치는 신체 부위가 다른 모듈에 영향을 미치지 않도록 해야 한다. 예를 들어 모듈 M2 에 해당하는 등받이와 등받이 프레임에 영향을 미치는 신체 부위가 M1 에도 비슷한 영향을 미친다면 이 두 모듈은 하나의 모듈로 묶여야 한다.

이를 위해 먼저 앞에서 정의한 모듈 인자 중 서로 유사한 변화를 보이는 신체부위를 분석하여 대표 신체 부위를 정의한다. 이는 여러 신체 부위를 대표 신체 부위로 정의함으로써 중복된 평가를 제거하여 조금 더 효율적인 평가를 가능하게 한다.

Fig. 4 와 Fig. 5 는 분석 결과의 한 예로써 높이와 너비에 해당하는 신체 부위를 각각 선정하여 분석한 결과이다

대표 신체 부위 선정을 위해 2006 년 KS G 4101 에서 제시한 사무용의자의 각 부분 치수를 기반으로 중요 신체 부위를 선정하고 선정된 신체 부위와 모듈인자들간 선형 회귀 분석을 수행 하여 유사한 변화를 보이는 신체 부위를 중요 신체 부위로 대체함으로써 대표 신체 부위를 정의하였다

각각의 회귀 분석 결과를 정량적으로 나타내기 위해 회귀 결정 계수(R^2)를 산출하였다. 산출된 회귀 결정 계수의 결과는 Table 3 과 같이 앉은 목위 높이와 앉은 어깨 높이는 0.911, 어깨 너비와 위팔 사이 너비는 0.756 으로 유형별 신체 부위들간의 회귀 결정 계수가 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

Table 3 A regression coefficient of determination

Human body parts	Regression coefficient(R^2)
Sitting Cervicale Height and Sitting Shoulder Height	0.91
Biacromial Breadth and Bideltoid Breadth	0.756

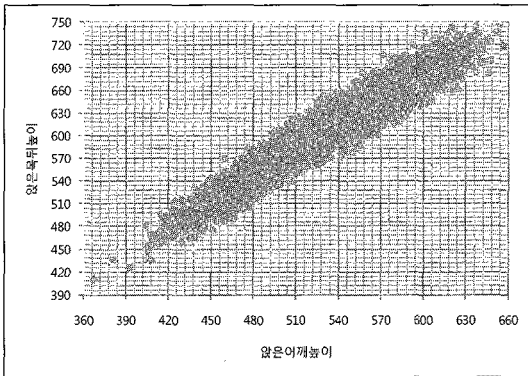


Fig. 4 Distribution of relations between sitting cervicale height and sitting shoulder height¹²

이와 같은 방법으로 신체 부위간 회귀 결정 계수의 값을 분석하여 결정 계수 값이 높은 신체 부위들을 Table 4 와 같이 대표 신체 부위로 분류하였다.

정의된 대표 신체 부위들과 제품 요소간의 다양한 신체 사이즈의 변화를 만족시킬 수 있는 모듈화를 위해 정의된 대표 신체 부위들과 제품 요소간 의존도가 높으면 5 점, 중간이면 3 점, 낮으면

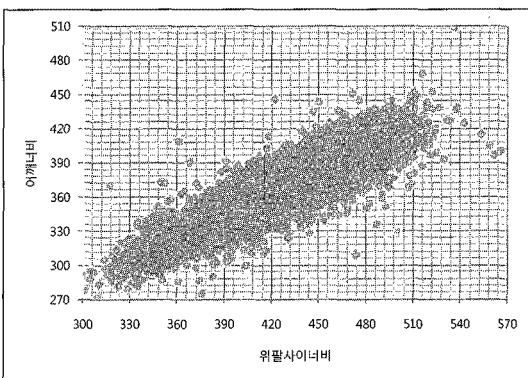


Fig. 5 Distribution of relations between biacromial breadth and bideltoid breadth¹²

Table 4 Representative body parts

Type	Representative body parts
Length	Forearm-Fingertip Length
	Buttock-Popliteal Length
Height	Elbow Height, Sitting
	Popliteal Height, Sitting
	Shoulder Height, Sitting
	Thigh Clearance
Breadth	Biacromial Breadth
	Elbow to Elbow Breadth
	Hip Breadth, Sitting

1 점을 부여하여 의존성 분석을 수행하였다.

예를 들어 앉은 어깨 높이는 등받이에 직접적으로 접촉되는 신체부위이므로 등받이와의 의존성은 5 점을 부여하였으며, 등받이 프레임과 목받침 프레임은 앉은 어깨 높이가 변할 때 간접적으로 영향을 받는 요소이므로 3 점을 부여하였다. 이와 같은 방법으로 대표 신체 부위들과 제품 요소들과의 의존성을 분석한 결과 Table 5 와 같이 분석되었다.

Table 5 Dependence between representative body parts and components of office chair

Module drivers	Component	Seat	Seat frame	Back	Back frame	Headrest	Headrest frame	Stand	Support	Armrest
Length	Shoulder-Elbow	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Buttock-Popliteal	5	5	0	0	0	0	0	0	0
Height	Elbow Height	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Popliteal Height	0	0	0	0	0	0	5	3	0
	Shoulder Height	0	0	5	3	1	3	0	0	0
Breadth	Thigh Clearance	0	0	0	0	0	0	0	3	1
	Biacromial Breadth	0	0	5	5	0	0	0	0	0
	Elbow to Elbow	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Hip Breadth	5	5	0	0	0	0	0	0	0

2.3.2 구조에 따른 제품 요소간 상관관계 분석

정의된 모듈이 다양한 신체조건을 만족시키기 위해서는 신체 조건에 따라 구분된 다양한 모듈들의 결합이 가능해야 한다. 이를 위해 제품의 요소간 독립적인 분리 및 조립 조건들을 고려하여 모듈간 결합 시 구조적 간섭을 최소화 시키는 모듈화가 필요하다. 예를 들어, 사무용 의자의 stand 의 교체 시 support 또는 좌판의 분리 후 교체가 가능하다. 이는 stand 와 support 또는 좌판이 한 모듈로 묶여야 한다는 것을 의미한다.

이와 같은 관점에서 제품의 요소간 의존도에 따라 의존도가 높으면 5 점, 중간이면 3 점, 낮으면 1 점을 부여하여 분석을 수행하였으며, 그 결과는 Fig. 6 과 같다.

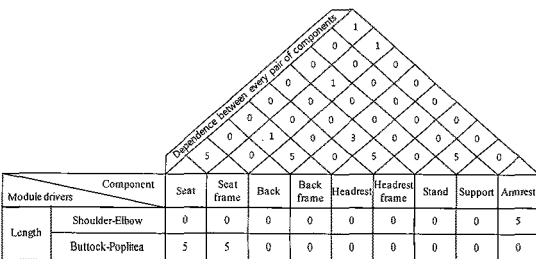


Fig. 6 Dependence between every pair of components in the office chair

2.3.3 모듈화 적합성 측정

분석된 결과를 기반으로 모듈이 적합한 모듈인지의 여부를 정량적으로 평가하기 위해 모듈화를 측정하였다.

모듈화의 측정은 한 모듈이 그 밖의 다른 모듈과 독립적인 구조를 가지기 위해 한 모듈 안에서의 요소들의 의존도와 하나의 요소와 그 요소가 포함되지 않은 모듈들의 요소들간의 의존도를 측정하였다.

D_{in} 은 한 모듈 안에서의 요소들간 의존도이며 D_{out} 은 하나의 모듈과 그 밖의 다른 모듈의 요소들간 의존도이다. D_{in} , D_{out} 의 측정 값을 통하여 모듈의 독립적인 구조를 측정하기 위해 전체 모듈의 의존도에서 한 모듈 안에서의 요소들간 의존도의 비율(RM_{in})을 측정하였다.

$$RelativeModularity_{in}(RM_{in}) = D_{in} / (D_{in} + D_{out})$$

$$D_{in} = \sum_{m=1}^M \sum_{i=r}^{s-1} \sum_{j=i+1}^s \sum_{b=1}^B (\sqrt{D_{ib} \times D_{jb}} + D_{ij})$$

$$D_{out} = \sum_{m=1}^M \sum_{i=r}^{s-1} \sum_{n=m+1}^M \sum_{j=r}^s \sum_{b=1}^B (\sqrt{D_{ib} \times D_{jb}} + D_{ij})$$

여기에서 m 은 모듈 인덱스, M 은 제품 전체 모듈 개수이며 b 는 신체 부분 인덱스, B 는 모든 신체 부분의 개수이다. D_{in} 의 i, j 와 D_{out} 의 i, j 는 각각 같은 모듈에서의 요소들과 다른 모듈에서의 요소들을 의미한다. 또한 r 과 s 는 모듈(m 또는 n)의 처음과 마지막 요소이다. D_{ib} 와 D_{jb} 는 신체부분과 제품의 요소들 사이의 의존도를 나타내며 D_{ij} 는 제품의 요소들간의 의존도를 나타낸다.

즉, 위의 수식은 한 모듈 안에서와 한 모듈과 그 외의 다른 모듈의 처음요소에서 마지막 요소까지 요소들간의 의존도를 나타낸다. 또한 모듈화의 측정값은 0~1 사이의 값이며 RM_{in} 의 모듈 값이 1 에 가까울수록 모듈화가 잘된 것을 의미한다.

Table 6 은 Table 5 와 Fig. 6 에서 분석된 값을 위의 식을 통하여 측정한 결과로써 M3 을 제외 한 나머지 모듈은 0.5 이상의 결과 값을 나타내었다.

Table 6 Relative modularity of the office chair

Module	Din	Dout	RMin
M1	13.9	8.5	0.6
M2	13.9	13.2	0.5
M3	6.7	13.8	0.3
M4	8.9	3	0.8

그러나 M3 과 같이 모듈화를 측정 한 결과가 0 에 가까운 결과로써 좋지 않은 결과를 나타낸다면 최적의 모듈화를 위해 다시 모듈을 결정하고 측정 해야 한다.

새로운 모듈을 결정하기 위해서는 네 가지 방법 을 순차적으로 수행한다.

- 1) 필요 없는 모듈을 다른 모듈에 포함시킨다.
- 2) 모듈을 포함시킬 수 없다면 그 모듈의 요소를 다른 모듈에 포함시킨다.
- 3) 만일 1, 2 가 불가능하면 새로운 모듈을 구성 한다.
- 4) 모두 불가능하면 재설계를 한다.

재 모듈화 방법을 기반으로 연관성이 높은 모듈 인자를 공통적으로 공유하는 M3 과 M2 을 하나의 모듈로 재구성하였다. 새롭게 구성된 모듈을 측정 한 결과 Table 7 과 같이 전체적으로 1 에 가까운 결과를 나타내었다. 이는 정의된 각각의 모듈 과 관련된 신체부위간 일대일 관계를 나타낸다고 할 수 있으며, 또한 제품의 요소들이 독립적인 구조를 가진다고 할 수 있다. 그러므로 새롭게 정의 된 모듈화는 좋은 모듈화라고 할 수 있다.

Table 7 Relative modularity of office chair after applying proposed modular redesign methodology

Module	Din	Dout	RMin
M1	13.9	8.5	0.6
M2	34.5	1	0.9
M3	8.9	3	0.8

3. 제품의 치수 범위 설정

정의된 대표 신체 부위의 치수 간격은 측정 자료의 분포 특성, 착용 적합성 그리고 생산 경제성을 고려하여 결정되어야 한다. 치수 간격은 사용자 적합성과 생산 비용에 영향을 미치는 요소로 세분화된 치수 간격은 사용자 적합성을 높이나 생산 경제성 측면에서 적합하지 않다. 반면, 큰 치수 간격은 생산 경제성을 향상시키나 사용자 적합성을 저하시킬 수 있다.

다양한 신체 사이즈를 최대한 만족시키면서 생산 비용을 줄이기 위한 제품의 치수 범위 설정 방법을 제안하기 위해 본 연구에서는 대표 신체 부위들 중에서 모듈 M1(사무용 의자의 좌판 부분)에 관련된 앉은 엉덩이 사이 너비와 앉은 엉덩이 오금 수평 길이를 선정하여 치수 간격 결정, 치수

분포 분석, 그리고 치수 범위 결정의 순으로 치수 범위 설정을 수행하였다.¹⁴

이를 위해 세 개의 사무용 의자 제조 업체를 선정하고 각각의 업체들이 사용하는 치수 간격을 조사하였다. 그 결과 기존의 사무용 의자 제조업체에서는 대량 생산을 가능하게 하기 위해 하나의 품목에 제한적인 치수 체계를 사용하고 있고 각 제조업체들의 모델별 대표 치수는 Table 8 과 같이 조사되었다. Table 8 의 자료를 기반으로 각 사무용 의자 제조 업체들의 치수 간격을 분석한 결과 일반적으로 Table 9 와 같이 5, 10, 20mm 를 사용하는 것으로 나타났다.

Table 8 Hip breadth and buttock-popliteal length of commercial office chair

Commercial office chair		D	
Model	Hip Breadth, Sitting	Buttock-Popliteal Length, Sitting	
A	520	530	
	515	510	
B	500	510	
	480	470	
C	500	510	
	480	505	
	470	435	
	465	475	
	460	460	
D	445	445	
	460	460	
E	445	445	
	420	390	
Commercial office chair		S	
Model	Hip Breadth, Sitting	Buttock-Popliteal Length, Sitting	
F	690	698	
	685	635	
	670	630	
	655	620	
	635	600	
	625	590	
	495		
G	660	565	
		560	
		554	
H	693	533	
	620		
	463		
Commercial office chair		I	
Model	Hip Breadth, Sitting	Buttock-Popliteal Length, Sitting	
I	520	480	
J	520	480	
K	460	460	
L	480	480	

Table 9 Size interval of office chairs

Body parts	Commercial office chair	Size interval (mm)
Hip Breadth / Buttock-Popliteal Length, Sitting	D	5,10,20
	S	5,10,20
	I	20

조사된 치수 간격을 기반으로 좌판의 치수 범위를 선정하기 위해 Fig. 7, Fig. 8 과 같이 SizeKorea 에서 제공하는 10 세 에서 60 세까지 전체 성별의 앉은 엉덩이 사이 너비와 앉은 엉덩이 오금 수평 길이의 치수 범위 별 인원수를 나타내는 분포도를 분석하고 각 치수 분포 별 출현 율에 따라 치수 간격을 결정하였다.

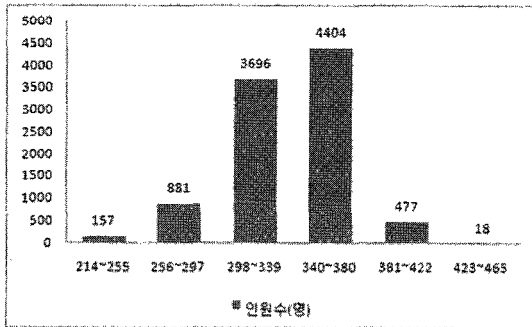


Fig. 7 Distribution of sitting hip breadth

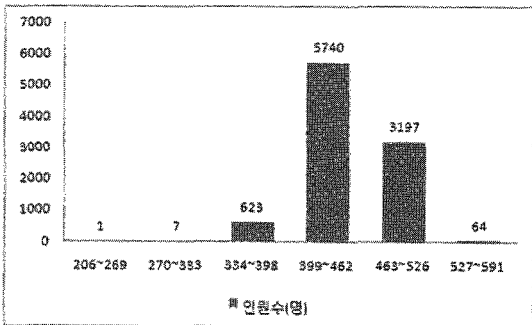


Fig. 8 Distribution of buttock-popliteal length

각 치수 범위 별 출현 율을 조사한 결과 Table 10 에서와 같이 출현 율이 상대적으로 높은 치수 범위와 낮은 치수 범위 그리고 무시할 수 있을 정도의 매우 낮은 출현 율을 보이는 치수 범위로 구분되었다.

이를 기반으로 분류된 치수 범위간 치수 간격은 20mm 로 정의하고 출현 율이 높은 범위의 치수 간격은 5mm, 낮은 범위의 치수 간격은 10mm 로 정의하여 Table 11 과 같이 사무용의자의 좌판 치수 체계를 제안하였다

4. 결론

고객의 다양한 요구를 만족시키면서 원가 경쟁

Table 10 Emergence rate of human body parts

Hip Breadth, Sitting			
Classification	Size (mm)	Number	Rate (%)
Lowest	214~255	157	1.62
Low	256~297	881	9.15
High	298~339	3696	38.37
	340~380	4404	45.72
Low	381~422	477	4.95
Lowest	423~465	18	0.19
Buttock-Popliteal Length, Sitting			
Classification	Size (mm)	Number	Rate (%)
Lowest	206~269	1	0.01
	270~333	7	0.07
Low	334~398	623	6.47
High	399~462	5740	59.59
	463~526	3197	33.19
Lowest	527~591	64	0.67

Table 11 Size variation of seat in office chair

Hip Breadth (mm)		Buttock-Popliteal Length (mm)	
260	365	340	455
270	370	350	460
280	390	360	470
290	400	370	475
310	410	380	480
315	420	390	485
320		410	490
325		415	495
330		420	500
335		425	505
340		430	510
345		435	515
350		440	520
355		445	525
360		450	530

력을 갖춘 기업만이 생존하는 상황에서 MC 가 절실히 필요한 상황이다.

본 연구에서는 MC 측면의 모듈화 방법론으로 사용자의 다양한 신체 사이즈를 고려한 모듈화 설계 방법을 제시하기 위해 여러 설계 방법론을 조

사하여 적합한 방법론을 활용하고 개선하여 모듈화 방법을 제안하였다.

본 연구에서 제안하는 모듈화 방법론은 다양한 신체 사이즈를 만족시킬 수 있는 모듈화를 위해 제품과 연관성이 높은 신체 부위를 모듈 인자로 선정하고 MFD에서 제시한 모듈인자(module driver)와 부품간(components)의 매트릭스를 작성하는 MIM(Module Indication Matrix)을 이용하여 모듈화를 제안하였다. 또한 정의된 모듈화의 평가 방법으로 각각의 모듈들의 독립적인 구조를 위해 통합된 모듈의 의존도를 평가하고, 정량적인 모듈화 정도를 확인하기 위해 한 모듈의 의존도(D_{in})와 한 모듈과 그 밖의 다른 모듈간의 의존도(D_{out})를 측정 하였으며, 측정된 각각의 모듈 의존도를 종합하여 (RM_{in}) 모듈화를 측정하였다. 그리고 측정된 모듈화의 개선에 관한 일반적인 개선 방안을 제안하였다.

또한 MC 제품을 위한 모듈화 방법론을 제안하기 위해 제품 설계 단계에서 정의된 모듈이 최소 종류의 부품으로 다양한 사이즈의 사용자를 만족 시키도록 제품의 치수 범위를 결정하는 방법을 제안하였다.

이를 위하여 제품 설계단계에서 중요 설계 변수를 결정하기 위해 다양한 신체 부위들 간의 회귀 분석을 수행 하여 중요 변수 후보를 선정하였다. 또한 MC 측면에서 최대한 많은 사용자를 만족시킬 수 있도록 하기 위해 의자를 대상으로 선정된 중요 변수들 중에서 얇은 엉덩이 너비와 얇은 엉덩이 오금 수평길이를 선정하여 제품의 치수 체계 설정 방법을 제안하였다.

향후 연구에서는 신체 조건뿐만 아니라 공정상 의 특성과 생산 비용을 고려한 모듈화를 동시에 고려하고 다양한 신체 부위의 치수 체계 설정 및 고객요구부터 최종 제품까지 일관된 MC 측면의 설계 방법론에 대한 추가 연구가 필요하다.

후기

이 연구는 2008년도 중앙대학교 학술연구비(교수연구년 연구비) 지원에 의해 지원되었습니다.

참고문헌

1. Ericsson, A. and Erixon, G., "Controlling Design Variants: modular product platforms," SME Press, pp.

29-88, 1999.

2. Xuehong, D., Jianxin, J. and Tseng, M. M., "Architecture of Product Family for Mass Customization," Proc. of IEEE International Conference, Vol. 1, pp. 437-443, 2000.
3. Stone, R. B., Wood, K. L. and Crawford, R. H., "A Heuristic Method for Identifying Modules for Product Architectures," Design Studies, Vol. 21, No. 1, pp. 5-31, 2000.
4. Zamirowski, E. J. and Otto, K. N., "Identifying Product Portfolio Architecture Modularity Using Function and Variety Heuristics," Proceeding of the ASME Design Engineering Technical Conferences, DETC99/DTM-8760, 1999.
5. Blackenfelt, M., "Managing Complexity by Product Modularization," Ph.D Thesis, Department of Machine Design, Royal Institute of Technology, 2001.
6. Katja, H., "Modular Product Platform Design", Ph.D Thesis, Department of Mechanical Engineering Machine Design, Helsinki University of Technology, 2005.
7. Bimal, N., Leslie, M. and Nanua, S., "A Methodology for Integrating Design for Quality in Modular Product Design," Journal of Engineering Design, Vol. 17, No. 5, pp. 387-409, 2006.
8. Wang, H. J., Zhang, Q. and Zhao, T. T., "A SA-Based method for developing modular product family," Proceedings of the Fourth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, pp. 2483-2488, 2005.
9. Akao, Y., "QFD: Past, Present, and Future," International Symposium on QFD'97, pp. 1-12, 1997.
10. Lee, D. H. and Byun, S. N., "A Study on the Survey of Actual Condition and the Design for Office a Questionnaire Technique," Proceedings of Conference on Ergonomics Society of Korea, Vol. 1, pp. 86-101, 1994.
11. DUOBACK Korea Inc., <http://www.duoback.co.kr>
12. Size Korea., <http://sizekorea.kats.go.kr/>
13. Gershenson, J. K., Prasad, G. J. and Allamneni, S., "Modular Product Design: a lifecycle view," Transactions of the SDPS, Vol. 3, No. 4, pp. 13-26, 1999.
14. Moon, M. O., "A Study on the Sizing System for Clothes of Lower Body: females from 19 to 24 years

old,” Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, Vol. 26, No. 7, pp. 1036-1042, 2002.