

# 사무용 의자의 물리적 적합도 모델링 개발

박수찬\*, 신미경\*, 최경주\*\*, 김진호\*\*\*, 윤지은\*\*\*\*

\* 한국표준과학연구원 인간공학연구그룹, \*\* 충남대학교 기계설계공학과,

\*\*\* 공주대학교 산업공학과, \*\*\*\* IBI Technologies

## A modeling on the physical suitability of office chairs

Soo Chan Park\*, Mi Kyung Sim\*, Kyoung Ju Choi\*\*,

Jin Ho Kim\*\*\*, Ji Eun Yoon\*\*\*\*

\* KRISS Ergonomics Lab., \*\* Dep. of Mechanical Design, Chungnam Univ.,

\*\*\* Dep. of Industrial Eng, Kong Ju Univ, \*\*\*\* IBI Technologies

### ABSTRACT

The present study investigated the processes of selecting and modeling of design variables based on HIEs for developing the evaluational model on the physical suitability of office chairs. Evaluational model can be used for development of the new products or improvement of the old products. For the best utilization of the evaluational model, the process of scrutinizing the variables and the complex interactions among the variables is indispensable. Also, for this, it is necessary to select only the right HIEs which influence the physical suitability of products greatly.

The present study suggested the analytical processes for making the evaluational model on the physical suitability(Comfortability, Suitability, Stability, Adjustability, Clearance) of office chairs.

### 1. 서론

의자 설계가 전통적으로 권위의 상징성을 부여하는 것으로부터 점차 기능성, 사용성, 적합성과 같은 실용성 위주의 설계 개념으로 바뀌기 시작하면서 인간과 의자간의 물리적 적합성 측면에서 많은 연구가 진행되기 시작하였다. 최근에 와서는 물리적인 인체 적합성과 아울러 사용성 측면과 만족도를 높이기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 특히, 안혜린 등(1999)의

의자의 감성 만족도 평가 모델을 개발[4]은 설계자 측면과 사용자 측면을 고려한 평가 모델로서 제품 개발에 적극적으로 활용할 수 있는 것으로 판단된다. 또한, Jindo 등(1995)은 3-D 그래픽을 이용한 사무용 의자의 디자인 지원시스템 연구를 통하여 사용자 측면과 생산자 측면을 고려한 제품 설계지원 연구를 수행한바 있다[7]. 최근 박수찬 등(1999)은 의자의 물리적 적합도 평가를 위한 휴먼 인터페이스 요소를 개발[3]하여 이들 요소에 대한 인간공학적 실험

을 하였다.

본 연구에서는 사무용 의자를 설계자와 사용자 측면을 고려한 물리적 적합도 요소를 추출한 결과[1][3]를 바탕으로 의자의 물리적 적합성 평가 모델을 하고자 하였다. 적합성 평가 모델은 적합도 요소에 따른 휴먼 인터페이스(HIE)와의 관계에서 각각의 적합도 요소를 대변할 수 있는 설계요소들을 찾고자 하는 것이다.

순서를 자유롭게 바꾸어 가며 앉아보고 조절해 보면서 평가하도록 지시하였다. 5항목의 적합도 요소 평가지도 마찬가지로 무선회하여 순서의 효과를 배재하였으며 하나의 적합도 요소에 대한 평가가 끝나면 약간의 휴식을 갖도록 하였다. 전체 실험 소요 시간은 대개 2시간 반에서 3시간이 소요되었고 실험이 끝나면 실험에 대한 적절한 보상을 하였다.

[표1] 휴먼인터페이스 요소(HIE) 항목

카테고리형 HIE		연속형 HIE		
좌면 높이 조절 여부	팔걸이 유무	좌면 높이	등판 기울기	팔걸이 높이
좌면 재질 종류	팔걸이 조절 유무	좌면 너비	등판 Cushion 정도	팔걸이 너비
좌면 패드 형상	Foot rest 유무	좌면 깊이	등판 표면 거칠기	팔걸이 길이
등판 재질 종류	조절 장치 위치	좌면 기울기	Seat에서 등판 상단까지 높이	팔걸이간 폭
등판 패드 형상	조절 장치 작동 방식	좌면 Cushion 정도	등판 폭면 정도	팔걸이 기울기
허리 받침 높이 조절 유무	등판과 좌판의 연결 형태	좌면 표면 거칠기	허리 받침 중심 높이	지지발 수
머리 받침 유무	Sliding과 Tilting의 공조여부	회전 중심 거리	머리 받침 높이	지지발간 폭
머리 받침 높이 조절 유무	Tilting 강도 조절 여부	등판 길이	머리 받침 각도	Base 높이
		등판 너비	등판과 좌판의 뿔린 간격	Tilting 강도 정도

## 2. 연구방법

### 2.1 적합도 요소 평가를 위한 인간공학 실험

#### (1) 실험대상

실험에 사용된 의자는 중요한 구성요소 및 속성이 표현될 수 있도록 유형이 다양한 의자들을 최대한으로 포함하여 총 52개를 선정하였고 각 의자에 대해 참고문헌[1]의 HIE측정 정의에 따라 휴먼인터페이스 요소(HIE)측정 실험을 하였다. 그리고 20대(남:16, 여:17) 30대(남:14, 여:15)의 총 62명을 대상으로 설문지를 통하여 의자의 적합도 요소 평가 실험을 수행하였다. 인체 측정 방법은 KS A7003 (인체측정용어), KS A7004 (인체측정방법)에 따라 휴먼 인터페이스 요소(HIE)에 관련이 있는 13개 항목에 대해 피실험자의 인체측정을 실시하였다 (표 2 참조).

#### (2) 실험 절차

의자 배치는 10개 또는 11개를 한조로 하여 총 5조로 편성하였고 각 조는 A, B, C, D, E로 이름을 붙였으며 등간격으로 배열하였다. 실험은 무선회된 순서에 따라 5개조 안에서 의자의

[표2] 피실험자의 신체측정치

구분	남자(n=30)		여자(n=32)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
몸무게	69.0	10.5	52.8	6.3
키	172.1	4.4	158.2	6.1
팔길이	54.2	2.8	50.1	2.8
앞은어깨높이	60.9	2.9	57.1	3.1
앞은목뒤높이	65.5	4.6	61.1	4.9
앞은오금높이	42.0	1.4	38.6	2.0
앞은팔꿈치높이	27.6	9.3	24.7	2.3
L4/L5높이	23.1	4.7	22.2	4.4
L4/L5깊이	1.2	0.5	1.3	0.4
앞은어깨너비	43.8	2.0	38.5	1.7
앞은엉덩이너비	35.5	2.4	36.0	2.9
앞은엉덩이-오금길이	45.4	2.0	42.4	2.1
몸통너비	47.7	7.8	40.2	2.7

### 2.2 HIE의 정의 및 모델 추출과정

본 연구에서 사무용 의자의 물리적 적합도 평가 모델을 개발하는데 도입된 휴먼인터페이스 요소(HIE: Human Interface Elements)는 사용자의 신체특성과 매우 밀접한 관계를 갖는 제품의 물리적 적합도 요소로서 사용환경과의 상호작용을 잘 설명할 수 있는 항목이다[1]. 각 HIE 항목은 [표1]에 제시하였다[1][2][5]. 그리

고 안락성, 인체적합성, 안정성, 여유성, 조절성의 5항목을 종속변수로 하고 [표1]에 제시된 43항목의 휴먼인터페이스 요소(HIE) 중 아래의 방법에 따라 독립변수를 달리 선택하여 물리적 적합도 모델링을 위한 통계분석을 수행 하였다.

모델링을 위한 통계분석은 회귀분석 방법과 범주형 회귀분석 방법을 이용하여 실시하였다. 회귀분석을 위한 독립변수의 선택은 연속형 변수 16개와 범주형 변수 11개를 사용하였고, 범주형 회귀분석에서의 독립변수는 연속형 변수 23개, 범주형 변수 7개를 선택하여 30개 변수 모두를 범주형으로 바꾸어 실시하였다. 회귀분석에서 연속형 변수의 수가 16개로 줄어든 것은 7개의 변수에서 데이터가 부분적으로 빠진 결측치가 발생하여(높이조절 유무, 팔걸이 유무에 따른 HIE 결측치) 통계 분석 시 다른 변수까지 모두 데이터가 제외되기 때문에 그것을 막기 위해 결측치가 많은 변수는 연속형 변수에서 제외하고 대신 범주형 변수로서 유/무의 형태로 바꾸어 포함시켰다. 또한, 범주형 회귀분석에서 모든 변수를 범주형으로 바꾼 것은 범주형 데이터가 많기 때문에 연속형 데이터를 범주형으로 바꾸어 통계분석을 실시하였다.

회귀분석을 실시하기 전 모든 연속형 변수의 수치를 평균을 0로 하여 조정하였고, 범주형 변수는 dummy 변수로 변형시켜 회귀분석에 적합하도록 하였다. 회귀분석은 두가지 형태로 분류하여 실시하였는데 하나는 각 의자에 대한 62명의 평균을 잡아 평균값에 대한 회귀분석을 실시하였고 다른 하나는 평균을 잡지 않고 전체 데이터를 그대로 사용하여 회귀분석을 실시 하였다.

### 3. 결과 및 토의

#### 3.1 평균을 이용한 회귀분석

안락성에 대해 모든 변수를 포함하여 stepwise 방법으로 회귀분석을 실시한 결과  $\alpha$ 를 0.05~0.1 수준으로 했을 때 안락성에서는 등판깊이, 좌면 너비, 등판패드형상, 좌면기울기, 조절작동방식 등과 같은 5개의 변수가 선택되었으며 안락성에 대한  $R^2$ 는 0.835이었다. 인체적합성에 대한 결과는 등판깊이, 좌면너비, 등

판패드형상, 좌면기울기, 조절작동방식의 5개의 변수가 선택되었으며  $R^2$ 는 0.838이었다. 안정성에 대한 결과는 좌면너비, 등판깊이, 조절작동방식, 등판패드형상의 4개의 변수가 선택되었다. 이 때의  $R^2$ 는 0.765이었다. 여유성에 대해서도 좌면너비, 좌면깊이, 등판패드형상, 등판깊이, 팔걸이 유무 등 5개의 변수가 선택되었는데 이 때의  $R^2$ 는 0.784였다.

마지막으로 조절성에 대하여는 4개의 변수가 선택되었는데 그것은 슬라이딩-틸팅의 공조 여부, 허리중심높이, 베이스 유무, 등판거칠기, 등판곡면정도로 나타났으며,  $R^2$ 는 0.857이었다.

평균을 이용한 분석 결과가  $R^2$ 가 높다는 장점은 있으나 각 종속변수를 대표해주는 독립변수인 HIE에 변별력이 없다는 단점을 나타내고 있다. 즉 각각의 적합성 내용에 대해 대동소이하게 좌면너비, 등판깊이, 등판 패드형상등이 공통적으로 나타나고 있다.

#### 3.2 평균을 이용하지 않은 회귀분석

모든 데이터를 포함하여 회귀분석을 실시했을 때에는 평균을 이용한 경우와는 매우 다른 결과가 나타났다. 안락성에 대한 회귀분석의 결과는  $\alpha$ 를 0.05~0.1로 하여 stepwise 방법을 썼을 때 등판깊이, 좌면너비, 등판-좌판의 연결형태, 좌면-등판상단의 높이, 좌면재질, 좌면기울기, 좌면쿠션정도, 좌면표면거칠기, 좌면패드형상, 조절작동방식 등 10개의 변수가 선택되었으며  $R^2$ 는 0.204였다.

인체적합성에 대하여는 좌면너비, 등판깊이, 좌면깊이, 슬라이딩-틸팅의 공조여부, 등판-좌판의 연결형태, 등판패드 형상, 좌면쿠션정도, 좌면기울기, 등판너비 등 9개의 변수가 선택되었으며  $R^2$ 는 0.156이었다. 안정성에 대하여는 등판너비, 좌면쿠션정도, 등판패드형상, 슬라이딩-틸팅의 공조여부, 지지발간폭, 등판깊이, 좌면재질의 종류, 등판패드형상 등 8개의 변수가 선택되었으며  $R^2$ 는 0.123 이었다. 여유성에 대해서는 등판너비, 좌면너비, 허리받침 중심높이, 좌면패드형상, 좌면깊이 등 5개의 변수가 선택되었으며  $R^2$ 는 0.056이었다. 조절성에 대해서는 슬라이딩-틸팅의 공조여부, 등판너비, 곡면정도,

등판표면거칠기, 좌면깊이, 좌면패드형상, 허리 받침 중심높이, 등판과 좌판사이의 간격, 등판패드형상, 좌면-등판상단높이, 등판-좌면의 연결형태, 등판패드 형상, 틸팅강도 정도, 좌면재질의 종류, 등판길이 등 15개가 선택되었으며  $R^2$ 는 0.091이었다.

평균을 이용하지 않고 전체 자료를 모두 포함하여 분석한 결과로서 선택된 독립변수인 각 HIE에 대한 전문가 집단에서 판단한 결과 적절한 선택으로 판단되었으나  $R^2$ 값은 매우 낮은 값을 나타내고 있다는 사실이다.

그렇다면 본 연구에는 어떤 통계 분석 방법을 쓰는 것이 적절한 것일까? 평균값을 채택한 경우와 평균값을 채택하지 않고 모든 데이터를 포함하여 분석한 두 가지의 서로 다른 방법을 비교하여 보면 평균값을 이용한 회귀분석 방법은 본 연구에는 맞지 않는 방법이라고 판단된다. 평균값을 채택하여 분석한 결과에서 선택된 HIE 변수의 내용을 보면 선택이 전혀 잘못된 내용은 아니고 모든 데이터를 포함한 분석한 결과와도 공통되기는 하지만, 서로 다른 종속변수간에 HIE의 차이가 거의 없다는 것은 이 방법이 변별력이 없다는 것을 나타내고 있다. 또한 본 연구의 특성상 HIE중 일부의 변수는 인체의 특성과 의자의 특성을 함께 고려한 변수를 사용하였는데 이러한 변수의 수치는 피험자의 신체특성을 무시하고 여러 사람이 한 의자에 대해 평가한 평균을 내어 분석에 사용하면 그 의미가 사라지게 된다.

그러나 모든 자료를 다 그대로 사용하여 직접 분석에 이용한 후자의 경우는  $R^2$ 가 매우 낮다는 결함을 지니고 있다.  $R^2$ 가 낮다는 것은 예측력이 그만큼 떨어진다는 것을 의미한다. 모든 데이터를 그대로 사용해야 하는 본 실험의 특성상  $R^2$ 가 낮은 것은 어쩌면 당연한 결과인지도 모른다. 따라서 토론을 거쳐 본 연구자들은 이러한 상황에서 후자의 분석방법이  $R^2$ 가 낮게 나온다는 단점이 있지만 의자의 디자인과 제작에 도움을 주는 것은 후자의 방법이라고 사료된다.

### 3.3 범주형 회귀분석

범주형 회귀분석을 실시하게 된 이유는 본 실험의 성격상 종속 변수는 연속형이지만 독립 변수가 범주형이 많다는 것이다. 범주형 데이터를 분석하기 위해서 수량화 1분석방법과 범주형 회귀분석방법을 고려할 수 있다. 이 두방법은 연속형의 종속 변수와 범주형의 독립변수를 가진 데이터에 대해 유용한 결과를 제공한다. 본 연구에서는 일본에서 개발된 수량화 1분석과 그 내용이 같으면서 계산과정의 복잡성을 피하는 일반적인 통계분석 방법이라고 할 수 있는 범주형 회귀분석을 이용하여 분석하였다 [6].

범주형 회귀분석을 실시함에 있어서 모든 데이터를 범주화하여 실시하였다. 즉 데이터 중 범주형 데이터는 그대로 사용하였고, 연속형 데이터는 범주형으로 바꾸어 사용하였다. 연속형 데이터를 범주형으로 바꿀 때에는 각 HIE의 range를 그래프로 그리고 평균과 표준편차를 참고하여 3인의 전문가의 의견 수렴으로 범주의 기준값을 결정하였다. 이렇게 한 다음 SPSS categorical regression을 이용하여 범주형 회귀분석을 실시하였다.

안락성에 대해서는 중요도가 높은 HIE로 팔걸이 기울기, 좌면쿠션, 지지발 폭, 등판길이, 팔걸이 높이, 팔걸이 너비, 좌면너비, 베이스 높이, 지지발 수 등이 나타났다( $R^2=0.217$ ). 인체적합성에 대하여는 중요도가 높은 HIE로 팔걸이 너비, 등판길이, 좌면너비, 팔걸이 기울기, 좌면 쿠션, 팔걸이간 폭, 좌면 깊이, 지지발 수가 등으로 나타났다( $R^2=0.168$ ). 안정성에서의 중요도가 높은 HIE로 팔걸이 기울기, 팔걸이간 폭, 팔걸이 높이, 좌면너비, 등판길이, 좌면쿠션 등이 나타났다( $R^2=0.151$ ). 여유성에서의 중요도가 높은 HIE로 좌면너비, 팔걸이간 폭, 좌면깊이, 틸팅강도, 등판길이, 등판쿠션 등 이었다( $R^2=0.060$ ).

마지막으로 조절성에 대하여 중요도가 높은 HIE로는 팔걸이 높이, 팔걸이 너비, 슬라이딩-틸팅의 공조여부, 팔걸이간 폭, 조절작동 방식, 지지발 수, 등판너비 등으로 나타났다( $R^2=0.111$ ).

이러한 범주형 회귀분석의 결과는  $R^2$ 의 값에 있어서 앞서 실시한 회귀분석에서 평균을

이용하지 않고 모든 데이터를 사용하여 분석을 실시하였을 때 나온 값과 비슷하게 나타났다.

이 두 분석방법에서 공통으로 선택된 HIE 변수들은 안락성의 경우 좌면쿠션, 등판길이, 좌면너비가, 인체적합성은 등판길이, 좌면너비, 좌면쿠션, 좌면깊이가, 안정성은 등판길이, 좌면쿠션이, 여유성은 좌면너비가, 조절성은 슬라이딩-틸팅의 공조여부, 등판너비였다.

이 두 분석의 결과가 크게 다른 점으로는 범주형 회귀분석에서 팔걸이 기울기, 팔걸이간폭, 팔걸이 높이, 팔걸이 너비 등이 중요한 변수로서 거의 모든 종속변수에서 선택된 데 반하여 평균을 이용하지 않은 회귀분석에서는 팔걸이 항목이 거의 선택되지 않았다는 것이다. 이렇게 두 가지의 분석에서 서로 다른 결과가 나온 원인은 범주형 회귀분석에서는 팔걸이에 관련된 변수들이 제외되지 않고 그대로 포함된 반면 회귀분석에서는 결측치가 많아 팔걸이 유무만을 남기고 모두 제외되었기 때문으로 사료된다.

#### 4. 결론

의자의 물리적 적합도 모델링을 위한 3가지 통계분석 방법의 비교를 통하여 각각의 통계분석방법이 어떤 장점을 가지고 있으며, 본 연구의 목적을 위해서는 어떤 분석방법이 가장 적절할 것인가에 접근할 수 있었다. 본 연구의 목적을 위해서는 평균을 이용한 회귀분석 방법은 적절하지 못하고 평균을 이용하지 않고 모든 데이터를 사용하여 분석을 하는 것이 적절하다고 사료된다.

또한 회귀분석과 범주형 회귀분석을 실시한 결과 그 두분석을 병행하여 실시하는 것이 두 분석방법을 서로 보완해 줄 수 있으므로 더 타당성 있는 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

[1] 김진호, 박수찬, 신미경, 류신아, 최경주, 1999, "제품배치의 물리적 적합성 측정 기술 개발," 한국표준과학연구원, KRISS-99-113-IR, 1999.

[2] 류신아, 김진호, 박수찬, 신미경, 최경주, "주거/사무용 가구의 물리적 적합도 요소 분류체계 개발", 대한인간공학회 '99 추계학술대회논문집, 1999.

[3] 박수찬, 김진호, 신미경, 최경주, 이영신, "사무용 의자의 물리적 적합도 평가를 위한 휴먼 인터페이스 요소 개발", 한국가구학회지, 제 10권 제 2호, pp. 9-16, 1999.

[4] 안혜린, 한성민, 김광재, 한성호, 윤명환, "사무용 의자의 감성 만족도 평가 모델", 대한산업공학회 추계학술대회, 1999.

[5] 최경주, 박수찬, 김진호, 신미경, 류신아, "의자의 물리적 적합도 평가를 위한 휴먼 인터페이스 요소개발" 대한인간공학회 '99 추계학술대회논문집, 1999.

[6] 허명희, "SPSS Optimal scalling(최적척도법)의 활용", SPSS 사용자 모임, 1999년 SPSS 사용자 사례논문집, pp. 43-55, 1999.

[7] Jindo, T., Hirasago, K., Nagamachi, M., Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics, International Journal of Industrial Ergonomics, 15, pp. 49-62, 1995.