

다양한 신체조건을 만족시키기 위한 대량 맞춤 생산 지향 모듈화 설계 방법론 Mass Customization oriented modular design method to satisfy diverse human body sizes

*황상철, #최영, 양상욱
*S. C. Hwang, #Y. Choi(ychoi@cau.ac.kr), S. W. Yang
중앙대학교 기계공학부

Key words : Modularization, Mass Customization, Human body

1. 서론

MC 제품 개발에서 모듈화는 최소 종류의 부품으로 최대한 종류의 제품을 생산하고 부품의 호환성을 다른 종류의 제품에 까지 확장시켜서 다양한 제품을 만족시킬 수 있는 매우 중요한 설계방법론이다. 모듈 설계의 접근 방법에 대한 연구는 제품의 기능적 및 물리적 측면, 공정적 특성을 고려하여 부품간의 모듈군을 형성하는 연구내용이 많이 수행되고 있다. Ericsson 등은 모듈인자와 부품의 기능간의 매트릭스를 작성하여 모듈화 구조를 확립하는 방법을 개발하였다^[1]. Xuehong 등은 M(Module), SR(Structural Relationship), IC(Include Condition)을 Item 으로 다양한 제품군의 제품계층 구조를 공통적으로 표현하고 관리하는 General Product Structure(GPS)를 생성하였다^[2]. Stone 은 dominant flow, branching flow, conversion-transmission function pairs 들을 발견함으로써 단독 생산물 기능 구조물로부터 모듈들을 분리하는 방법을 제시하였고^[3], Zamirowski 와 Otto 는 단독 상품의 일반 기능들 그리고 제품군 내의 오직 하나의 제품에서 발견되는 독특한 기능들에서 유사하고 반복적인 기능들을 발견하고 그것들을 모듈처럼 분리하였다^[4]. Blackenfelt 는 MFD 와 DSM 이 grouping 과정에서 어떻게 통합될 수 있는지를 보여준다^[5].

본 연구에서는 사용자 지향적 MC 제품체계 기법을 개발하기 위해 Fig. 1 과 같이 운동 기구를 선정하여 사용자 요구사항과 신체조건의 상호 연관성을 분석한다. 분석한 데이터를 기반으로 다양한 신체 조건을 만족시키고 구조적 간섭을 최소화 할 수 있는 모듈군을 제시하고자 한다.

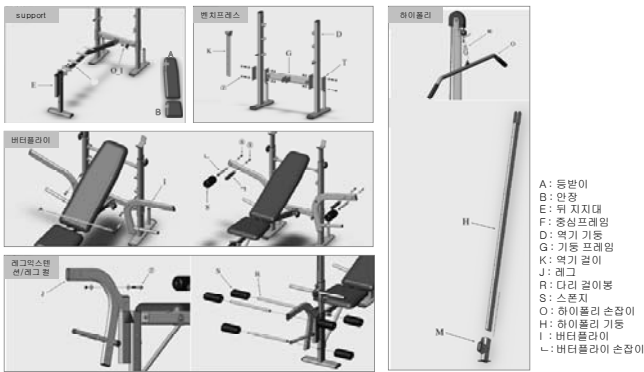


Fig. 1 An example of sport product

2. 사용자 지향 모듈화

2.1 사용자 지향 모듈화 방법론

사용자의 신체 조건을 고려한 모듈화를 설정하기 위해서 Fig. 2 와 같이 전체 방법론을 정보분석, 모듈화, 모듈화 평가의 3단계로 나누었다.

1 단계의 정보 분석에서는 모듈 결정 기준을 도출하기 위하여 제품 정보으로써 제품의 구조, 크기, 기능 및 제품의 기능과 관련된 신체 치수 데이터를 분석한다. 2 단계의 모

듈화는 관련성 높은 기능들간의 독립화를 위한 기능적 모듈과 다양한 기능들과 신체 치수 변화와의 관계 분석을 통한 사용자 지향 모듈을 생성한다.

생성된 모듈을 공통모듈과 선택모듈을 동시에 관리할 수 있도록 제시된 GPS(General Product Structure)를 통해 제품 구조로 표현 한다. 도출된 두 가지의 제품구조의 상관관계를 분석하여 기능적/사용자 지향적 모듈화에 적합한 제품구조로써 모듈화를 설정한다. 3 단계에서는 이러한 모듈 개념에서 모듈간의 간섭 평가를 통해 모듈군을 생성한다.

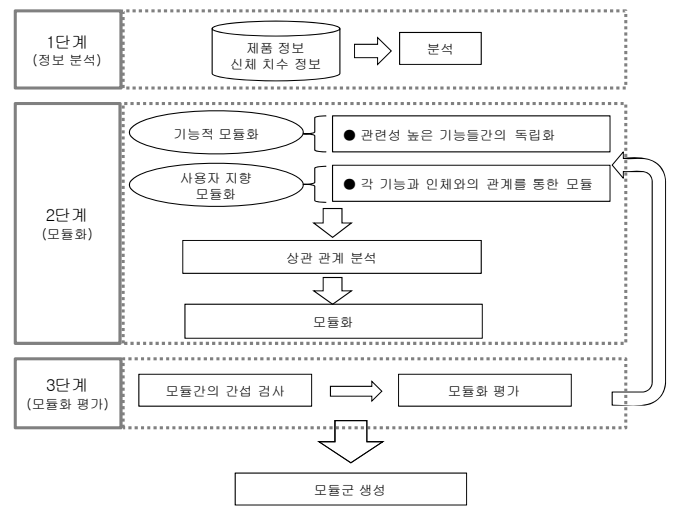


Fig. 2 Modularization method

2.2 모듈화 결정 기준

적합한 제품구조로써 모듈화를 형성하기 위해서 기능적, 사용자 지향적 모듈들을 제품 구조로써 표현하여 상관 관계를 분석하였다.

기능적 모듈화를 위해 Fig. 3 에서와 같이 관련성 높은 제품의 특별한 기능들과 각 기능들의 다양한 요소들으로써 일반적인 제품 구조로 표현하였다.

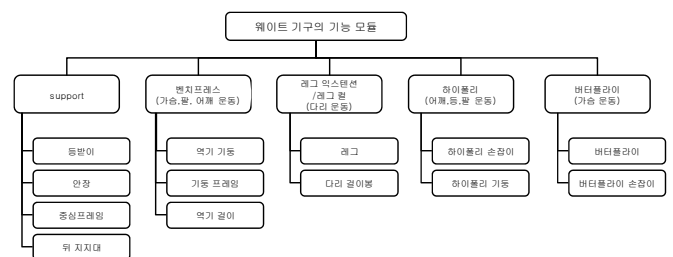


Fig. 3 Clustering parts from function classification

사용자 지향 모듈화를 위해 Fig. 4 에서와 같이 제품의 기능들의 다양한 요소들과 관련된 신체 치수 데이터들간의

상관 관계에 대한 매트릭스 표를 작성하였다.

기능 요소들간의 관계가 밀접한 관계를 가지면 9, 보통이면 3, 낮으면 1로 표현하고 기능들의 요소들 중 가장 높은 합계를 받은 요소로부터 모듈화를 시작하였다.

합계가 가장 높은 요소에서 신체 치수와 밀접한 관계를 가지는 신체 치수 데이터를 다른 요소들과 비교/분석하여 공통 모듈로 생성한다.

키	동반이	양장	중심프레임	위지지대	역기기준	기능프레임	역기장치	레그	하이플라이 손잡이	하이플라이 기준	바디클리어	다리걸이방
어깨높이	3	3	9	1	3	3	3	3			3	
계단장높이			3		1						3	
양장발높이		9		3					3			
발뒤꿈치높이											1	
위지지대	9											
양장이너비		9										
가슴두께				3		3					3	
허리두께	3			1		1						
체중	3											
앞오르발손잡이높이				9		9			3		3	
양장발손잡이높이										3		
우물머디안높이			9					9				
장만저높이	9							9				
동발이		3										
어깨장상시높이	1			3	9			3				
발길이					9			9	9	3		
보폭너비			3									
몸통너비	9											
보폭너비		9										
발길이	3	9	1	3						9		
앞오르발높이			3	9				9				
어깨높이					3						9	
발꿈치 손잡이											3	
앞머디안손잡이												9
발뒤꿈치												9
발목두께												18
	50	30	22	25	29	9	25	31	15	27	31	18
	M1	M4	M6	M2	M3	M7	M3	M2	M5	M5	M3	M8

Fig. 4 Relationship between functions and human body sizes

이렇게 생성된 모듈들을 Fig. 5 와 같이 제품 구조로 표현한다.

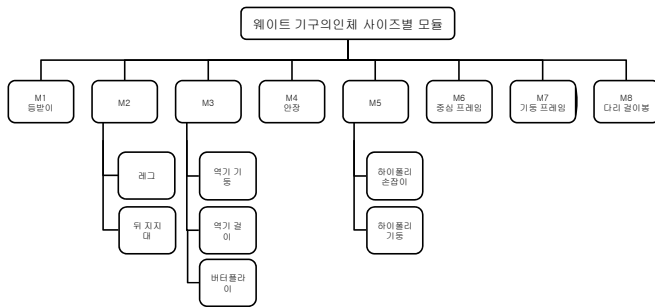


Fig. 5 Clustering parts related to a specific body part

소비자들이 요구하는 기능과 다양한 신체 조건을 고려하기 위해 Fig. 6 에서와 같이 형성된 기능 모듈과 사용자 지향적 모듈의 제품 구조를 비교, 분석하여 적합한 제품 구조로써 모듈을 생성한다.

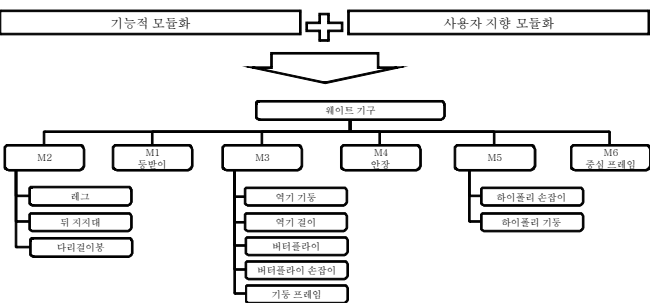


Fig. 6 A modular design result from proposed method

3. 모듈화 평가

사용자 지향 모듈화를 평가하기 위해 형성된 부품군의 모듈화 결정 기준으로 각각의 모듈들의 간섭을 고려하여 모듈간의 관계를 매트릭스 표로 나타낸다.

간섭 평가의 방법은 Fig. 7 에서와 같이 하나의 모듈만 변하고 다른 모듈들의 변화가 없다는 가정에서부터 간섭을 일으키는 부분을 1로 표현하고 간섭을 일으키지 않는 부

분은 0으로 표현하여 간섭을 평가하고, 재설계를 통해 새로운 모듈군을 생성한다. 예를 들어, M1은 변하고 다른 모듈들은 변하지 않는다면 M1은 M3, M4, M6과 간섭을 일으키고, M4은 M6과 간섭을 일으킨다. 각각의 간섭을 일으키는 모듈들을 기능들의 요소와 신체 치수와의 상관관계를 재분석하여 새로운 모듈군을 생성한다.

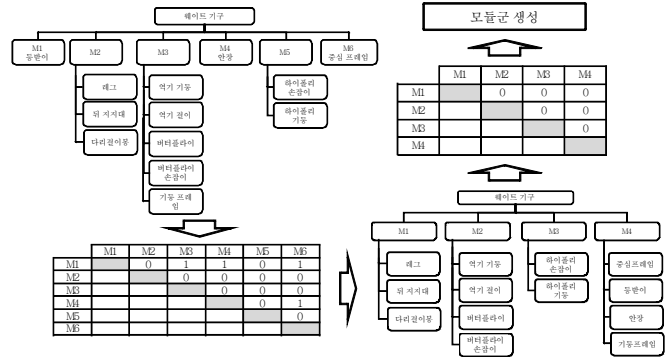


Fig. 7 Evaluating interference between modules

4. 결론

본 연구에서는 소비자들의 기능상 요구와 더불어 다양한 신체 치수 변화에 대한 호환성을 확장하기 위해서 모듈화 설계 방법론으로 제품의 기능 정보와 신체 치수 데이터를 분석하여 기능적 모듈과 사용자 지향적 모듈로써 구분하였다. 구분된 두 모듈의 상관관계를 분석하여 다양한 신체 조건을 만족시킬 수 있는 모듈을 제품 구조로써 표현하였다.

제품 구조로 표현된 모듈들의 평가를 위해서 모듈간의 간섭을 평가하여 간섭이 있는 모듈들을 기능들의 요소와 신체치수와의 상관관계를 재분석하여 적합한 모듈군을 생성한다.

향후 연구방향으로 다양한 신체 조건에서 부품의 조절로 만족시킬 수 있는 부분을 고려하여 조절이 불가능한 부분과 조절이 가능한 부분을 분류하는 방법과 분류된 부품들의 모듈을 설계하는 방법을 연구한다.

후기

본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 한국과학재단 기초과학연구사업(과제번호 R11-2007-028-03001-0)과 특정기초연구지원사업(과제번호 R01-2006-000-10327-0)의 지원을 받아 이루어졌으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- Ericsson, A. and Erixon, G., "Controlling design variants: Modular product platforms", ASME Press, New York, NY. pp145. 1999
- Xuehong, D., Jianxin, J., and Tseng, M.M., "Architecture of product family for mass customization", Proc. of 2000 IEEE International Conference, 2000
- Stone, R. B., Wood, K. L. & Crawford, R. H. A heuristic method for identifying
- Zamirowski, E. J. & Otto K. N. Identifying Product Family Architecture
- Blackenfelt, M. Managing complexity by product modularization. Doctoral Thesis. Dept. of Machine Design. Royal Institute of Technology. Stockholm. 2001.