

구조방정식 모델을 응용한 감성어휘 평가에 관한 연구

박희석¹ · 전영호¹ · 신정태²

¹홍익대학교 정보·컴퓨터 공학부 / ²홍익대학교 대학원 산업공학과

A Study on Evaluation of Sensibility Vocabularies Using Structural Equation Model

Hee-Sok Park¹ · Young-Ho Chun¹ · Jung-Tae Shin²

The main objective of this study is to quantify the appropriateness of the sensibility vocabularies used in sensibility ergonomic evaluation scheme by applying structural equation model. In the conventional sensibility ergonomic evaluation scheme, factor analysis is employed to classify various vocabularies into some common factors. However, since the vocabularies were chosen quite subjectively, it is difficult to ascertain that they represent the product attributes properly. It was shown in a case study that the structural equation model provides the quantitative results to verify whether the selected vocabularies are eligible for further steps of sensibility ergonomic evaluation.

1. 서론

제품개발 및 제조기술의 고도화로 인하여 생산자는 다양한 제품을 시장에 소개할 수 있게 되었으며, 이에 따라 소비자들은 물질적인 풍요 속에서 더욱 개성을 추구하게 되어, 자신의 감성(感性)을 표현하고 충족시켜 주는 제품을 찾고 있다. 이러한 다양하고 복합적인 소비자 요구를 소화해야 하는 생산자들의 생존 여부는 소비자가 원하는 감성을 제품에 효과적으로 반영하는 능력을 얼마나 갖추고 있는가에 달려 있다.

이에 소비자의 요구사항을 제품설계에 반영하는 기법들이 모색, 적용되어 왔다. 그러나 그 기법을 적용하는 데 있어서의 주요한 문제점으로는, 소비자 요구사항은 대부분 애매하고 추상적으로 표현되는 정성적(qualitative) 정보인 데 반하여, 제품의 설계는 정량적(quantitative) 정보에 근거하여 이루어져야 하기 때문에 양자 간에는 괴리가 발생하는 점을 들 수 있다.

이를 해결하기 위하여 감성공학적 체계에서는 소비자 요구사항을 반영하는 감성어휘를 추출하게 된다. 즉, 국어사전, 제품 홍보자료, 판매원 등의 다양한 경로를 통하여 1차적인 어휘를 추출한다. 그러나 그들의 수가 너무 많고, 그 개념이 너무 다양하므로 그들을 소수의 대표적인 평가개념으로 압축하기 위하여 요인분석(factor analysis) 등의 다변량 통계분석(multivariate statistical analysis) 기법을 적용한다. 그 다음, 여러 개발안을 소비

자에게 제시한 후 각각에 대하여 대표개념상에서 평가하고, 상관분석(correlation analysis) 등을 통하여 소비자 요구사항과 제품설계와의 관계를 정량화한다(이순요, 양선모, 1996).

이러한 방법 체계상에서는 몇 가지 중요한 현실적인 문제점이 발생한다.

1) 요인분석의 결과, 감성어휘가 그루핑되면 연구자가 그룹들에 대하여 임의로 평가개념을 명명한다. 이때 주관적인 면이 개입하게 된다. 그리고 그룹에 속한 어휘의 개수가 많아질수록 대표적인 개념을 부여하기가 어려워진다.

2) 평가개념들 간에는 서로 독립이라 가정하나, 현실적으로는 상호 관련이 있는 경우가 많으며, 그 관련성 정도를 계량화할 수 없다.

3) 특정 어휘는 요인분석의 결과상, 하나의 평가개념에만 속하게 된다. 하지만 어휘와 평가개념 간의 1:1관계는 현실적으로 맞지 않는 경우가 많다.

4) 요인분석의 결과, 하나의 평가개념을 구성하는 어휘들의 기여도는 요인 적재치(factor loading)로 알 수 있으나, 어휘들이 평가개념을 설명하지 못하는 부분(설명오차)은 정량화하지 못한다.

이러한 이유 때문에 추출된 감성어휘 및 평가개념이 적절한가에 대한 정량적인 평가가 어려우며, 만일 설명력이 낮고 설명오차가 높은 어휘를 사용하여 감성평가를 할 경우, 그 결과에 대한 신뢰성을 보장할 수 없다. 이에 본 연구에서는 감성평

가의 가장 기본자료가 되는 감성어휘 및 평가개념의 적절성을 검토하고 어휘와 평가개념의 관계를 평가하는 도구로서 구조방정식 모델(structural equation model)을 응용하였으며, 실제 문제에 적용하여 그 효과를 검토하였다.

2. 구조방정식 모델

구조방정식 모델은 공변량구조 분석, 공분산구조 분석, 잠재변수 분석, 확증요인 분석, LISREL 등 다양한 이름으로 불려지고 있는 최근에 개발된 기법이다. 구조방정식 모델에서는 기존의 요인분석에 진일보하여, 요인(평가개념) 간의 상호관계, 평가개념을 구성하는 변수들(감성어휘)의 기여도(요인 적재치)와 설명오차를 정량화하는 이점이 있다. 구조방정식 모델의 분석단계는 다음과 같이 요약된다(이순목, 1990; 조선배, 1996).

(1) 기초모델의 개발

이 단계에서는 설문 또는 이론적 근거를 이용하여 변수들 간의 인과관계를 가정한다. 이때 요인분석을 사용할 수 있다.

(2) 경로도형(path diagram)의 구축

경로도형은 모델 내에 존재하는 변수들 간의 관계를 그림으로 묘사하는 것으로서, 특히 복잡한 구조를 가지는 문제의 경우, 기존의 방정식에 의한 방법보다 이해하기가 쉽다.

(3) 경로도형의 변환

이 단계는 경로도형을 수식적인 형식으로 구체화시키는 단계이다. 즉, 평가개념과 그 개념들을 구성하는 감성어휘와의 관계, 평가개념들 간의 상호관계를 정의한다.

(4) 행렬유형의 선택

구조방정식모델에서는 입력자료로 분산/공분산행렬 또는 상관행렬을 이용할 수 있다. 공분산행렬은 다른 모집단 또는 표본 간의 비교를 효과적으로 가능하게 해 주는 이점이 있으며, 상관행렬은 결과의 해석에 있어 공분산행렬을 이용하는 것보다 다소 명확하다.

(5) 구조모델의 평가

연구자가 설정한 모델이 추구해 볼 만한 모델인지의 여부를 검토해 보는 단계이다. 자료와 제안된 모델이 구조방정식 모델의 가정에 얼마나 적합한가에 대한 정도를 평가하기 위하여 다양한 지수를 계산하여 평가한다.

(6) 모델의 수정

기존에 제안된 모델이 적합치 않다고 판정되면 이론적 타당성을 갖추어 새로운 모델을 구축하고, 상기 과정을 반복한다.

3. 사례 연구

구조방정식 모델을 소비자 제품의 감성평가에 실제로 적용시켜 추출된 감성어휘와 평가개념의 적절함을 검토하여 보았다. 본 사례 연구의 대상이 되는 제품은 가정용 가스레인지이며, 적용의 세부절차는 아래와 같다.

3.1 감성어휘 추출

국어대사전과 가스레인지 관련 선전문 등을 이용하여 제품

표 1. 추출된 33개의 감성어휘

구분	감성어휘
< ㄱ >	간편한, 개성적인, 견고한, 고급스러운, 귀여운, 근사한, 깔끔한
< ㄴ >	넓찍한
< ㄷ >	다양한, 딱딱한, 단순한
< ㄹ >	매끄러운, 묵직한
< ㅅ >	산뜻한, 새로운, 선명한, 세련된, 수수한, 시원스러운
< ㅇ >	아기자기한, 아담한, 안정된, 야무진, 온화한, 우아한, 윤나는, 은은한
< ㅈ >	정교한, 조화로운
< ㅊ >	친숙한,
< ㅌ >	투박한
< ㅎ >	화려한, 환한

표 2. 대표 감성어휘

감성어휘	간편함	세련됨	고급감	견고함	깔끔함	안정됨	다양함
빈도(%)	72	66	60	52	52	44	40

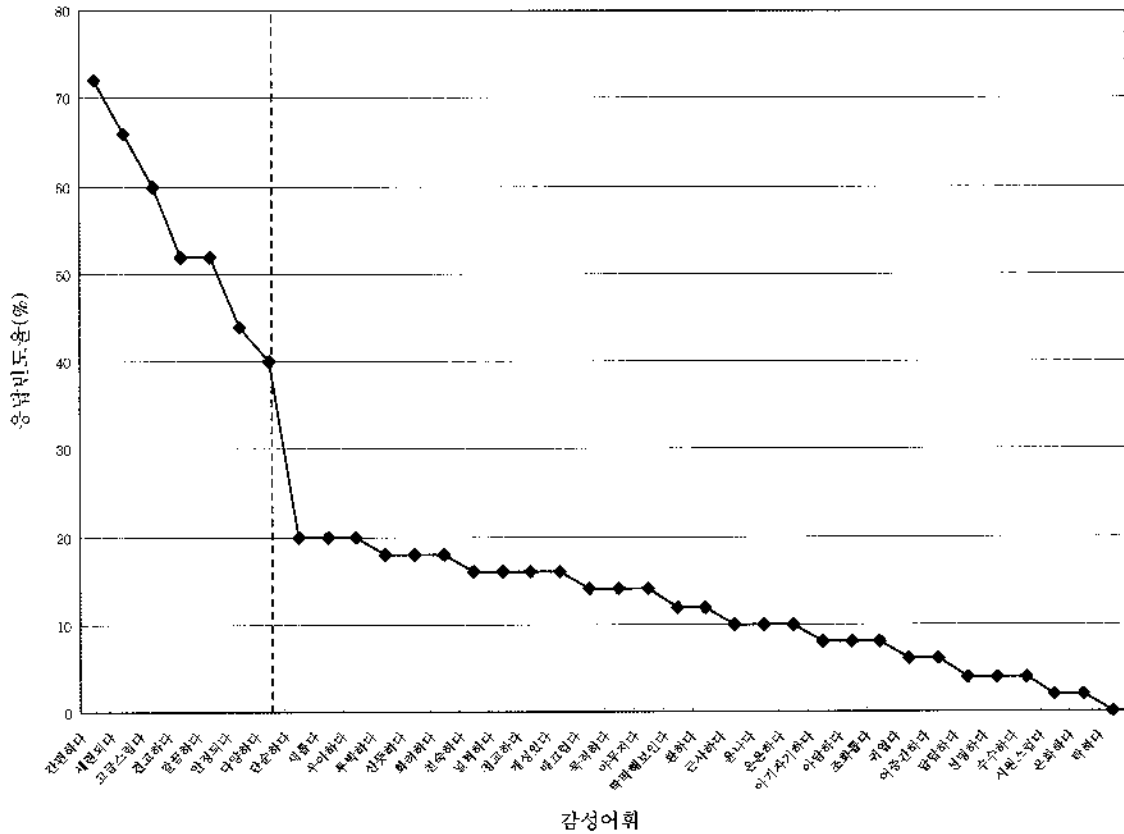


그림 1. 감성어휘별 응답빈도율.

평가에 사용될 감성어휘를 연구자들이 우선 수집하였다. 수집된 151개의 많은 감성어휘 중 가스레인지 평가에 직접적으로 적절한 감성어휘만을 추출하기 위하여 연구자 그룹의 토의를 거치고, 또한 과거의 감성어휘 데이터를 참고하였다. 의미가 중복되는 어휘, 부정적인 의미의 어휘, 설문응답자가 정량적으로 평가하기 모호한 어휘를 제거시킨 결과, 33개의 감성어휘가 선정되었다(<표 1> 참조). 선정된 33개의 감성어휘에 대하여 전업주부 50명(평균연령 41.5세)을 대상으로 가스레인지와 직접적으로 관련이 있다고 생각하는 어휘를 설문지를 통하여 중복 선택하도록 하였으며, 그 중에서 빈도가 20(40%)을 초과하는 7개의 감성어휘를 대표 감성어휘로 추출하였다(<표 2> 참조). 여기서 33개의 어휘를 7개로 줄일 때의 기준이 문제시되는바, 본 연구에서는 33개의 감성어휘에 대하여 각각의 빈도를 검토하고, 빈도순으로 플로팅하였다(<그림 1> 참조). 그 결과

빈도 20까지의 형용사와 20이 못 되는 형용사와는 빈도 차이가 현격히 많이 났기 때문에 40%가 기준으로 채택되었다.

3.2 감성 평가

추출한 대표 감성어휘 7개를 이용하여 전술한 어휘에 관한 설문문에 참가하지 않았던 주부 20명(평균연령 42.9세)을 대상으로, 서로 다른 8대의 가스레인지 실물에 대하여 감성 평가를 실시하였다. 이때 의미차별화(semantic differential) 척도를 이용하여 감성어휘 각각에 대해서 1점에서부터 5점까지의 점수로 평가하도록 하는 5점 척도를 사용하였다. 응답자는 랜덤하게 선택된 각각의 제품을 직접 조작해 본 후 평가지를 작성하도록 하였으며, 평가가 완료된 후 평가대상의 속성에 대한 평가결과의 이유에 대하여 인터뷰를 실시하였다.

표 3. 감성어휘별 요인적재치와 그룹핑 결과

	사용성(43.33%)	디자인(20.79%)	그룹핑
간편함	0.85	-0.07	사용성
견고함	0.72	0.11	사용성
고급감	0.42	0.75	디자인
깔끔함	0.83	0.13	사용성
다양함	-0.23	0.74	디자인
세련됨	0.28	0.77	디자인
안정됨	0.68	0.24	사용성

3.3 요인분석 결과

추출된 감성어휘로부터 평가개념을 추출하고, 감성어휘와 평가개념의 관계를 정의하는 모델 구축을 위하여 요인분석을 실시하였다. 이때 가스레인지 8대에 대하여 감성어휘 7개로 평가한 자료를 입력자료로 취하였다. 주축분해법에 의하여 공통 요인(평가개념)을 추출하였으며, 평가개념의 개수를 결정하는 데에는 고유값(eigen value)의 크기를 기준으로 하여 2개의 평가개념이 선택되었고, 요인의 회전방법(rotation)은 varimax방법을 이용하였다(이때, quartimax, Harris-Kaiser 등 다른 회전방법을 채택하여도 그루핑 결과는 동일하였음). 7개의 감성어휘는 상대적으로 큰 요인 적재값을 갖는 요인에 할당되어 그루핑되었

다(Joseph, Anderson and Tatham, 1987).

<표 3>은 요인분석의 결과(요인적재값)와 그를 이용하여 평가개념별로 감성어휘를 그루핑한 결과이다. 각 평가개념의 이름은 가스레인지 디자인과 제품설계 전문가들이 그루핑 결과를 참고하여, 개념 1을 “사용성”, 개념 2를 “디자인”이라 명명하였다. 평가개념의 괄호 안 숫자는 각 평가개념이 전체 분산을 설명하는 정도를 나타낸다.

3.4 구조방정식 모델 적용결과

요인분석 결과를 토대로 <그림 2>와 같이 경로도형을 구축하였다. 본 모델에서 각각의 평가개념(사용성, 디자인)은 그들

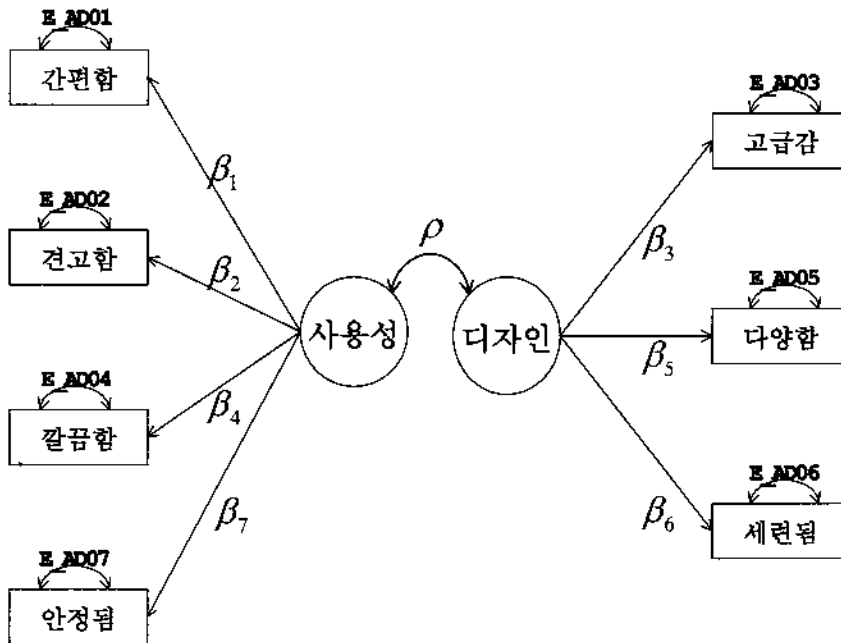


그림 2. 평가개념과 감성어휘의 경로도형.

을 구성하는 서로 독립적인 감성어휘에 의하여 설명(β)되며, 이때 완전히 설명되지 않은 부분인 오차(ϵ)가 있음을 의미한다. 그리고 하나의 평가개념을 설명하는 어휘는 다른 평가개념을 설명하지 않으며, 평가개념들은 상호 독립이어야 하나, 서로 상관관계가 있음(ρ)을 가정하였다.

세워진 가정을 토대로 구조방정식 모델로 구축하였다. 모델 추정을 위한 입력행렬로서 설문결과에서 추출한 감성어휘 간의 상관행렬을 사용하였다. 이와 같이 설정된 모델을 분석하기 위하여 통계패키지 SAS의 CALIS Procedure를 이용하였다(이순복, 이종구, 1993).

<표 4>는 평가개념과 감성어휘 간의 요인 적재값(β)을 나타내고 있다. 그 값들은 이론적으로 부적절한 1보다 큰 값이나 0보다 작은 값이 나타나지 않고 있어 무리가 없음을 알 수 있다(조선배, 1996).

표 4. 구조방정식 모델 분석결과: 요인 적재값(β)

감성어휘	평가개념	
	사용성	디자인
간편함	0.730	0.000
견고함	0.625	0.000
고급감	0.000	0.982
깔끔함	0.813	0.000
다양함	0.000	0.305
세련됨	0.000	0.653
안정됨	0.648	0.000

한편, 사용성과 디자인 두 개념 간에는 상호 독립이 아니라 상관관계(ρ) 0.502가 있음을 알 수 있다. 즉, 연구자 그룹에 의하여 임의로 부여된 두 개념 간에는 서로 중복되는 부분이 상당히 있으며, 설문응답자들이 감성어휘와 평가개념에 대한 명확한 이해가 다소 결여되어 있음을 나타낸다.

또한 각 감성어휘의 설명오차는 <표 5>에 나타나 있다. 다양함의 설명오차는 0.907로서 1에 가까우므로 감성평가에 전혀 적절하지 않음을 알 수 있으며, 고급감(0.036)과 깔끔함(0.340)을 제외한 어휘들의 설명오차가 0.5에 가깝거나 그 이상이므로 보다 나은 어휘들을 고려함이 바람직함을 시사하고 있다.

감성어휘들의 적절함 검토와 더불어 전반적인 모델 적합도

를 검토하였다. 그 결과, 기초부합지수(GFI : Goodness of Fit Index)는 0.9395이고 조정부합지수(AGFI : GFI Adjusted for Degrees of Freedom)는 0.8459로 상당히 높은 수치를 나타내고 있어 모델 그 자체에는 큰 문제가 없다고 해석할 수 있다(조선배, 1996). 또한 표준부합지수(NFI: Normed Fit Index)는 0.9016으로 그 값이 1에 가까우므로 잘 부합하는 모델로 해석 가능하며, 제곱평균 제곱근의 잔차(RMSR : Root Mean Square Residual)는 0.0734로 0에 가까우므로 모델과 현실 사이에 큰 차이가 없다고 해석할 수 있다(조선배, 1996). 이를 통하여 모델 자체는 적절함을 알 수 있다.

3.4 경쟁 모델

위의 제안모델과 비교하기 위해서 설명력의 오차가 많은 감성어휘 “다양함”은 비교적 애매한 의미가 있으므로, 두 평가개념 모두에 영향을 미치고 있다고 가정하고 <그림 3>과 같이 경쟁모델을 구축하여 분석하였다.

그러나 분석결과, <표 6>에 나타나 있는 것처럼 요인 적재값들이 1보다 크거나 0보다 작은 위반 추정값(offending estimates)을 나타내므로(조선배, 1996), 감성어휘 “다양함”이 두 개의 평가개념을 모두 설명한다는 가정은 적절하지 않다.

4. 결론 및 토의

감성공학 기법은 소비자의 요구사항을 파악하기 위해 감성어휘를 이용한다. 만일 감성어휘가 잘못 선정되면 제품의 감성평가는 정확하지 않은 결과를 산출하게 된다. 기존의 분석체계에서는 감성어휘의 적절함을 연구자들이 주관적으로 평가하는 경향이 있었다. 하지만 본 연구에서는 감성어휘 및 평가개념의 적절함을 구조방정식 모델을 응용하여 정량화하는 시도를 하였다. 그리고 평가개념들 간의 상호관계를 정량화할 수 있었다. 이를 통하여 구조방정식 모델은 설명오차의 개념을 사용하여 보다 신빙성 있는 감성어휘를 선택하는 도구로서, 모델의 민감도를 높일 수 있음을 알았다.

본 사례연구의 결과, 주방용 가스레인지의 디자인 측면은 “고급감”이 기여도가 높고(요인 적재값 0.982) 또한 설명오차도 낮았다(0.036). 한편, “세련됨”과 “다양함”을 디자인 측면에 포함시킴으로써 얻는 평가상 이득은 그리 많지 않고, 오히려

표 5. 구조방정식 모델 분석결과: 감성어휘의 설명오차(ϵ)

	간편함	견고함	고급감	깔끔함	다양함	세련됨	안정됨
추정오차	0.467	0.610	0.036	0.340	0.907	0.547	0.580

표 6. 경쟁모델의 구조방정식 모델 분석결과: 요인 적재값

감성어휘	평가개념	
	사용성	디자인
간편함	0.9795	0.0000
견고함	0.8204	0.0000
고급감	0.0000	0.9853
깔끔함	1.0848	0.0000
다양함	0.5446	-0.4361
세련됨	0.0000	0.7461
안정됨	0.8558	0.0000

“다양함”은 적절하지 못함을 알 수 있다. 따라서 “고급감”이 디자인 측면을 대표한다고 할 수 있으며, 제품디자이너들은 “고급감”을 제고시키는데 노력을 집중하여야 될 것이다.

또한 사용성 측면은 “깔끔함”이 기여도가 높고(요인 적재값 0.813) 설명오차도 낮았다(0.340). 이를 통하여 볼 때, 설문조사의 빈도순(간편함 36%, 깔끔함 26%)을 감안하여 주관적으로 명명된 “사용성”이라는 평가개념이 그리 적절하게 명명된 것 같지는 않다. 따라서 보다 포괄적인 의미를 갖는 개념으로 새롭게 명명되는 것이 바람직할 것이다.

본 연구에서는 소비자들의 감성어휘에 대한 설문 및 실험평가 결과를 입력자료로 하고, 보다 체계적인 통계적 분석을 통하여 제품속성을 분해, 검토하였다. 어휘를 사용하여 제품의 감성평가를 하는 경우, 같은 의미의 어휘라도 응답자에 따라

다르게 해석되는 경우가 있고, 이로써 요인분석시 같은 평가 개념상에 속하지 않는 경우가 발생하게 된다. 따라서 실제 제품평가에서 또한 중요한 것은 많은 소비자들을 대상으로 한 심층적인 FGI(Focus Group Interview) 등의 결과를 활용하여 제품속성을 추출하는 것이라 사료된다.

본 사례연구에 적용된 제품은 그 구조가 비교적 단순한 형태라 할 수 있다. 하지만 자동차 설계 및 평가와 같이 복잡한 구조를 갖는 제품의 경우에는 상기한 문제점들이 더욱 심각하게 부각된다. 이에 본 연구진에서는 계층적 분석과정(Analytic Hierarchical Process: AHP)과 품질기능전개(Quality Function Deployment: QFD)개념을 통합한 절차를 개발하고 있으며, 현실문제에 적용시켜 그 결과를 보고할 계획임을 밝혀둔다.

추후 연구과제로는, 감성어휘를 이용하여 평가개념(제품속

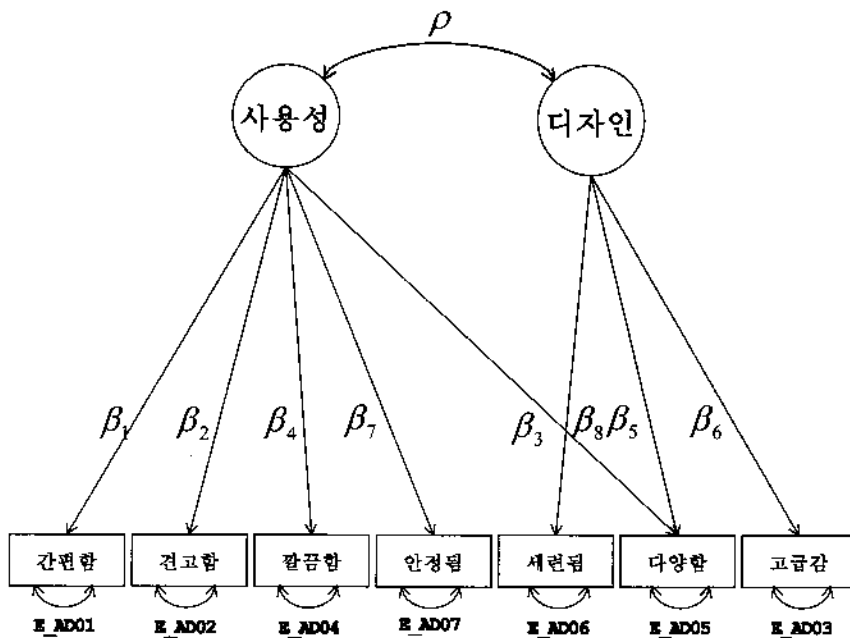


그림 3. 경쟁모델의 경로도형.

상을 구성하고 이러한 평가개념이 설계특성으로 연계되는 구조방정식 모델을 개발함으로써, 소비자의 요구사항을 보다 정확하게 설계특성으로 변환시키는 노력이 필요하다. 제품에 대한 설계특성은 단지 수치로만 나타나는 것이 아니라 모양이나 색깔 등과 같이 다양하게 소비자에 의해 인식/평가되므로, 설명에의 오차가 존재한다. 따라서 이러한 설계특성의 오차 역시 고려된 모델이 필요하며, 그 모델 속에는 설계변수 간의 상관관계도 정량화되어야 한다. 아울러 감성어휘에 관한 연구에서는, 설문응답자들이 감성어휘와 평가개념에 대한 명확한 이해가 결여되어 있는 경우가 있으므로, 수집된 데이터를 분석하여 모델을 세우는 것에서 나아가 전향적인 접근방법으로서, 모델에서 확인된 감성어휘를 개념 속성에 맞는 그룹으로 보

다 큰 타당성을 가지게 줄이는 작업이 수반되어야 할 것이다.

참고문헌

- 이순목 (1990), *공변량 구조분석*, 성원사.
 이순목, 이종구 (1993), *실험 및 조사자료 분석을 위한 SAS의 이해와 활용*, 성원사.
 이순요, 양선모 (1996), *감성공학* 청문각.
 조선배 (1996), *Lisrel 구조방정식 모델* 영지문화사.
 Joseph, H., Anderson, R. and Tatham, R. (1987), *Multivariate Data Analysis with Reading*, Macmillan Publishing Company.



박희석

1984년 서울대학교 산업공학과 학사
 1986년 한국과학기술원 산업공학과 공학석사
 1993년 미시간대학교 산업공학과 공학박사
 현재: 홍익대학교 정보·컴퓨터 공학부 교수
 관심 분야: 인간공학, 감성공학, 산업안전 및 보건 등



신정태

1996년 동신대학교 산업공학과 학사
 1998년 홍익대학교 산업공학과 공학 석사
 현재: 홍익대학교 대학원 산업공학과 박사 과정
 관심 분야: 품질경영, 감성공학, 다변량 분석 등



전영호

1978년 서울대학교 산업공학과 학사
 1981년 서울대학교 산업공학과 공학 석사
 1985년 서울대학교 산업공학과 공학 박사
 현재: 홍익대학교 정보·컴퓨터 공학부 교수
 관심분야: 품질경영, 신뢰도 공학, 감성 공학 등