

3차원 프로토타입을 활용한 최적 감성 설계 지원 시스템

Affective Product Design System using 3D prototype

김태경*, 한성호*, 김광재*, 김정현**, 김종서*, 홍상우*, 이자연**, 이건**, 임정훈*

* 포항공과대학교 산업공학과, ** 포항공과대학교 컴퓨터공학과

ABSTRACT

고객 중심의 제품 시장에서 성공을 거두기 위해서는 기능적 요구 사항 뿐만 아니라 사용자의 감성적 요구 사항에 부합하는 제품을 개발하는 것이 필수적이다. 본 연구는 제품의 3 차원 프로토타입 개발, 프로토타입의 실시간 감성 만족도 예측, 최적화된 제품 설계 정보 검색 기능이 구현된 시스템과 그 활용 사례를 소개한다. 개발된 시스템은 제품 설계 프로세스의 초기단계에서부터 사용자의 감성 요구사항을 충족시키는 제품 설계에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구를 통하여 제안된 최적 감성 설계 시스템의 기본 개념은 타제품군의 개발에도 적용될 수 있으며, 시스템을 통해 제품 개발 시간 단축, 제품 개발 비용 절감 등의 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

1. 서론

고객 중심의 제품 시장에서 성공을 거두기 위해서는 제품에 대한 기능적 요구 사항 뿐만 아니라 사용자의 감성적 요구 사항을 만족시키기 위한 효과적인 제품 개발 방법이 요구된다. 과거에는 설계한 제품에 대한 사용자의 감성 만족도 피드백을 받기 위해 사용자의 참여에 의해 이루어지는 베타테스트나 Focus group interview 의 방식을 주로 활용하였다. 이와 같은 방법은 제품에 대한 사용자의 피드백을 수집하는데 많은 시간이 소요되며, 피드백을 통하여 발견된 디자인 오류를 복구하기 위하여 소요되는 비용이 매우 큰 것으로 알려져있다(Pressman, 1992). 특히, 핸드폰, PDA 등과 같이 제품 개발 주기가 매우 짧은 제품의 사용자 감성 만족도를 평가하기 위하여 기존의 제품 평가 기법을 도입하는 것은 시간과 비용 측면에서 효과적이라고 볼 수 없다.

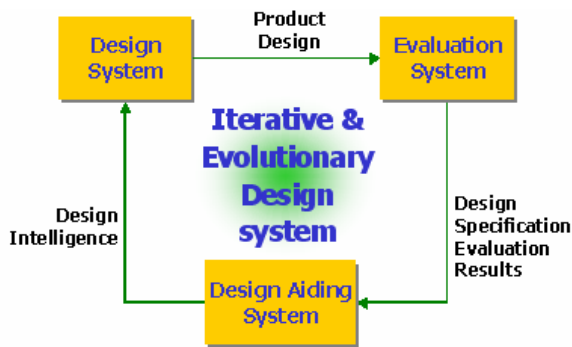
이러한 문제점들을 극복하기 위해서는 ‘프로토타입 설계 → 감성 평가 → 설계안 수정’으로 요약될 수 있는 제품 개발 프로세스를 실시간으로 지원하는 자동화된 시스템의 개발이 필수적이다. 또한, 궁극적으로 디자이너에게 사용자의 감성 만족도를 충족시킬 수 있는 최적의 설계 정보를 제공할 수 있는 도구가 존재한다면 제품 설계 프로세스에서 매우 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 디자이너의 제품 설계안을 3 차원 그래픽으로 쉽고 빠르게 표현할 수 있으며, 설계된 프로토타입에 대한 감성 만족도를 실시간으로 예측하고, 감성 만족도를

최대화할 수 있는 제품의 최적 설계 정보를 실시간으로 제공하는 시스템의 개발 및 활용 사례에 대하여 설명하고자 한다.

2. 시스템 구성 및 기능

본 연구를 통해 개발된 최적 감성 설계 지원 시스템은 ‘Design System’, ‘Evaluation System’, ‘Design aiding System’의 세가지 하위 시스템으로 구성된다. Design System 을 통하여 디자이너는 제품 구성 요소들을 선택, 조합, 수정하여 원하는 형태의 제품을 실제감 있는 3 차원 그래픽 프로토타입으로 쉽게 표현할 수 있다. 설계한 제품 프로토타입에 대해 Evaluation System 을 활용하여 사용자 집단별 감성 만족도 수준을 예측할 수 있으며, Design aiding System 을 활용하여 설계한 제품에 대한 감성적 요구 사항에 대한 만족도를 최대화시킬 수 있는 설계 정보를 얻을 수 있다. 최종적으로 시스템을 통해 산출한 감성 만족도 평가 결과와 최적 설계 정보를 반영하여 Design System 에서 프로토타입을 재설계할 수 있다. 즉, 사용자의 감성적 요구사항을 충족시키는 프로토타입을 개발할 때까지 ‘Design → Evaluation → Design aiding’의 순차적인 과정을 반복적으로(Iterative) 수행하고, 각 과정이 종료되는 시점마다 사용자 감성 만족도가 점차적으로 향상된(Evolutionary) 프로토타입을 설계할 수 있다는 것이 본 시스템의 특징이며, 이는 다음 [그림 1]과 같이 도식화할 수 있다.



[그림 1] System의 구조 및 특징

최적 감성 설계 시스템을 구성하는 세 가지 하위 시스템의 구체적 기능은 다음과 같다.

2.1 Design system

제품 제작 과정에서 프로토타입의 설계 및 수정 과정은 반복적으로 일어나며 이 과정에 소요되는 시간과 노력을 최소화하는 것은 중요한 과제이다. 프로토타입 개발 과정에 불필요하게 소요되는 비용을 최소화하기 위해 다양한 CAD 시스템이 활용되고 있으나, 복잡한 사용자 인터페이스로 인하여 디자이너가 제품 개발 과정에서 효과적으로 활용하기 쉽지 않다.

Design system은 직관적인 사용자 인터페이스를 구현함으로써 디자이너가 간단한 조작으로 단시간에 프로토타입을 설계할 수 있도록 구현하였다. 디자이너는 핸드폰을 구성하는 9 가지 구성 요소 (몸체 상/하, 주/보조 디스플레이, 상태 표시등, 주사용/주목성/측면 버튼, 스피커)를 선택하고, 각 구성 요소의 모양, 색상, 크기, 위치 등의 4 가지 속성을 변경함으로써 3 차원 프로토타입을 손쉽게 설계할 수 있다. 또한 전원 On/Off, 벨소리 듣기, 폴더의 열림/닫힘 등 휴대폰의 기본적인 기능을 추가함으로써 보다 사실적인 프로토타입을 개발할 수 있도록 설계하였다.

2.2 Evaluation system

제품 설계 과정에서부터 디자이너는 제품에 대한 소비자의 관심과 반응에 대해 큰 관심을 갖는다. 시장에 출시하기 전에 설계된 제품이 젊은이들에게 어느 정도로 매력적으로 보일 것인지, 장년층은 어느 정도로 고급스럽다고 느낄 것인지 등 제품에 대한 다양한 사용자들의 감성 만족 정도를 사전에 파악할 수 있다면, 이를 반영하여 좀 더 개선된 제품으로 재설계하여 시장에 출시할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 이러한 요구 사항에 따라 설계된 제품에 대해 실시간으로 사용자의 감성 만족도 평가 결과를 예측하는 시스템인 Evaluation system을

개발하였다.

Evaluation system은 제품의 실제 특성에 의해서 사용자가 느끼는 감성 만족 정도가 변화한다는 기본 가정에 의해 개발된 모델인 ‘감성 만족도 평가 모델’을 활용하였다(김중서 외, 2000, Han, S. H et al., 2000, Yun, M. H et al., 2001). Evaluation System은 설계된 3 차원 제품 프로토타입의 설계 변수를 감성 만족도 평가 모델에서 사용되는 휴면 인터페이스 요소로 변환하고, 이 값을 모델에 대입하여 연산하는 과정을 통해 연령, 성별로 세분화할 수 있는 사용자 그룹별 감성 만족도의 예측치를 온라인상에서 즉각적으로 산출할 수 있다.

2.3 Design aiding system

디자이너는 궁극적으로 프로토타입에 대한 사용자의 감성 만족도 평가 결과를 최대화시킬 수 있는 정성적/정량적인 제품 설계 정보를 필요로 한다. Design aiding system은 이러한 디자이너의 요구 사항을 충족시키기 위해 구현된 시스템이다.

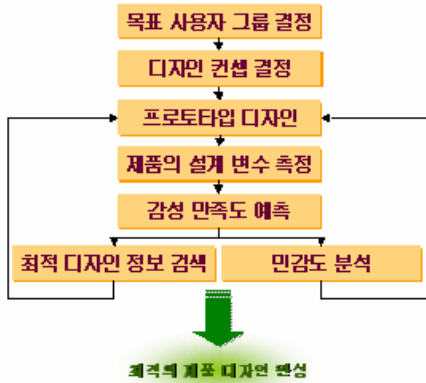
개발된 Design aiding system은 감성 만족 수준을 최대화하기 위한 제품 설계 특성의 설계치를 도출하기 위하여 수십 여 개의 제품 설계 특성과 감성 만족도 평가 모델을 대상으로 Convex hull optimization 기법(임정훈, 2002)을 적용하였으며, 디자이너가 실시간으로 단일/다중 감성 만족도를 최대화하는 제품 설계 특성을 검색할 수 있도록 설계되었다. 뿐만 아니라, Design aiding system에는 제품 설계 특성의 변경에 따른 감성 수준 변화 정도를 실시간으로 예측할 수 있는 기능이 구현되었다. Design aiding system로부터 도출할 수 있는 최적 제품 설계 정보를 토대로 Design system에서 사용자 감성 만족 수준이 향상된 프로토타입의 재설계가 가능하다.

3. 시스템 활용 시나리오

본 연구를 통해 개발된 최적 감성 설계 지원 시스템은 [그림 2]와 같은 제품 설계 시나리오를 통하여 효과적으로 활용될 수 있다. 본 절에서는 각 단계별 시스템의 활용 사례를 소개한다.

3.1 목표 사용자 그룹 결정

제품의 주요 사용 및 구매 대상인 목표 사용자 그룹을 결정한다. 예를 들어, 휴대폰의 경우 신제품 구매 욕구가 높은 10 대 여성 또는 사회 활동이 많고 경제력이 충분한 30 대 남성 등으로 사용자 그룹을 세분화하여 설정한다.



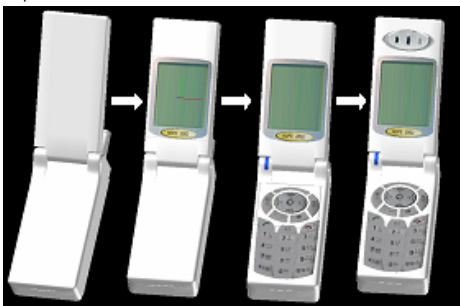
[그림 2] 제품 설계 시나리오

3.2 디자인 컨셉 결정

디자인 컨셉이란 제품 디자인 시에 부각시키고자 하는 제품의 감성적 특성을 의미한다. 따라서, 목표 사용자 그룹의 감성적 요구 사항을 분석한 후, 디자인 컨셉을 결정해야 한다. 예를 들어, 20 대의 남성을 목표 사용자 그룹으로 결정하였다면, 단순함('Simplicity'), 날카로움('Sharpness'), 강함('Strength') 등을 디자인 컨셉으로 결정할 수 있다.

3.3 프로토타입 디자인

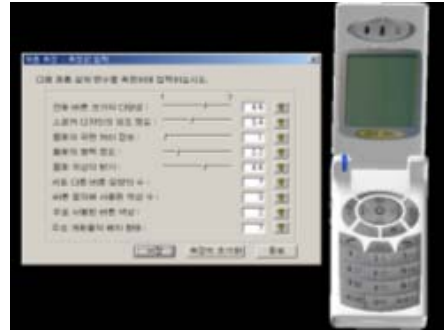
목표 사용자 그룹과 결정된 디자인 컨셉을 고려하여 Design System 을 통해 제품의 프로토타입을 설계한다. 본 시스템을 활용하여 핸드폰을 구성하는 9 가지 구성 요소를 조합하고 각 요소에 따른 4 가지의 속성들을 변경하여 제품의 프로토타입을 설계 한다([그림 3] 참조). 설계된 프로토타입의 구성 요소별 속성을 변경함으로써 다양한 프로토타입 대안의 재설계가 가능하다.



[그림 3] 프로토타입 디자인 과정

3.4 제품 설계 변수 측정

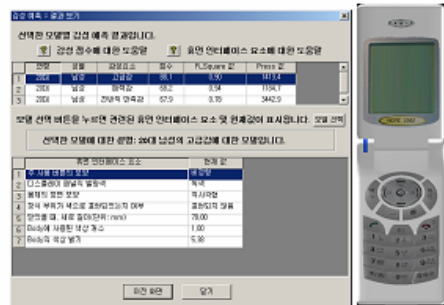
프로토타입에 대한 사용자의 감성 만족도 수준을 예측하기 위해서는 감성 만족도 평가 모델에서 독립 변수로 활용되는 제품 설계 특성을 측정하여 시스템에 입력한다([그림 4] 참조). 설계 특성에 필요한 도움 기능은 시스템에서 즉각적으로 확인 가능하다.



[그림 4] 제품 설계 변수 측정 예시

3.5 감성 만족도 예측

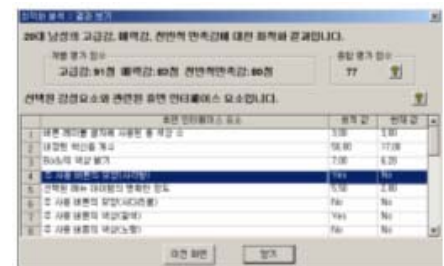
디자인과 설계 변수의 측정이 완료된 프로토타입에 대하여 Evaluation system 을 통해 사용자 그룹별로 감성 만족도를 예측한다. Evaluation system 에는 10/20/30 대의 남/여 사용자 그룹별로 고급감/매력성/전반적 만족도의 예측 기능이 구현되었으며, 동시에 프로토타입 설계 특성의 확인이 가능하다. 20 대 남성의 '고급감', '매력성', '전반적 만족도'에 대한 감성 만족도 예측 결과는 다음 [그림 6]과 같다.



[그림 5] 20 대 남성의 감성 만족도 예측 화면

3.6 최적 디자인 정보 검색

Design aiding System 을 통하여 20 대 남성의 '전반적 만족도'를 최대화하기 위한 최적 설계 특성 정보를 확인할 수 있다. 예를 들어, '주사용 버튼의 모양'의 현재 설계치는 '비정형'이지만, 최적값은 '사각형'인 것을 알 수 있다([그림 6] 참조).



[그림 6] 최적 설계 특성 정보

3.7 민감도 분석

최적 설계 특성 정보를 기반으로 하여, 현재 프로토타입의 설계 변수 변경 시 감성 만족도 예측값의 변화 정도를 Design aiding system 을 통하여 실시간으로 확인할 수 있다. 예를 들면, ‘주사용 버튼의 모양’을 ‘비정형’에서 ‘사각형’으로 변경하였을 때 감성 예측 점수가 88.1 점에서 94.6 점으로 6.5 점 증가하는 것을 알 수 있다([그림 7] 참조).



[그림 7] 민감도 분석 예시

3.8 최적 프로토타입 완성

Design aiding system 을 통해 얻은 결과를 토대로 프로토타입을 재설계하고, 감성 평가 및 최적 설계 정보 검색 과정을 반복함으로써, 감성 만족도가 향상된 프로토타입을 개발할 수 있다. 최적 감성 설계 지원 시스템을 통하여 재설계된 프로토타입에 대한 20 대 남성의 고급감, 매력성, 전반적 만족도 예측 결과는 각각 94.6 점, 100 점, 67.9 점으로 매우 높은 사용자 감성 만족도를 갖는 것으로 판단할 수 있다([그림 8] 참조).



[그림 8] 프로토타입 재설계 예시

4. 결론 및 기대효과

본 연구는 Design system, Evaluation system, Design aiding system 으로 구성되는 최적 감성 설계 시스템을 개발하고, 그 활용 사례를 소개한 것에 그 의미가 있다. 개발된 Design system 을 활용하면 3 차원 제품 개발 틀에 전문적인 지식을 갖지 않은 초보자일지라도 간단한 조작으로 다양한 3 차원 프로토타입 대안을 빠르고 손쉽게 설계할

수 있다. 또한, Evaluation system 을 통하여 디자이너는 설계한 프로토타입에 대한 사용자 감성 만족도의 피드백을 즉각적으로 제공 받을 수 있다. 뿐만 아니라, Design aiding system 에 구현된 감성만족도 수준을 최대화하는 최적 제품 설계 정보 검색 기능과 제품 설계 특성의 변화에 따른 감성 만족도 수준의 변화 정도를 온라인상에서 즉각적으로 예측할 수 있다.

본 논문의 3.3.절~3.7.절에 기술된 ‘Design → Evaluation → Design aiding’의 순차적인 제품 설계 프로세스를 반복적으로 수행하면 궁극적으로 다양한 사용자의 감성 만족도를 충족시킬 수 있는 제품 프로토타입의 설계가 가능하다. 또한, 본 연구를 통해 제시된 시스템의 구성, 기능, 활용 사례는 핸드폰 뿐만 아니라 타 제품군의 설계 프로세스에도 매우 효과적으로 적용 가능할 것으로 판단되며, 개발된 시스템은 제품 개발 시 소요되는 시간적, 물질적 비용의 효율적 관리라는 두 가지의 주요 사항을 모두 만족시킬 수 있는 것으로 기대된다.

본 시스템은 3 차원 모델 라이브러리에 저장된 모델을 선택, 조합하여 프로토타입을 개발하는 방식을 채택하였다. 보다 다양한 프로토타입 대안을 설계하기 위해서는 시스템에 내재되어 있는 모델 라이브러리의 지속적인 추가 및 보완 작업이 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술부 주관 G7 선도 기술 개발사업 중 감성 공학 기반기술 개발 사업의 일환으로 수행되었다.

References

[1] 김중서, 김광재, 윤명환, 한성호, 홍상우, 광지영, (2000), “이동통신기기의 감성 만족도 예측 모델”, 대한 인간 공학회 추계 학술 대회 논문집, 대한인간공학회

[2] 임정훈, 김광재, 이재욱, 한성호, 홍상우, (2002), “Convex Hull” 개념을 이용한 휴대폰 설계 특성의 최적화, 대한 인간 공학회 춘계 학술 대회 논문집, 대한인간공학회

[3] Pressman, R. S., (1992), Software Engineering: A Practitioner’s Approach, McGraw-Hill, New York

[4] Han, S. H., Yun, M. H., Kim, K., and Kwahk, J., (2000), Evaluation of product usability: Development and validation of usability dimensions and design elements based on empirical models, International Journal of Industrial Ergonomics, 26, pp.477-488.

[5] Yun, M. H., Han, S. H., Kim, K., Hong, S. W., Kim, J., (2001), Incorporating user satisfaction into the look-and-feel wireless phones, Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design, pp.423-429. Singapore