음환경에 대한 감성공학적 평가기술

전 진 용* · 김 정 미* · 조 문 재**

(*한양대학교 · **한국표준과학연구원)

1. 머 리 말

삶의 질이 향상되면서 소비 제품의 생산성이나 기능성의 추구에서 쾌적성, 편리성, 등 심리적인 풍요로움을 강조하게 되었고, 목적에 따라 소량으로 생산되던 제품들이 이제는 개인의 기호나 감성에 대응하도록 요구되고 있다. 따라서 고객의 가치관과 심리적인 욕구를 파악하고 또한 이를 형상화 하는 심리학이나 인간공학의 필요성이 대두되었다. 감성공학이란 인간이 희망하고 있는 사물의 이미지나 감성을 구체적인 제품 설계에 적용하기 위한 공학적인 접근 방법으로서, 인간의 감성을 정성적 또는 정량적으로 측정 평가하고 과학적으로 분석하여 이를 제품이나 환경에 응용하여 인간의 삶의 보다 안락하고 편리하며 쾌적하게 하고자 하는 기술이다.

우리가 흔히 희, 노, 애, 락, 애, 오, 욕으로 표현하는 감정(emotion)은 생리적인 변화를 동반하고, 일반적으로 감정을 발생시키는 어떤 원인에 대해 사람들은 공통적인 감정을 갖는다. 감정은 감각자극에 대하여 과거의 기억을 통한 두뇌의 정보처리와 판단과정을 거쳐 결정된다. 한편, 감성(human sensibility ergonomics)은 외부의 감각자극에 대한 순간적인 반응이며, 감정처럼 외부로 나타나는 신체적이나 · 생리적인 변화를 수반하지 않는다. 감성은 외부의 감각정보를 받아들일 때마다 발생되며, 개인의 사고방식과 생활의 전반에 영향을 미친다. 여러 측면에서 감정과 비교되는 감성은 외부의 감각 및 정보자극에 대하여 생활경험을 통하여 직관적이고 반사적으로 나타나는 느낌으로 설명된다. 따라서 감정이 외부 자극에 의해 결정되는 것이라면 감성은 개인의 내부요인이 보다 중요한 요인이 된다[1].

동일한 사물에 대해 사람들은 각각 다른 감성을 가질 수 있다. 한 제품에 대한 감각 및 정보자극은 연령, 성별, 교육정도, 건강상태 등의 개인적인 요소와, 가족 관계, 정치, 지역 관계, 경제 등의 사회적인 요인 그리고 전통, 풍습, 종교, 인종 등의 문화적인 요인과 생활경험에 따라 서로 다른 감성을 갖게 된다. 감성은 직관적(intuitive)이며 반사적으로 발생되는 종합적인 느낌으로서 명확한 표현이 어려우며, 사회적 또는 문화적인 요인이 감성 유발의 중요한 비중을 차지한다. 따라서 개인적인 감성을 이해하기 위해서는 개인이 속한 사회와 문화에 대한 이해가 필수적이며, 생활의식에 영향을 주는 과학기술의 수준도 고려되어야 한다.

감성공학은 앞서 기술한 바와 같이 "감성과 공학을 결부"시키는 기술로써 정량화된 인간의 감성을 제품에 응용하여 기쁨과 만족을 주는 제품을 개발하기 위한 연구분야이다. 인간의 감성 특성을 고려하여 생산된 "감성제품"은 외관만 화려한 것을 지칭하는 것이 아니라 이용자의 생리적 또는 심리적인 특성뿐만 아니라 사용 환경과 사용 후 폐기 문제까지를 고려한 제품을 의미한다. 그러나 일상적으로 느끼는 크다, 작다, 좋다, 싫다 등의 미세한 생리변화를 선택적으로 정밀하게 측정할 수 있는 장비나 방법은 아직 개발되어 있지 않다. 따라서 물리적 자극의 노출 시간이나 강도 및 개인의 민감도 등의 특성에 따라 달라지는 감성의 변화성(dynamics)을 정확하게 분석할 수 있는 측정방법과 분석장비, 소프트웨어, 데이터베이스 등의 개발이 필요한 실정이다.

2. 감성공학의 연구방법

감성공학이 제품기술에 반영되기까지 필요한 요소 기술에는 인간특성을 파악하기 위한 기반기

술, 인간특성에 맞는 인터페이스를 구현하는 구현 기술 및 인간에 대한 적합성을 판단하고 새로운 감성을 창출하기 위한 응용기술이 있다. 기반 기술로서는 인간공학이나 생체·감각 계측기술, 생체 제어기술 등이 있다. 구현 기술은 센서 및 신호검출 기술, 마이크로 머시닝 기술, 산업디자인, 센서 퓨전 및 디스플레이 기술 등으로 분류할 수 있으며, 응용기술에는 사용성 평가와 가상현실기술 등이 포함된다[2].

감성공학 기반기술 중의 하나인 인간공학의 연구 단계는 조사 연구, 실험 연구, 평가 연구로 세분화 할 수 있다. 조사 연구(descriptive study)는 집단의 속성을 연구하여 제품 설계 결정의 기본이 되는 여러 가지 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다. 실험 연구(experiment research)는 어떤 변수가 행동에 미치는 영향과 이에 따른 행동방향을 시험하는 것이 목적이다. 즉, 실험 연구에서는 퍼포먼스의 수준뿐만 아니라 그 상대적인 차이 역시 중요하다. 가령 모니터상의 신호를 표시하게 하는 실험에서 소음의 크기를 달리하여 피험자에게 들려 줄 때 소음이 클 때가 작을 때에 비하여 피험자가 놓치는 신호가 몇 개 더 많은가 하는 것이다. 반면에 평가 연구(evaluation research)에서는 어떤 시스템이나 제품의 성능을 평가하며, 제품 사용자의 퍼포먼스와 행동을 기술한다. 따라서 평가연구는 실험연구보다 일반적이고 포괄적이다[4].

감성공학 연구는 먼저 감성에 대한 어휘를 SD 척도 등을 통해 선정하여 감성어휘와 각 요인구조와 상호간의 상관계수 등을 목록화 하여 적합한 감성 D/B를 만들고, 그 다음으로는 대상 제품의 설계분석을 위해 설계요소(높이, 폭, 색깔 등)에 대한 만족 정도를 표시하여 통계 처리하는 방법을 사용한다. 이렇게 하여 사용자가 목표하는 감성이 제품의 설계 및 제조를 위한 요소기술로 변환되면 짧은 시간 내에 제품에 반영하고, 의도한 개념이 제품에 제대로 적용되었는지 피드백을 통해 조절한다.

2.1 심리적·생리적 반응의 가성학적 평가

환경과 자극에 대한 감성지표로서는 물리적인 자극(소리, 빛 등)으로 일어나는 감성을 지표화하기 위해 심리적인 반응과, 생체 반응을 측정하여 그 상관관계를 도출한다. 이렇게 자극원에 대한 물리적 특성(physical factor)이나 정신물리 요소(psychophysical factor)에 대해 심리측정과 생리반응을 통해 이들간의 상호관계를 고려하여 감성지표를 만드는 것이 감성공학의 기본적인 단계이다. 심리적 반응과 같이 정성적인 양을 정량적으로 표현하기 위해 여러 가지 방법들이 사용된다. 자극에 대한 신뢰할 만한 심리 반응 측정 방법(psychometrics)에는 의미 변별법(semantic differential method), 오피니언 평가법(opinion evaluation method), 일대일 비교법(paired comparison method), 등현 간격법(method of equal appearing method), 거트만 척도(guttman scale) 형용사 checklist 등이 있다[4].

또한, 자극에 대한 생리적인 반응 측정(physiological measurements) 방법으로서 뇌전도(EEG : electroencephalogram) 방법은 뇌의 신경세포에서 발생하는 전기적인 변화를 대뇌피질에서 검출하고 그 파형을 분석하여 정량화 함으로서 피험자가 물리적 자극을 받았을 때의 긴장도나 쾌적한 정도를 판단하는 근거로서 사용될 수 있다. 청각의 경우에는 감성의 정도를 잘 반영하는 두정엽(parietal lobe)과 측두엽(temporal lobe)을 포함한 부위들에 표면 전극을 부착하여 뇌파를 측정하기도 한다. 근전도(EMG: electromyogram) 측정 방법은 근육이 수축하기 직전에 일어나는 전기적인 반응을 측정하는 것으로, 피험자가 자극에 반응할 때의 긴장도를 판단하는 근거로 사용될 수 있다. 세 번째로 피부 전기 활동도(EDA: electrodermal activity) 측정 방법은 피부의 전위 수준, 전기저항 및 전도율을 측정하는 것으로 손바닥의 발한에 따른 전기저항의 변화를 측정하는 방법(GSR: galvanic skin response)을 사용하여 긴장도를 나타내는 지표로 사용될 수 있다. 그 외에도 심박률(HR: heart rate)이나 피부온도(SK : skin temperate) 측정방법 등이 있다.

2.2 감성공학과 가상현실

가상현실은 3차원으로 그려지는 세계로서 그래픽이나 애니매이션에서 머리의 움직임이나 눈동자의 움직임과 함께 시점(view point)을 움직여 가며 볼 수 있어야 하며, 시·공간적인 입체감과 현실감을 줄 수 있어야 한다. 산업계에서는 산업용 로봇이 생산라인에서 생산성을 향상시키고 있으나 환경 인식과 판단 등 인간의 행동은 기계가

대행할 수 없으므로 인간과 로봇 상호간의 대화, 역할분담, 음성 인식기술 및 지식이용과 문제해결에 대한 방법이 필요하다. 컴퓨터 내에 구축된 가상세계가 인간의 오감을 직접 인터페이스에 의해 의사 체험할 수 있도록 해야 하나 현재 연구성과가 아직은 미흡한 상태이다.

가상현실 시스템의 평가척도는 통상적으로 자율성, 조작성, 임장감의 요소가 제시된다[3]. 컴퓨터 상의 구축모델이 자율적인 동작을 할 수 있는 비율을 나타내는 척도로서의 자율성과 조작자가 실시간으로 영향을 줄 수 있는 비율을 나타내는 조작성, 또 대상 시스템의 인터페이스로서 넓은 밴드 폭을 제공하여 몰입감을 부여하는 비율을 나타내는 임장감이 가상현실의 요구사항이다. 이를 위해 3차원의 입체감과 넓은 시야, 입체음향과 잔향, 음의 간섭 등의 음장에 의한 음향특성 변화, 대상물의 접촉이나 작동에 대한 촉각, 중력이나 가속도 등의 전정감각 등의 구현이 요구되며, 이것이 충족될 때 컴퓨터 밖의 객체가 아니라 가상현실 속의 한 참여자가 될 것이다.

2.3 음환경의 감성공학적 평가(Master Scaling)

인간의 소음에 대한 어노이언스(신경쓰임, 불쾌함)는 인식이나 감정 등의 복합적인 문제이므로 상황에 따라, 그리고 문화적, 개인적인 차이에 따라 변화하는 매우 주관적인 표현이다. 측정을 위해서는 인식의 강도가 표현되어야 하며, 주로 각 개인의 주관적인 보고나 행동에 의존하기 때문에 객관성이 결여되기 쉽다. 따라서 좀더 객관적인 접근과 신뢰성 있는 주관적 측정방법에 대한 연구가 요구되었으며, 그 중 한가지 방법으로 스웨덴의 Berglund 등에 의해 master scale 방법이 제안되었다.

개인의 반응은 자극에 대한 인식으로부터 시작하므로 기준이 되는 자극에 대한 인식과 그에 대한 어노이언스의 관계가 먼저 규명되어야 한다. 이를 위해 Berglund 등은 실험실에서 레벨 변화에 따른 반응실험에서 스케일 보정 및 설문과 같은 방법을 통해 자극의 영향과 그에 대한 반응의 관계를 정량화 하였다. 레벨 변화에 따른 어노이언스 변화를 측정하기 위해 주변상황 즉, 온도와 냄새의 변화에 따른 반응도 아울러 ME(magnitude estimation)법을 사용하여 측정하였다.

실험 결과 어노이언스의 증가는 대체로 음압레벨의 증가에 비례하였으나, 실험실의 온도나 공기의 조건에 따라 영향이 있었다. 따라서 온도의 변화에 따른 반응의 차이와 공기의 조건을 변화시키며 차이를 측정하여 자극의 변화에 따른 반응의 차이를 함수화 하였다. 같은 조건에서의 반응으로 보정해도 개인의 민감도의 차이는 남아 있다. 여기서 개인 반응의 차이를 함수화하기 위해 pink noise를 제시하여 개인의 master power function을 얻는다(Berglund, Berglund & Lindberg, 1983).

3. 생활공간 음환경 감성평가 및 관련 DB 개발

감성공학의 국내 연구로서 '주거/사무환경 제시 및 측정시스템 개발'이라는 과학기술부 G7 과제의 중과제를 예로 설명하고자 한다. 본 연구는 한국인의 감성을 기초로 생활 및 작업 공간에서의 모든 환경 즉, 온열 환경과 빛 환경, 음 환경을 비롯하여 생활이나 동작의 편리성까지 최적의 조건을 제시하기 위한 연구이다. 이 연구의 최종목표는 먼저 주거/사무환경에 대한 사용자의 감성을 측정하고 평가하는 종합적인 평가 시스템을 구축하여 주거/사무환경의 통합 환경을 제시함과 동시에 제어하는 기술을 개발하는데 있다.

연구를 전개하는데 있어서 구체적인 상세 기술로서 위에서 언급한 심리적 연구방법과 가상현실 등이 연계된다. 종합적인(온열, 음, 시각) 평가를 위한 감성측정과 평가를 위한 시스템을 구축하기 위해 생리신호에 의한 감성 평가 시스템을 구축하여 표준 환경하에서의 정신적 작업으로 인한 스트레스나 피로, 각성 등을 측정하고 평가하는 기술을 개발한다. 이때에 자극을 제시하기 위한 방법과 측정 및 평가를 위해 가상현실의 방법이 사용된다.

특히 음 환경 연구에서는 자극에 대한 측정과 제시 및 평가 방법에 대한 연구와 함께 생활환경 및 반응패턴에 대한 D/B가 구축된다. 제품개발에 있어서 주거/사무용기기에 대한 사용성 평가를 위해 먼저 인지적 평가요소와 물리적 평가 요소의 연계성을 밝히고, 주거/사무환경 평가와 사용편이성의 D/B가 구축될 예정이다.

3.1 국내 음환경 평가현황

우리나라는 건축환경기술 연구분야에 있어 서실내 음환경 평가에 대한 감성공학적 연구가 부

족한 실정이다. 전반적으로 생활 공간에서 발생하는 내·외부 소음에 대한 인식과 조절의 필요성은 증가하고 있으나, 생활공간의 질적 수준의 향상을 위하여 거주자들이 직접 평가하는 감성적 만족도 보다 물리적 측정에 의한 차음 지수의 비교에 그치고 있다.

생활소음에 대한 감성적 접근과 이의 평가 모델 구축은 인간의 생활공간을 둘러싼 여러 가지 환경변수들 중에서 음이 무엇보다도 주관적 인 성격을 띠고 있다는 사실에서부터 출발한다. 따라서 사용자가 음향적으로 만족 할 수 있는 생활공간의 제공은 사용자들의 주관적 감성에 대한 근본적인 이해와 이의 정량화를 통한 과학적 접근 방법이 필요하다. 종합적 감성 평가 체계를 구축하기 위해 감성 평가 결과를 건축 설계에 반영할 수 있 도록 현장에서의 감성 측정치를 자료화하는 것이 필요하다.

현재 주거환경에서 방음 및 차음성능 개선 을 위한 거주자들의 요구가 증가하고 있고, 사회 문화적 측면에서도 연주공간에 대한 일반의 관심이 높아지고 있다. 음 환경의 질적 향상에 대한 요구가 증가하고 음 환경 의 차별화와 대안이 요구되고 있는 실정 이다.

3.2 감성평가의 방향

음악과 같이 듣기 좋은 소리는 즐거움과 편안함과 카타르시스를 통해서 심리적/신체 적 건강을 증진하여 삶의 질을 향상시키 지만, 반대로 소음은 괴로움과 불쾌감을 통해서 심리적/신체적 건강을 심각하게 위협 할 수 있다. 소음으로 인한 작업 및 거주 환경에서의 심리적·신체적 스트레스는 건강 을 위협하여 결근, 사고, 생산성 저하 등을 초래함으로써, 사회적 비용의 증가 및 경쟁력의 약화를 불러온다. 이러한 소음의 물리 적 특성과 심리/생리 감성간의 함수 도출은 우리로 하여금 소음을 중화시키고, 자극이 부족한 환경은 오히려 적절하게 자극적인 환경으로 바꿔놓을 수 있게 해 준다. 음향에 관련된 감성 공학은 음향 감성 측정 및 해석 기술을 통해 쾌적한 음 환경 조성을 가능 하게 하여 개인의 소음으로 인한 스트레스 사고비용을 감소시키고, 사회적 비용의 절감 효과 등의 간접적인 영향의 증진을 통해 생산성 향상에 기여한다.

외국에서 진행되었던 연구들에서는 주로 주관적 심리적 방법(예, SDS법, Likert 척도법) 등을 이용하여 소음의 지표가 개발되었으며, 최근에는 생리 신호(예컨대, 혈류량 변화, MEG) 등을 이용한 음향 연구가 수행되고 있다. 일본의 경우에는 건설회사 등에서 특수한 환경, 즉 주택 소음에 대한 심리적인 반응과 생체 신호를 이용하여 인간이 지각하는 소음을 측정하고 있다[2]. 영국의 경우 오랫동안 심리적 측정이 주가 되어 왔고, 미국의 경우 MIT 등에서 인체 음향 발생 장치를 이용하여 청각의 지표를 개발하고 있으나 주로 hardware 구현에 중점을 두고 있다. 이렇듯 감성에 대한 연구는 국내외적으로 시작단계에 있으나 외국에서 진행된 결과를 그대로 활용할 수 없는 이유는 감성은 국가와 민족, 사회, 연령 등에 따라 다르기 때문이다.

3.3 음 환경의 감성공학적 평가 예

생활 음에 대한 한국인의 감성 패턴을 추출하기 위해 형용사 사전의 296개의 소음 관련 형용사 중 SD법과 Likert 척도를 이용하여 3개의 유사한 감성차원의 형용사 14개를 추출하였다. 소리에 대해 예민하게 반응하는 정도로서 민감도 차원에는 '싫다', '예민해진다', '극성스럽다', '심각해진다', '신경질난다', '자극적이다', '끔찍하다'가 있고, 크기에 대한 지각(각성차원)으로서는 '멍하다', '크다', '거칠다' 이며, 정서적인 반응정도(쾌/불쾌차원)로서 불쾌감에 대한 형용사들은 '불쾌하다', '피곤하다', '꺼림직하다', '시끄럽다' 등이다. 이렇게 추출된 형용사들은 실제 생활 소음원들을 각각 레벨를 다르게 제시함으로서 각 소음원과 크기에 대한 위의 3가지 차원의 감성변화를 실험하여 소음의 수준과 감성차원간의 상관관계를 규명하였다.

음 환경의 평가를 위한 차원에서는 먼저 기초단계에서 서로 다른 소음원에 대한 감성의 차이를 청감실험을 통하여 규명하였다. 간헐적(intermitent noise)인 중량 충격음과 정상적(steady state noise)인 경량 충격음에 대해 기준 음원으로 pink noise를 이용한 대응실험 결과, 물리적인 측정치가 같은 레벨을 나타낸다 할지라도 사람의 청각은 소음원의 특성에 따라 다른 감성을 나타냄을 규명하였다[7](Fig. 1).

현재 대표적인 생활소음에 대해 주관적인 annoyance의 평가 scale을 마련하기 위한 연구로서 Berglund 등이 제안하는 scaling 방법을 통해 주거/사무공간에 대한 각 소음의 만족범위를 산출

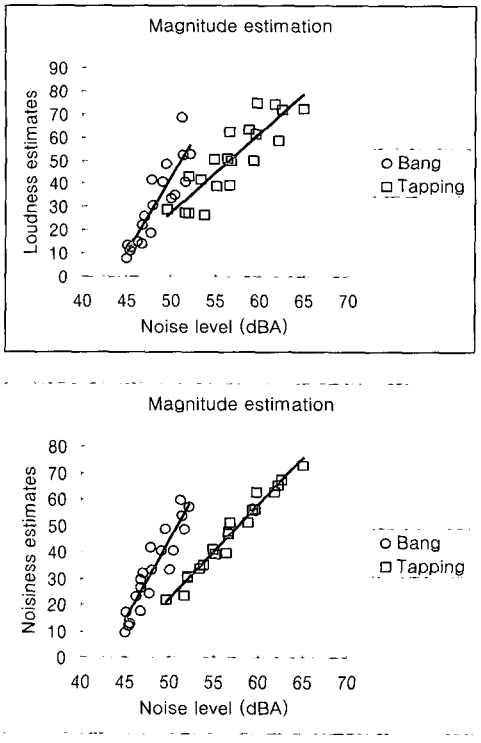

그림 1 Magnitude Estimation에 의한 중량충격음(bang noise)과 경량충격음(tapping noise)의 평가(같은 레벨(50 dB 일 때 중량충격음을 경량충격음보다 약 5 dB 가량 크게 느낌)

하는 연구가 진행중이다. 또한 귀에 전달되는 소음원 자체의 특성, 즉 한쪽 귀에 도달하는 소리의 에너지와 지연 시간, 양 귀에 전달되는 소리의 시간차 및 방향성이나 인지하는 소음 레벨 등에 대한 연구를 통해 감성에 영향을 주는 소음원의 특성을 파악하고 있다.

음장의 제시와 측정에 관한 연구분야에서는 주거 사무환경의 공간음향 특성을 분석하고, 음장 시뮬레이션에 의한 가청화 기술 구현을 통해 음환경을 재현하는 시스템을 구성을 진행 중이다. 음 환경 제시를 위해 실제 음장에서의 표준 소음원을 측정하고 auralization을 통한 음원을 비교하여 오차 요소들을 줄여나가며, 실제에 가까운 음장에 접근하고 있다. 음원과 음장과의 convolution에 있어서 입력레벨이나 주파수 특성, 다이나믹 레인지, sampling frequency등의 파라메터들과 cross-talk 현상 등을 제거한 재생 방법과 채널에 대한 구성을 비교 분석하고, 청감실험을 통해 음원과 음 환경에 대한 D/B를 구축하여 음 환경을 재현하는 장치의 성능을 평가하는 것이 음 환경 제시 분야의 연구방법이다.

4. 맺 음 말

감성공학은 사회적 요청이다. 공간환경에서도 개인의 기호나 감성적 요구를 만족하기 위하여 감성정보의 처리가 중요시되며, 대량생산이 아닌 '일품종 일품생산' 시스템이 필요하게 될 날이 멀지 않다. 이는 주거환경이나 작업환경에 대한 쾌적성의 요구가 높아짐에 따라 감성공학의 분석과 연구내용의 구현기술이 현재 생활공간에서도 요구되고 있기 때문이다. 문화·예술과 같은 창조적 활동의 영역에 이와 같은 하이테크 기술이 지원되는 실정이므로 이러한 감성시대의 시류에서 감성공학 연구의 기반이 소음 및 음향 환경 분야에도 절실하다고 사료된다. 따라서 감성 분야는 과거의 양과 질의 시대를 지나 각 개인의 기호나 감성에 대응하는 제품이 요구되는 시대를 맞아 단순히 수출액이나 국민소득, 경제력이나 기술력보다 더 중요한 국제사회의 경쟁력이 될 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

(1) 윤형건, 1998, "감성과 감성공학의 개념 도입을 위한 고찰", 디자인학연구집, 한양디자인포럼, Vol.3.

(2) 이순요, 1996, 감성공학, 淸文閣.

(3) 이순요, 1997, 가상현실형 감성공학, 淸文閣.

(4) McCormick, S., 1995, Human Factors In Engineering And Design, McGraw-Hill.

(5) Berglund, Berglund & Lindbal, 1987, "Measurement and Control of Annoyance in Environmental Annoyance: Characterization, Measurement, and Control, Edited by H. S. Koelega (Elsevier, Amsterdam), pp. 29~43.

(6) 한국표준과학연구원, 1999, 주거사무환경 제시 시스템 구축을 통한 감성측정 및 평가기술개발.

(7) Jeon, J. Y., 1999, Subjective Evaluation of Impact Noise on Apartment Floors.