應用論文

사무용 의자의 물리적 적합도 예측 모델링에 관한 연구

김진호
공주대학교 산업과학대학 산업공학과
이현우
시스템비지니스(주) 컨설팅사업부
박수찬
동성사무기기(주) 의자기술연구소

A Study on the Empirical Model for Predicting the Physical Suitability of Office Chairs

Jin Ho Kim
Dept. of Industrial Engineering, College of Industrial Science, Kongju National University
Hyun woo Lee
Dept. of Consulting, System Business Co. Ltd
Soo Chan Park
Lab. of Chair Research, Dong Sung Office Mechanism Tool Co. Ltd.

Keywords: Suitability, Office Chairs, Human-Interface elements (HIE), Comfortable Seat

Abstract

The purpose of this study is to develop systematic methods for evaluating the suitability of a seat and build an empirical model for predicting the suitability of a seat. The following research schemes were pursued to achieve the objectives :

- Development of suitable chair dimensions
- Analysis scheme for decomposing the human-product interface system
- Development of model for evaluating suitability.

As a result, we uncovered six dominant suitability dimensions for the design of a comfortable seat that is related to the physical dimension of a body. Here, six suitability dimensions were identified as the dimensions that represent the human sensitivity and psychological feeling on comfortable seats. Also, 43 human-interface elements (HIE's) such as seat height, seat width, seat depth, tilting angle, seat surface etc. were investigated. HIE was generally defined as the physical characteristic of manufacturing goods, and it had close related to the body dimension of a user and environment that it was used.

1. 서론

최근까지 사무용 의자에 관한 연구는 설계요소와 설계기준에 관한 것[4, 5, 6, 7, 9, 11]이 대부분이었다. 그러나 설계요소들을 찾아내는 방법론이나 설계요소의 측정 및 평가방법 등에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 의자를 평가하는 것은 설계자나 사용자 모두에게 중요한 영역이다. 설계자 측에서는 의자 각 component별 속성이 잘 나타나고 있는지, 그 기능이 잘 이루어지는지, 다른 component와 조화가 잘 이루어지는지 등을 평가함으로서 설계요소를 최적화 할 수 있다. 또한 사용자측에서는 사용하는데 있어서 기능이 편리하도록 설계되었는지, 조절장치가 안정적으로 작동하는지, 구조적으로 안전한지, 전체적인 스타일과 구조가 인체에 적합한지 등을 평가함으로서 편리성과 사용성을 높힐 수 있는 설계요소들을 찾아 낼 수 있다.

본 연구에서는 주거/사무 환경에서 사용되는 가구류를 대상으로 물리적 적합도 요소의 추출과 적합도 요소 분류체계를 개발하였다. 기존의 적합도 연구들은 체계적인 틀이 없이 산발적으로 이루어져 적합도 요소 분류체계가 확립되어 있지 않은 상태이며, 이러한 점들을 고려한 체계적인 적합도 요소 규명과 평가 지표를 세우는데 그 목적을 두었다. 뿐만 아니라 본 연구에서는 사무용 의자의 설계요소를 추출하여 물리적 적합도를 평가하기 위한 휴먼인터페이스 요소(HIE : human interface elements)를 개발하였다. 물리적 적합도 관점에서의 휴먼인터페이스 요소를 개발하기 위해서는 우선 의자 자체의 설계요소를 도출하였으며, 이들 설계요소 사이의 연계성, 사용자의 신체 특성치와 사용 환경 특성을 기준으로 의자의 휴먼인터페이스 요소(HIE)를 개발하였다.

본 연구에서는 사무용 의자의 물리적 적합도를 예측하기 위하여 사무용 의자를 대상으로 인간공학적인 실험을 실시하였으며, 의자의 물리적 적합성을 밝히는 데에 컨조인트 분석을 적용하였다. 즉, 컨조인트 분석을 사용자가 느끼는 의자의 물리적 적합성에 대한 연구에 적용하여, 사용자가 어떤 종류의 의자를 사용하기에 적합하다고 판단하는가에 대해 밝히고, 이에 대한 정보 바탕으로 의자에 대한 사용자의 평가를 예측하였다.

2. 물리적 적합도의 분류체계

2.1. 물리적 적합도의 정의

기존의 물리적인 적합도의 연구들은 체계적인 틀이 없이 산발적으로 이루어져 적합도 요소 분류체계가 확립되어 있지 않은 상태이며, 제품과 사용자 그리고 사용환경의 세 요소가 적합성의 평가에 서로 어떻게 영향을 미치는가 하는 점에 대해서도 체계적인 연구가 되어 있지 않았다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점들을 고려한 체계적인 적합도 요소 규명과 평가 지표를 세우는 데 그 목적을 두었다.

여기서의 적합도(Suitability)는 물리적 측면의 적합도를 의미하는 것으로 주어진 환경에서 사용자(User)가 제품을 사용하거나 작업을 수행할 때 제품 및 환경이 사용자의 신체적 특성에 얼마나 적합하게 설계되었는가

를 판단하고, 사용자와 제품, 사용자와 환경 간의 상호작용 및 조화를 평가하고자 하는 개념으로 정의하였다.

2.2. 물리적 적합도의 분류체계

적합도 요소 분류 체계를 개발하기 위한 연구 진행 과정은 문헌 조사를 통한 적합도 요소의 추출단계, 추출된 적합도 요소의 선별 및 통합 단계, 적합성 요소의 계층적 분류 단계 등 크게 3단계로 진행되었다.

1단계: 문헌 조사를 통한 적합도 요소 추출 단계

적합도 요소는 Applied Ergonomics, Ergonomics, Human Factors and Ergonomics Society, Human Factors, International Journal of Industrial Ergonomics, 인간공학회지 등 일반 학회지 논문(Journal Articles) 및 학위논문(Degree Papers), 문헌(Reference Books)등 적합도에 관한 다양한 연구 결과들이 포함되어 있는 자료(학술지 15종 중 63개, 학위논문 5개, 문헌 23개, 인터넷 4개)들을 조사하여 적합도 요소 초기 리스트 76개를 작성하였다.

2단계 : 적합도 요소 선별 및 통합 단계

(1) 적합도 요소 1차 선별

파악된 적합도 요소 초기 리스트는 개념이 중복되어 있거나, 객관적이기보다는 주관적인 감성을 대표하는 내용 등이 혼재되어 있다. 따라서 적합도 요소 1차 선별에서는 적합도에 직접적으로 영향을 주는가의 여부를 우선으로 선정하고 객관적이고, 개념적으로 명쾌한 적합도 요소라고 판단되는 요소를 선택하였다. 또한 감성 요소라고 판단되거나 제품의 적합도 요소의 개념에 맞지 않을 경우 제외시켰다. 앞에서 설명한 방법으로 적합도 요소 초기 리스트 76개 중 12개의 요소를 제외시켜 1차 선별에서는 64개의 적합도 요소가 도출되었다.

(2) 적합도 요소 2차 선별 및 통합

2차 선별 및 통합 과정에서는 개념의 영역 크기, 개념의 상하관계, 개념간의 상관관계 등의 기준을 적용하여 1차로 31개의 적합도 요소를 추출하였다. 그 과정은 다음과 같다.

- 통합기준
  - 개념의 상하관계를 고려하여 유사성 요소끼리는 통합
  - 개념의 상하관계를 고려하여 높은 쪽의 요소로 통합

그러나 의미가 광범위하다거나 HIE 요소와 가까운 것들이 포함되어 있기 때문에 이들을 최종적으로 <표 1>과 같이 26개 요소를 선택하였다. 그 기준은 다음과 같다.

- 제외기준
  - 적합도 개념보다 큰 범위의 의미를 나타내는 요소는 제외
  - 애매한 개념으로 정확한 정의를 할 수 없는 요소는 제외
  - 측정이 곤란한 요소는 재외
  - HIE 요소와 가까운 것들은 제외

3단계 : 적합도 요소의 계층적 분류 단계

2단계의 1차, 2차 선별 및 통합 과정을 거

처 얻어진 26개의 적합도 요소들은 유사성 분석을 통한 요소의 통합으로 계층적 관계를 분류하였다.

<표 1> 선별 통합된 26개 물리적 적합도 요소

상위 요소	하위 요소
적합성(Suitability)	적합성, 적절성, 조화성, 일치성
조절성(Adjustability)	조작성, 조절성, 가동성
접근성(Accessibility)	접근성, 도달성
안락성(Comfortability)	안락성, 쾌적성
학습성(Learnability)	적응성, 익숙성, 학습성
반응적합성(Compatibility)	제약성, 반응적합성
능률성(Efficiency)	능률성, 효율성
안정성(Stability)	안정성
안전성(Safety)	유지(보존)성, 안전성
일관성(Consistency)	일관성
단순성(Simplicity)	단순성
여유성(Clearance)	여유성
피드백(Feedback)	피드백
가시성(Visibility)	가시성

(1) 유사성 분석 Matrix

26개 적합도 요소들을 각각 행과 열로 하는 Matrix를 구성하여 6명의 전문가가 각 Cell에 연결된 서로 다른 요소들 간의 관계를 0~10 점으로 표시하였다. 서로 다른 요소들간의 관계 유무는 다음의 3가지 기준을 근거로 하였다.

- 상관(Correlation)관계 : 적합도 요소들이 서로에게 영향을 주는 관계
- 공통특성(Common Property)관계 : 두개의 서로 다른 적합도 요소들이 공통특성을 공유하는 관계
- 포함(Inclusion)관계 : 어느 한쪽의 적합도 요소가 다른 한쪽에 포함되는 관계

Matrix에 의해 구해진 결과는 Variable Cluster에 의하여 계층적 군집분석이 이루어졌다. 26개 요소들을 변수로 가정하고, 앞에서 구한 관계 점수를 서로간의 상관행렬 또는 공분산 행렬로 가정하여 SAS Ver.6.12의 PROC VARCLUS에 의해 분석되었다.

(2) 유사성 분석에 따른 요소 통합

위의 유사성 분석을 통해 얻어진 결과를 바탕으로 26개 요소를 14개의 요소로 통합하였다. 즉 유사한 개념은 그룹화 시키고, 다소 다른 개념일지라도 광의로 묶일 수 있을 때에는 넓은 그룹에 포함하여 통합시켰다. 적합도 요소 최종 리스트에 포함된 14개의 적합도 요소는 이상에서 설명한 분석 방법에 의해 인체적합성, 조절성, 안락성, 안정성, 피드백, 능률성의 6개 그룹으로 구성되는 적합도 요소의 계층적 분류 체계가 개발되었다. 적합도 요소 분류 체계를 개발하는 과정에도 상관관계, 포함관계, 공통 특성에 맞추어 체계를 확립하였다. 예외로 단순성과 학습성은 피드백과는 관련이 적으나 적합도 요소에 차지하는 비중이 작기 때문에 피드백에 포함시켰다. 최종적으로 분류된 분류 체계의 각 그룹에 대한 정의와 설명은 다음과 같다.

인체적합성(Suitability)

시스템이 사용자의 신체조건과 여러 가지 제약에 따른 요구사항에 맞게 설계되어 사용상 능률을 올릴 수 있어야 한다. 하위 속성으로 적합성, 인체적합성이 포함되어 있다.

조절성(Adjustability)

사용자가 시스템의 상태를 변경하고자 할 때 의도대로 쉽게 변경될 수 있도록 설계되

어야 한다. 하위 속성으로 조절성, 접근성, 여유성이 포함되어 있다.

안락성(Comfortability)

시스템 사용시 사용자가 편안함과 안락감을 느낄 수 있도록 설계되어야 한다. 하위 속성으로 안락성이 있다.

안정성(Stability)

심리적, 신체적으로 일관되게 안정감을 느끼며 사고가 일어나지 않도록 안전하게 설계되어야 한다. 하위 속성으로 안정성, 안전성, 일관성이 있다.

피드백(Feedback)

수행한 작업의 결과를 신속하고 명확하게 알고 대처할 수 있도록 인터페이스가 설계되어야 한다. 하위 속성으로 피드백, 가시성, 학습성, 단순성이 있다.

능률성(Efficiency)

사용자가 작업을 적은 노력으로 효율적으로 수행할 수 있도록 설계되어야 한다. 하위 속성으로 능률성이 있다.

<표 2>에 6개 그룹으로 구성되는 적합도 요소의 계층적 분류 체계가 제시되어 있다.

3. 휴먼인터페이스요소(HIE)

3.1. 물리적 적합도에서의 휴먼 인터페이스 요소의 정의

물리적인 적합도의 관점에서 휴먼인터페이스 요소는 제품(Product)과 사용자(User) 특성간의 조화(Compatibility)와 상호작용(Interface)을 분석하는 과정에서 사용환경까지 고려하여 제품특성을 나타내는 개념이다[3]. 즉, 휴먼인터페이스 요소는 사용자의 신체특성과 매우 밀접한 관계를 갖는 제품의 물리적 요소로서 사용환경과의 상호 작용을 잘 설명할 수 있는 것이어야 한다.

3.2. 의자 구성요소에 따른 설계 요소 도출

a. 의자의 구성요소 분류

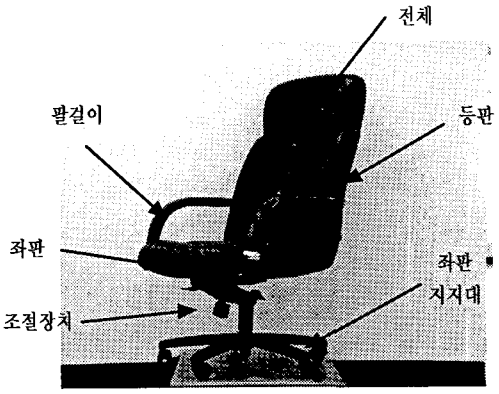
의자의 구성요소는 최근 국내외의 제품 소개 책자와 실물을 중심으로 분석하여 본 결과 좌판(seat pan), 등판(back rest), 팔걸이(armrest), 좌판 지지대(seat support), 조절장치(function control unit), 전체(whole system) 등 6가지 component로 분류되었다. <그림 1>은 사무용 의자의 일반적인 분류 component를 표시한 것이다.

<표 2> 사무용 가구 평가를 위한 물리적 적합도 요소의 분류체계

구분	적합도 요소
인체적합성(Suitability)	인체적합성(Suitability), 적합성(Compatability)
조절성(Adjustability)	조절성(Adjustability), 접근성(Accessbility), 여유성(Clearance)
안락성(Comfortability)	안락성(Comfortability)
안정성(Stability)	안정성(Stability), 안전성(Safety), 일관성(Consistency)
피드백(Feedback)	학습성(Learnability), 피드백(Feedback), 단순성(Simplicity), 가시성(Visibility)
능률성(Efficiency)	능률성(Efficiency)

b. 각 component를 구성하는 설계요소

사무용 의자의 6가지 component에 따른 설계요소를 국내외 제품 소개 책자와 인터넷 자료, 실물자료, 설계 전문가 등의 의견을 종합하여 물리적인 적합도에 관련된 초기 설계요소 53개 항목을 도출하였다. 이들 초기 설계요소들은 사용자의 신체특성치와 각 설계요소간 상관관계, 사용환경, 물리적 측정 및 평가 가능 여부를 고려하여 최종 휴먼인터페이스 요소를 도출하는데 이용되었다.



<그림 1> 사무용 의자의 구성요소

c. 설계요소의 상관관계

의자에 대한 53개 구성요소별 설계요소들 중 적합도에 가장 영향을 미치는 기본 설계요소를 결정하고, 결정된 기본 설계요소에 따라 영향을 받는 다른 설계요소간의 상관관계를 파악하기 위한 단계가 필요하다. 이들 간의 상관관계 파악은 모든 설계요소에 대해서 다른 요소와의 선후관계 및 대등관계 등을 분류함으로서 다른 설계요소들 간의 상관관계가 중요한 요소와 다른 요소에 영향을 주지 않는 것들로 나타낼 수 있다. 또한 설계요소와 신체특성과의 관련을 파악하여 휴먼인터페이스 요소를 측정하거나 평가할 때 사용자의 신체특성을 고려할 수 있도록 하였다.

<표 3> 최종 도출된 물리적 적합성과 관련된 사무용 의자 43개 HIE

구성요소	설계요소
좌판 (Seat pan); 10	좌면 높이, 좌면너비, 좌면깊이, 좌면 높이 조절 여부, 좌면기울기, Cushion 정도, 재질의 종류, 표면거칠기, 패드형상, 회전중심거리
등판 (Back rest); 16	등판너비, 등판기울기, seat에서 등판 상단까지의 높이, 등판길이, Cushion 정도, 재질의 종류, 표면거칠기, 패드형상, 곡면정도, 허리받침 중심높이, 허리받침 높이조절 유무, 머리받침 유무, 머리받침 높이조절 유무, 머리받침 높이, 머리받침 각도, 좌판과 등판 사이 뚫린 간격
팔걸이 (Arm rest); 6	팔걸이 조절 유무, 팔걸이 높이, 팔걸이 길이, 팔걸이 너비, 팔걸이 기울기, 팔걸이간 폭
좌판 지지대 (Seat support); 5	지지발 수, 지지발간 폭, base(캐스터포함) 높이, base 높이 조절 유무, footrest 유무
조절 장치 (Function control unit); 2	조절장치 위치, 작동방식
전체 (Whole system);4	등판과 좌판의 연결형태, sliding과 tilting의 공조여부, tilting 강도조절여부, tilting 강도 정도(force)

d. 휴먼 인터페이스 요소 (Human InterfaceElement,HIE)도출

53개 설계요소를 이용하여 설계요소들과의 상관관계, 물리적 적합성 요소의 관련성 등을 분석하고, 이들 설계요소에 더 추가하거나 삭제될 항목을 결정하였는
그 기준은 다음과 같다.

- 물리적인 측정이 곤란한 경우는 삭제
- 다른 요소에 비해 상대적으로 중요한 요소가 아닌 경우는 삭제하고, 상대적으로 중요시 되는 경우는 추가
- 표현은 서로 다르나 내용이 유사한 경우는 가장 잘 설명할 수 있는 항목으로 통합
- 항목의 내용이 비슷한 개념이지만 각기 다른 기능을 나타내는 경우 추가

위의 과정을 거쳐 초기 53개의 휴먼인터페이스 요소에서 19개 항목을 제외하고 9개 항목을 추가하여 최종 43개의 휴먼인터페이스 요소를 <표 3>과 같이 선정하였다.

4. 인간공학적 실험

4.1. 실험대상

피험자는 20대-30대의 남·여를 대상으로 무작위 추출하였으며, 선정 대상자는 남자 30명, 여자 32명으로 총 62명 이였다. 실험에 참가한 남자와 여자의 신체적 특징은 <표4>와같다.

본 연구에서는 Conjoint 분석을 통하여 의자의 물리적 적합도 예측 모형을 살펴보는데 초점을 두고 있으므로 실험된 43개 휴먼인터페이스요소(HIE: Human Interface elements) 중에서 제품의 속성(Attribute)과 속성의 수준(Level)을 가장 잘 대변할 수 있고, 의자의 물리적 적합성을 고려할 때 안락성, 여유성, 안정성, 인체적합성측면을 가장 잘 대변할 수 있는 요소로 평가되어지는 좌면의 높이조절 기능 유무, 팔걸이 부착 유무, 등판길이의 높고 낮음 등 3가지 요소로 한정하여 분석하였다. 여기에서 등판길이의 높고 낮음 기준은 좌면으로부터 등판높이가 50cm 이하인 경우는 낮음, 이상은 높음으로 분류하였다. 이 세 가지의 속성에 대한 수준을 <표5>와 같이 각 요소의 유/무의 경우와 높고 낮음 2수준으로 정하여 2*2*2의 8가지의 특징들의 조합을 이룬 의자로 분류되었다.

<표4> 피험자의 신체특성치

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
앉은어깨높이	60.9	2.9	57.1	3.1
앉은목뒤높이	65.5	4.6	61.1	4.9
앉은오금높이	42.0	1.4	38.6	2.0
앉은팔꿈치높이	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
앉은어깨너비	43.8	2.0	38.5	1.7
앉은엉덩이너비	35.5	2.4	36.0	2.9
앉은엉덩이-오금길이	45.4	2.0	42.4	2.1
몸통너비	47.7	7.8	40.2	2.7

이러한 8가지의 속성의 조합을 프로파일

(Profile)이라고 한다. 실험에 사용된 8개 의자의 프로파일은 <그림 2>와 같다.

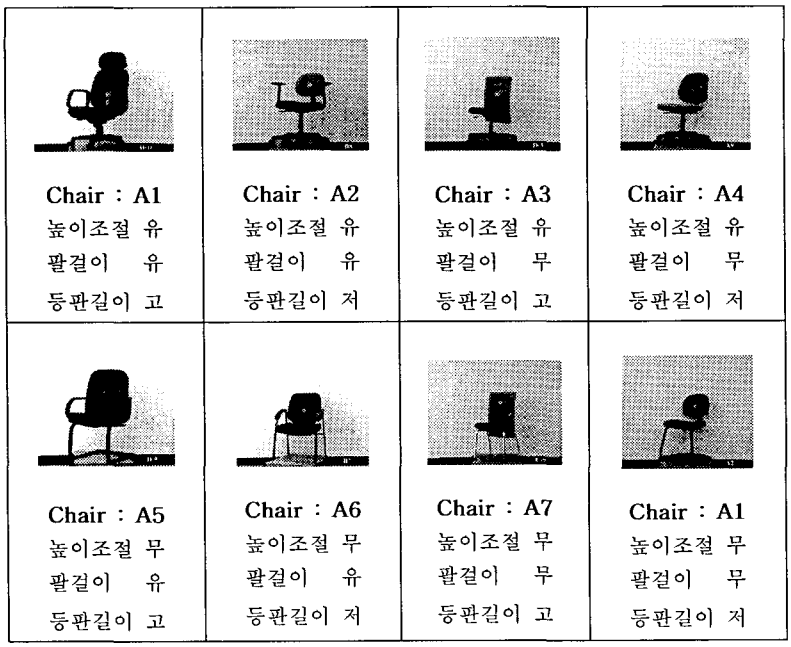
<표 5> 실험 의자의 속성과 수준

속성(Attribute)	수준(Level)
높이조절기능	있다, 없다
팔걸이	있다, 없다
등판높이	높음, 낮음

4.2. 실험절차

실험은 피험자가 도착하면 의자의 물리적인 적합성을 다루는 본 실험의 특징에 대해 설명하고 의자의 각 부분에 대해 명칭과 그 사용법을 설명하였으며, 피험자가 직접 사용법을 익힐 수 있도록 충분한 여유시간을 두어 실험에 임하도록 하였다.

또한 가구류의 물리적 적합도 요소 6가지 중 의자에 적용가능한 4가지요소(안정성, 여유성, 인체적합성, 안락성)에 대해 그 정의를 설명하였다. 설문지에 8개의 의자를 대상으로 100점 만점으로 주관적 평가를 하도록 하였다. 이때 피험자는 8개의 의자를 실제로 앉아 보고 조절하면서 평가하도록 하였다. 평가의 일관성과 신뢰성을 부여하기 위해 하나의 적합성 설문에 대하여 8개의 의자에 대한 평가가 모두 끝난 후 10분간 휴식을 취하도록 하고, 그 다음 설문에 대해 답하도록 하였다. 설문의 순서와 의자의 순서는 무선화 하여 피험자에게 부여하였다. 또한, 피험자 평가시 평가에 영향을 미칠 수 있는 의자의 마감소재(천) 및 등판과 좌판의 연결 형



<그림 2> 실험대상 의자와 그 속성

태(분리형) 등을 가능한 같은 유형으로 제한하여 평가시 의자의 다른 요인에 의한 영향을 최소한 줄일 수 있도록 하였으나 의자 A5의 경우는 마감소재가 인조가죽으로 되어 있으며, 등좌판이 연결된 일체형으로 선정되었다.

4.3. 자료처리

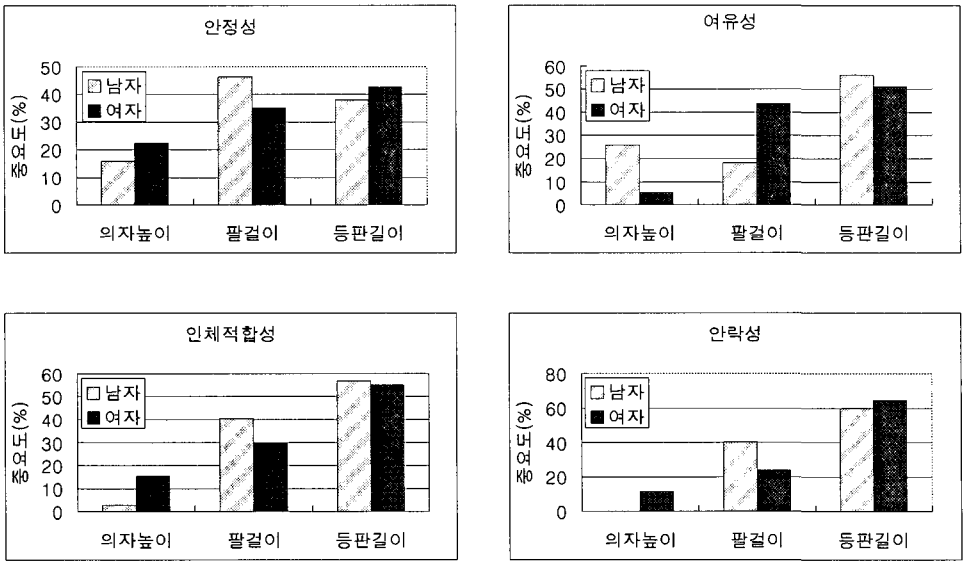
설문 응답자료는 100점 만점으로 하여 나온 결과로서 그 기준을 어디다 두었는가는 피험자 각자의 판단에 맡기었으므로 각자 기준이 되는 점수가 다르다. 따라서 피험자마다 다른 기준 점수와 표준편차를 표준화하기 위한 작업이 필요하였다. 이에 따라 기준 점수를 70점으로 하고 표준편차를 15점(이 점수는 8개 의자에 대한 전체 표준편차이다.)으로 하여 표준화를 실시하였다.

5. 물리적 적합도 예측모형 개발

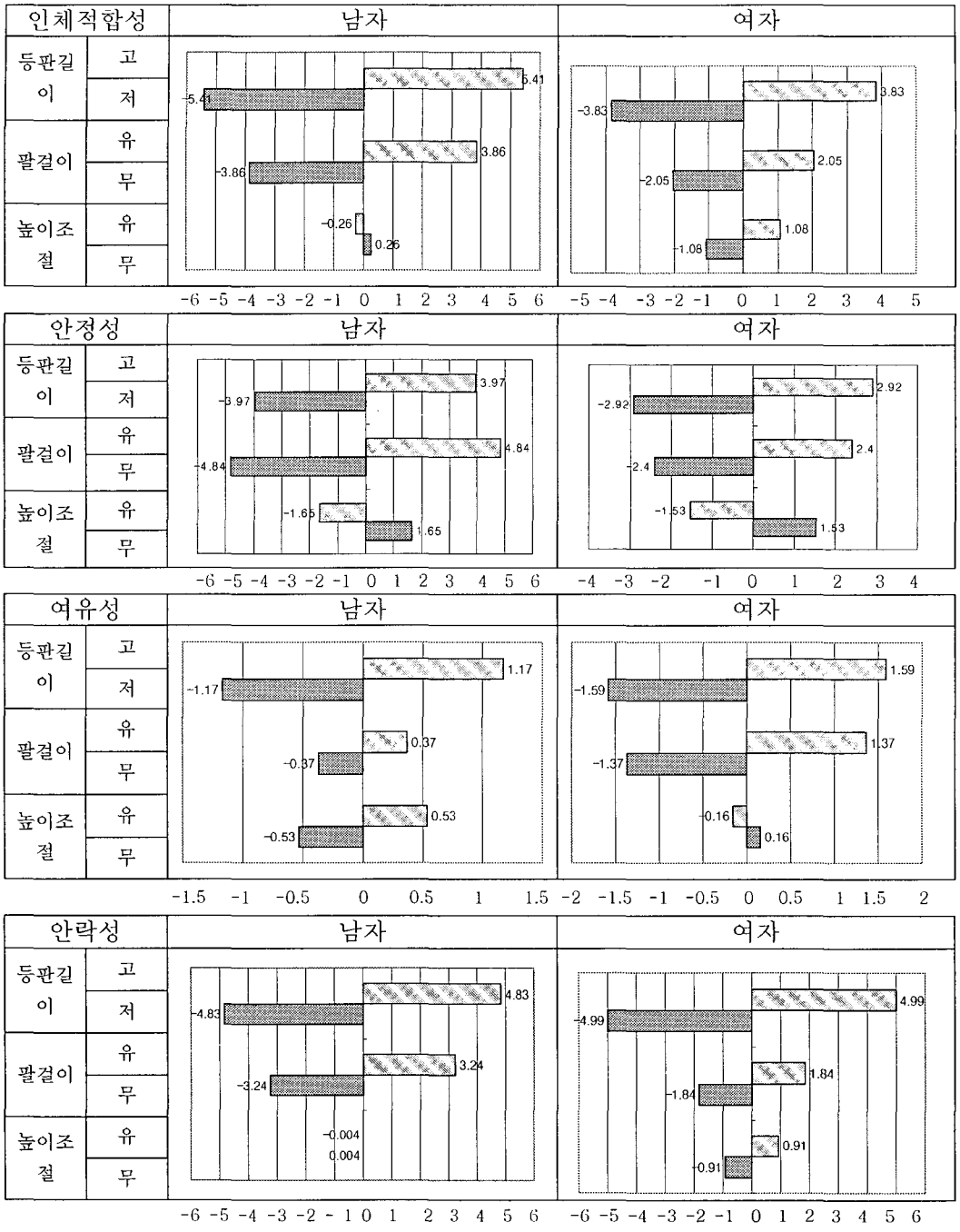
<표 4>에 나타난 바와 같이 남자와 여자의 신체적 특징이 다르므로 이러한 차이가 의자의 물리적 적합도의 평가에 차이를 낳을 것이라는 가정 하에 남자와 여자를 구분하여 분석하였다.

Conjoint 분석의 속성의 상대적 중요도(relative importance)에 대한 결과는 <그림 3>과 같이 요약할 수 있으며 이와 관련된 각 속성 수준의 효용치는 <그림 4>와 같다.

안정성은 남자가 팔걸이 유무> 등판길이 >높이조절 기능의 순서로 중요도가 높았다.



<그림 3> 요인별 속성의 중요도



<그림 4> 각 요인별 속성 수중의 효용치

남자의 경우 속성들의 효용범위를 보면 팔걸이가 9.6834, 등판길이가 7.9334, 높이조절 기능이 3.3000을 차지하여 상대적 중요도는 팔걸이가 46.29%로 가장 높았다. 여자의 경우는 등판길이> 팔걸이> 높이조절 기능의 순서로 중요도가 높았으며, 효용범위는 등판길이가 5.8360, 팔걸이가 4.8046, 높이조절기능이 3.0546을 차지하였으며 따라서 등판길이의 상대적 중요도가 42.61%로 가장 높았다. 그 내용을 보면 남·녀 공통으로 팔걸이가 있고, 등판길이가 높고, 높이조절기능이 없는 고정형의 의자를 안정성이 높은 의자로 평가하였다. 제시된 의자 중에서 남·녀 모두 의자 A5를 가장 안정성이 높은 의자로 평가하였다. 한가지 남·녀 간의 차이점은 남자는 팔걸이가 있고 없음을 더 중요하게 생각한 반면 여자는 등판길이가 높고 낮음을 더 중요하게 생각하는 것이었다.

안락성은 남자와 여자가 중요도의 순서에 있어서 같은 판단을 하였다. 즉 남자와 여자가 모두 등판길이> 팔걸이> 높이조절 기능의 순서로 중요도를 평가하였다. 남자의 경우 높이조절의 효용범위는 0.0082로 매우 작았으며, 팔걸이는 6.4750이고, 등판길이는 9.6584이다. 따라서 등판길이의 효용범위가 가장 크며 상대적 중요도가 가장 큼을 알 수 있었다 (59.83%). 여자의 경우는 높이조절의 효용범위는 1.8204, 팔걸이는 3.6796, 등판길이는 9.9922이었다. 여자도 등판길이의 상대적 중요성이 64.50%로 매우 높음을 알 수 있다. 그 내용을 보면 남·녀 모두 등판길이가 높고 팔걸이가 있으며 높이조절이 되는 경우에 안락성을 느끼는 것으로 나타났다 (그러나 남자에게 높이조절 기능은 중요도가 매우 낮아 거의 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다).

인체적합성은 남자와 여자 모두 등판길이 > 팔걸이 > 높이조절 기능의 순으로 중요도를 평가하였다. 즉 남자의 경우 높이조절의 효용범위는 0.5250, 팔걸이는 7.7250, 등판길이는 10.8250이었다. 따라서 등판길이가 가장 상대적 중요도가 높아 56.75%를 차지하였다. 여자의 경우는 높이조절이 2.1640, 팔걸이가 4.1016, 등판길이가 7.6640이어서 등판길이의 상대적 중요도가 남자와 마찬가지로 가장 컸으며 55.02%를 차지하였다. 남자는 등판길이가 높고 팔걸이가 있으며 높이조절 기능이 없을 때에 (그러나 높이조절 기능은 중요성이 거의 없었다), 여자는 등판길이가 높으며 팔걸이가 있고 높이 조절 기능이 있을 때 인체 적합하다고 판단하였다.

여유성은 남자는 등판길이> 높이조절 기능 > 팔걸이의 순으로 중요도가 높았으며, 여자는 등판길이> 팔걸이> 높이조절 기능의 순서로 중요도가 높았다.

남자의 경우 각 속성의 효용범위는 높이조절 기능이 1.0666, 팔걸이가 0.7500, 등판길이가 2.3334로서 등판길이가 56.22%의 가장 높은 상대적 중요도를 나타내었다. 여자의 경우는 높이조절 기능의 효용범위가 0.3282, 팔걸이가 2.7344, 등판길이가 3.1874를 차지하였으며, 따라서 등판길이가 51.00%의 가장 높은 상대적 중요도를 차지하였다. 그 내용을 보면 남자는 등판길이가 높고 팔걸이가 있으며 높이조절 기능이 있을 때 여유성을 느끼며, 여자는 팔걸이가 있으며 등판길이가 높고 높이조절 기능이 없을 때 여유성을 느

끼는 것으로 나타났다(단, 여자의 경우 높이 조절 기능은 거의 영향을 주지 못함).

위의 결과를 종합해 보면 우선 팔걸이가 있고 등판길이가 높은 것이 네 가지의 적합도에서 모두 높은 평가를 받았다는 것을 알 수 있다. 위의 두 기능이 있으면서 높이조절 기능이 있거나 없는 경우는 두 가지로 평가가 나누어졌다. 즉 높이조절 기능이 있는 것을 선호한 경우는 남자의 경우 안락성과 여유성 이었으며, 여자의 경우 안락성과 인체적합성이었다. 반면 높이조절이 되지 않는 고정형을 선호한 항목은 남자의 경우에는 안정성과 인체적합성이었고, 여자의 경우에는 안정성과 여유성 이었다. 따라서 높이조절은 일방적으로 높이조절이 있는 것이 선호된다거나 없는 것이 선호된다거나 라고 할 수 없었다.

<표 6>에 나타난 바와 같이 실제 data와 예측한 모델간에 상관성을 나타내는 Pearson의 R 값은 여유성을 제외하면 0.8 이상으로 대체로 높았으며 유의도(significance level) 또한 여유성을 제외하면 0.01 보다 작아 분석 결과의 신뢰성이 대체로 높았다.

<표 6> 각 속성의 Pearson의 R값과 유의도

구분		Pearson's R	Significance
안정성	남	.897	.0013
	여	.832	.0052
안락성	남	.859	.0031
	여	.854	.0035
인체적 합성	남	.869	.0025
	여	.834	.0050
여유성	남	.493	.1075
	여	.761	.0142

6. 결론 및 토의

본 연구에서는 주거/사무 환경에서 사용되는 가구류를 대상으로 물리적 적합도 요소의 추출과 적합도 요소 분류체계를 개발하였다. 개발된 적합도 요소는 인체적합성, 조절성, 안락성, 안정성, 피드백, 능률성의 6개 그룹으로 구성되었으며, 각 그룹에는 적합성, 인체적합성, 조절성, 접근성, 여유성, 안락성, 안정성, 안전성, 일관성, 학습성, 피드백, 단순성, 가시성, 능률성이 포함되었다. 이들 각 적합도 요소는 의자의 적합도 평가 모델링에서 종속변수로 활용된다.

본 연구에서는 의자의 물리적 적합도를 평가하기 위한 43개의 휴먼인터페이스 요소를 개발하였고, 이들 각 요소에 대한 측정 방법을 제안하였다. 휴먼인터페이스 요소의 도출은 의자의 각 Component 설계요소간 선후관계 및 상하관계 등을 통한 상관관계와 가구류 평가를 위한 적합도 요소와의 관련성, 신체특성치와의 관련성 분석 등을 통하여 이루어졌다. 휴먼인터페이스요소 개발에 따른 측정리스트는 의자 자체에 대한 물리적 측정치만이 고려되는 경우, 물리적 측정치와 신체특성치가 연결되어 평가가 이루어지는 경우로 분류하여 43개 HIE에 대한 측정방법 리스트를 도출하였다. 본 연구를 통하여 개발된 휴먼인터페이스 요소 및 측정 리스트는 의자를 설계 또는 평가하는데 이용될 수 있으며, 의자의 적합도 평가 모델링에서 독립변수로 활용된다.

또 본 연구에서는 Conjoint 분석을 통하여 의자의 물리적 적합도 예측 모형을 살펴보는데 초점을 두고 인간공학적 실험을 실시하였

다. 적합도 요소와 HIE와의 관련성을 파악하기 위하여 인간공학적 실험이 이루어졌다. 남자 30명, 여자 32명으로 총 62명의 피험자가 8개의 서로 다른 속성을 가지고 있는 의자를 대상으로 물리적 적합성에 관한 4가지의 질문(안정성, 여유성, 인체적합성, 안락성)에 대해 100점 만점으로 답하도록 하였다. 이때 실험자는 각각의 질문에 대하여 8개의 의자를 돌면서 실제로 앉아 보고 조절하면서 평가하도록 하였다. 그러나 본 실험에서는 반복실험을 실시하지 않았다는 한계점이 있다. 추후 연구에서 동일 실험자가 동일 의자에 갖는 물리적 적합성의 변이 정도에 대한 검증과 반복 실험의 필요성에 대한 검토를 실시할 예정이다.

이번 연구에서는 의자의 물리적 적합도를 평가하는 데에 Conjoint 분석방법을 적용함으로서 사용자가 선호하는 의자는 어떤 의자인가를 분석하였다. 우선 Conjoint 분석의 결과로 얻어진 물리적 적합도에 맞는 의자의 내용에 대하여 정리하면 다음과 같다. 의자의 안락성, 인체적합성, 그리고 여유성은 등판길이가 높을 때에 높게 평가되며 안정성은 남자의 경우는 팔걸이 기능이 있을 때 여자의 경우는 등판길이가 높을 때 좋은 것으로 평가된다는 것을 알 수 있다.

전체적으로 볼 때 높이 조절, 팔걸이, 등판길이의 세 가지의 속성 중 등판길이가 가장 중요한 속성으로 꼽히고 있다. 따라서 등판길이는 의자를 설계할 때 먼저 중요시하여야 할 속성이라는 것을 알 수 있었으며, 등판길이가 긴 것이 의자의 물리적 적합성에 높게 평가되므로 이러한 정보가 의자 설계시에 반영되어야 할 것이다.

또한 4가지의 적합성 설문에서 공통적으로 남녀 모두 등판길이는 높은 것이, 팔걸이는 있는 경우가 높은 평가를 받았으나 높이조절 기능은 약간 달라 경우에 따라서 높이조절 기능이 있는 경우가 높게 평가받은 경우도 있고, 높이조절 기능이 없는 고정형의 경우에 높게 평가받은 경우도 있었다. 즉 높이조절이 없는 고정형의 경우에 높은 평가를 받은 경우는 안정성으로 남녀 모두 일관되게 높이조절 기능이 없는 고정형이 더 높이 평가되었다. 남자의 경우에 인체적합성에서 높이조절 기능이 없는 고정형이 더 높은 평가를 받았으며 (그러나 중요도의 수준은 2.75%로 미약함), 여자의 경우에 여유성에서 고정형이 더 높은 평가를 받았다 (중요도는 역시 낮아 5.25%에 불과함). 이러한 결과를 고려할 때 안정감 있는 의자를 선택, 권유하거나 설계할 때에는 높이조절 기능이 없는 의자가 좋다는 것을 알 수 있다.

또 한 가지 본 연구 결과에서 밝혀진 것은 안정성과 안락성에 있어서는 속성의 평가에 남녀의 차이가 없었지만, 인체적합성과 여유성의 평가에 있어서는 남자와 여자의 평가가 달리 나타났다는 점이다. 즉, 남자는 인체적합성 평가에서 높이조절 기능이 없는 것을 높게 평가한 반면, 여자는 높이조절 기능이 있을 때에 높이 평가하였다. 여유성에서는 남자는 높이조절 기능이 있을 때에 여유 있다고 평가하였고, 여자는 높이조절 기능이 없을 때에 여유성을 높게 평가하였다.

이러한 결과는 남자와 여자의 신체적 특성의 차이, 즉 남자의 신체가 크기 때문에 다리가 길고 따라서 좀 더 여유 있게 사용하기 위하여 높이조절을 하여 좌면의 높이를 높이려고 하는 의도에서 나온 것이라고 생각된다. 또한 여자가 인체적합성에서 높이조절 되는 의자를 선호한 것은 높이가 적정보다 높은 경우가 많았고, 따라서 높이를 조절하여 내리

려는 의도가 있었던 것이라고 생각된다. 따라서 의자를 제작할 때 높이조절 기능에 있어서 남녀의 성별을 고려하여 의자를 제작하는 것이 바람직하다고 하겠다.

그러나 본 연구에서 Conjoint 분석 방법을 써서 의자의 물리적 적합성에 대해 필요한 정보를 밝히고, Conjoint 분석 방법의 효용성을 밝히는데 기여한 반면에, 몇 가지 취약점도 나타내고 있다. 그 한가지는 본 연구에서 선정한 속성이 세 가지로 너무 제한적이었다는 점을 생각해 볼 수 있다. 즉 의자의 물리적 적합도를 예측하는 데에 필요로 하는 속성이 본 연구에서 사용한 세 가지의 속성보다 더 많을 수가 있다. 따라서 다른 필수적인 속성을 포함한다면 더 높은 R값을 얻을 수 있을 것이라고 생각해 볼 수 있다. 많은 수의 속성을 포함하여 실험을 하기 위해서는 가능한 모든 조합 중 필요한 최소 대안만을 각 속성이 중복되지 않도록 선정하여 사용하는 직교배열표 (Orthogonal Array)[1][2]의 방법이 있으나 선정된 각 속성의 조합 (Profile) 에 해당하는 의자를 구한다는 것에 어려운 점이 있다. 다른 연구에서는 이러한 경우에 컴퓨터를 사용하여 속성의 조합을 만들어 자극으로 제시하지만 본 연구는 의자의 물리적 적합성이라는 연구의 특수성 때문에 의자에 실지로 앉아도 보고 움직여도 보는 것이 필요하므로 자극을 시각적으로만 제시하는 방법은 적당하지 않아 채택하지 않았다.

또 다른 취약점은 본 연구에서 사용한 의자가 세 가지의 속성이외에 다른 속성도 포함하고 있으며 피험자들이 의자의 네 가지 적합도에 대해 평가할 때에 본 연구의 분석에 포함된 세 가지의 속성 이외의 다른 속성을 포함하여 분석하였을 가능성이다. 이러한 우려를 배제하기 위하여 의자를 선정할 때 세 가지의 속성이외의 다른 속성은 가능한 한 통제하여 같은 조건인 가운데서 평가가 이루어지도록 하였다. 즉 좌판과 등판의 마감 재료는 의자 A5 (인조가죽)를 제외한 의자들을 직물로 통일하였으며, 좌면의 형상은 가장자리가 둥글려진 사각형으로 통일하였고 등판은 한 개의 의자 (의자 A5)를 제외하고는 모두 좌면과 등판이 분리된 분리형의 의자를 사용하였다. 등판이 분리형이 아니고 일체형이었던 의자 A5는 높이조절 기능이 없고 팔걸이가 있으며 등판길이가 높은 의자였는데 출시된 의자들 중 이러한 조건을 만족하는 의자는 대부분 좌면과 등판이 하나로 연결된 일체형이었으며 분리형은 찾기 어려웠다. 이렇게 노력은 하였지만 완벽하게 통제되었다고는 보기 어려우며 이 점을 보완하기 위하여 추후로 세 가지 속성을 구현할 수 있는 가변적인 의자를 제작하여 위의 세 가지 속성 이외의 특징을 통제한 가운데서 실험을 실시할 계획을 세우고 있다.

본 연구는 사람들이 필요로 하는 실용적인 정보를 원하는 형태로 잘 나타내 주고 있는 Conjoint 분석의 장점과 특징을 의자의 물리적 적합성 연구에 적용하여 신뢰할 만한 결과를 얻은 것에 본 연구의 의의가 있다고 하겠다. 즉 의자의 설계 요소 중 세 가지를 선정하여 사용자들이 의자의 적합성을 느끼는 가장 중요한 속성과 속성들 간의 중요시 여겨지는 순서를 밝히고 또한 설계 요소 조합의 profile에 대한 순위를 각 의자마다 제시함으로서 이러한 정보를 의자의 평가에 대한 예측과 의자의 설계에 이용할 수 있도록 시도하였다.

참고문헌

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

[2]. 김철중, 김진호, 박수찬, "*학생용 책상 및 의자의 인간공학적 표준 설정에 관한 연구*", 한국표준과학연구원, KRISS -94-138-IR, 1994.

[3]. 대한기계공학회, "*사무용 가구(책상, 의자 및 캐비넷) 설계기준*", 공업진흥청, 1985.

[4]. 박세진, 김진호, 박수찬, "*사무용 책상 및 의자의 인간공학적 표준 설정에 관한 연구*", 한국표준과학연구원, KRISS -95-136-IR, 1995.

[5]. 박수찬, 이영신, "사무용 의자 디자인을 위한 인간공학적 설계파라메타 연구", *한국가구학회지*, Vol 10, No.1, (1999), pp. 13-21.

[6]. 이경미, Conjoint 분석 기법을 활용한 시장세분화, *'99 SPSS 사용자 사례 논문집*, 4(1999), pp. 117-135.

[7]. 이동훈, 변승남, "설문조사 기법을 응용한 사무용 의자의 사용 실태분석 및 설계에 관한 연구", *대한인간공학회 춘계학술대회 논문집*(1994), pp. 86-101, 1994.

[8]. 이상락, 홍정표, "전통적 조형요소 추출을 통한 신조형 창출에 관한 디자인 연구", *한국감성과학회 '98 춘계학술 발표회*(1998), pp. 17-24.

[9]. 이영신, 박수찬, 남윤의, 김동진, 송근영, "사무용의자 설계변수에 관한 인간공학적 연구," *한국가구학회지*, Vol. 8, No.1-2(1997), pp. 17-27.

[10]. 이경일, 박경규, "*다차원 척도법과 컨조인트분석의 활용과 결과해석*", 홍릉과학출판사(1993).

[11]. Green, P. & Srinivasan, V., "Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook", *Journal of Consumer Research*, 5(1978), pp. 103-123, 1978.

[12]. Green, P. & Wind, Y., "New way to measure consumers' judgments", *Harvard Business Review*, 53(1975), pp. 107-117.