

# **Limbic Map을 활용한 감성 어포던스 기반 생성디자인의 소비자 반응 분석**

## **Analyzing Consumer Responses to Generative Design Based on Emotional Affordances Using Limbic Maps**

주 저 자 : 진현오 (Jin, Hyon O)      동의대학교 디자인학과 강사  
hyonojin@gmail.com

공 동 저 자 : 강재철 (Kang, Jae Cheol)      동의대학교 디자인학과 교수

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2025.4.114>

접수일 2025. 11. 20. / 심사완료일 2025. 11. 30. / 게재확정일 2025. 12. 08. / 게재일 2025. 12. 30.

## Abstract

This study aims to systematically investigate how Emotional Affordance, present in AI-based Topology Optimization Generative Design outcomes, impacts user experience, analyzing it through the emotional structure of the Limbic Map (Security-Stimulation-Dominance axes). Moving beyond conventional aesthetic-centric evaluations, this research reinterpreted emotional affordance as cognitive comfort (Security), self-actualization/self-expression (Dominance), and sensory stimulation from perceived complexity (Stimulation). Surveys and statistical analyses (T-test, ANOVA, Regression) were conducted on 101 participants using 5 selected generative design chair samples. The results showed that complexity and unpredictability activated the Stimulation domain of the Limbic Map but reduced cognitive comfort (Security). Conversely, natural materials, curved proportions, and structural stability enhanced Security domain responses, while formal originality and symbolism had a significant positive correlation with the Dominance domain (self-actualization). This research proposes an analytical framework that interprets generative design as an interaction system of emotion, cognition, and form. The Limbic Map-based emotional affordance model is expected to provide a practical foundation for developing future generative design algorithms and UX-based design strategies that incorporate user emotion prediction.

## Keyword

Emotional Affordance(감성어포던스), Limbic Map(변연계 지도), User Experience Design(사용자 경험 디자인)

## 요약

본 연구는 AI 기반 위상최적화 생성디자인 결과물에서 나타나는 감성 어포던스(Emotional Affordance)가 사용자 경험에 미치는 영향을 Limbic Map의 감정 구조(안정-자극-지배 축)를 통해 규명하는 것을 목적으로 한다. 기존의 심미성 위주 평가에서 벗어나, 본 연구는 감성 어포던스를 인지적 안락감(안정), 자아성취감/자기표현성(지배), 지각적 복잡성에 따른 감각 자극성(자극)으로 재해석했다. 선정된 5개 생성디자인 의자 표본에 대해 101명 대상 설문 및 통계 분석을 수행했다. 분석 결과, 복잡성과 예측불가능성은 Limbic Map의 자극 영역을 활성화시켰으나 인지적 안락감은 감소시켰다. 반면, 자연 소재, 곡선 비례, 구조적 안정성은 안정 영역 반응을 강화했으며, 조형적 독창성 및 상징성은 지배 영역 (자아성취감)과 유의한 정적 상관관계를 보였다. 본 연구는 생성디자인을 정서-인지-조형의 상호작용 시스템으로 해석하는 분석틀을 제시하며, Limbic Map 기반의 감성 어포던스 모델이 향후 사용자 정서 예측 기반 생성디자인 알고리즘 개발 및 UX 설계 전략 수립에 실질적으로 기여할 것으로 기대한다.

## 목차

### 1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 필요성
- 1-2. 연구의 목적 및 범위

### 2. 이론적 배경

#### 2-1. 감성 어포던스와 생성디자인

#### 2-2. Limbic Map의 개념과 디자인 적용 가능성

#### 2-3. 분석 변수의 확장

### 3. 분석 및 논의

#### 3-1. 연구 설계 및 분석 방법

#### 3-2. 사례별 감성 어포던스 결과 분석

## 4. 결론

### 1. 서론

#### 1-1. 연구의 배경 및 필요성

최근 디자인 영역에서는 단순한 미적 완결성이나 기능적 효율성을 넘어, 사용자 경험을 포괄하는 감성적 차원이 중요한 논의 주제로 부상하고 있다. 특히 인공지능 기반의 생성디자인은 알고리즘 연산을 통해 전통적 설계 방식으로는 구현하기 어려운 복잡한 구조와 형태를 창출하고 있으며, 이는 디자인 패러다임의 변화를 촉발하고 있다. 그러나 기존 연구들은 주로 심미성과 선호도에 국한되어, 사용자가 디자인을 경험하는 과정에서 형성되는 정서적 반응을 충분히 설명하지 못하는 한계를 지닌다.

이러한 맥락에서 제안되는 개념이 ‘감성 어포던스(Emotional Affordance)’이며, 이는 사용자가 디자인과 상호작용할 때 경험하는 정서적 유도성과 반응 가능성을 의미한다. 더 나아가 Limbic Map과 같은 신경과학적 감정 구조 모델은 인간의 감정을 체계적으로 분류하고 설명함으로써, 감성 어포던스를 보다 정교하게 이해할 수 있는 이론적 토대를 제공한다. 따라서 생성디자인의 심리적·정서적 의미를 탐구하기 위해 Limbic Map과의 연관성을 고려한 연구가 필요하다.

#### 1-2. 연구의 목적 및 방법

본 연구의 목적은 생성디자인이 지닌 감성 어포던스 요소를 규명하고, 이를 Limbic Map의 감정 구조와 연계하여 사용자 경험의 다차원적 의미를 분석하는 데 있다. 이를 위해 첫째, 감성 어포던스가 인지적 안락감과 자아 성취감 같은 정서적 경험에 어떠한 영향을 미치는지를 탐색한다. 둘째, 생성디자인 사례를 중심으로 감성 어포던스가 구체적으로 어떠한 형태와 표현 방식으로 나타나는지를 규명한다. 셋째, 성별과 연령대에 따라 감성 어포던스에 대한 인식과 반응이 차별적으로 나타나는지를 검토한다. 연구 수행을 위해 2000년 이후 제작된 의사 디자인 사례를 수집·선별하

## 참고문헌

고, 정성적 분석과 정량적 설문을 병행하였다. 분석 과정에서는 사례별 감성 어포던스를 Limbic Map의 주요 감정 축과 매핑하여, 디자인이 사용자의 감정 구조에 어떻게 반응하는지를 해석하였다. 이를 통해 본 연구는 생성디자인의 인간 중심적 설계 지침을 마련하고, 향후 감성 친화적 디자인 연구의 이론적·실증적 기반을 제시하는 데 기여하고자 한다.

### 2. 이론적 배경

#### 2-1. 감성 어포던스와 생성디자인

감성 어포던스(Emotional Affordance)는 사용자가 디자인 요소를 지각하는 과정에서 특정 감정이 유도되거나 정서적 반응 가능성이 활성화되는 특성을 의미하며, 이는 Gibson(1979)의 어포던스 개념을 감성적 영역으로 확장한 것이다.<sup>1)</sup> 기존 어포던스 이론이 기능적·물리적 상호작용을 중심으로 구성되었다면,<sup>2)</sup> 감성 어포던스는 재질, 색채, 조형성, 예측 가능성, 패턴의 안정성 등 디자인 속성이 사용자 마음속에서 ‘어떤 감정 경로를 활성화하는가’를 분석 단위로 삼는다.<sup>3)</sup> 이는 Barrett(2009)의 구성된 감정 이론처럼 감정이 지각과 경험의 해석 과정에서 형성된다는 관점과 긴밀히 연결되며, 디자인이 사용자 정서 구조에 미치는 영향을 설명하는 핵심 개념으로 작용한다.<sup>4)</sup>

1) Gibson(1979), The Ecological Approach to Visual Perception, Chapter 8 “The Theory of Affordances”, Boston: Houghton Mifflin, .pp. 127–143.

2) Norman(2004), Emotional Design, Why We Love (or Hate) Everyday Things. Basic Books, pp. 19–47.

3) 진현오(2025), 생성디자인 기반 의자의 감성 어포던스와 사용자 경험 연구, 한국디자인리서치학회, 36 Vol.10 No.3, pp. 521–531.

4) Barrett(2009), The Theory of Constructed

감성 어포던스는 일반적으로 의미적 감성 어포던스와 반응적 감성 어포던스로 구분된다. 의미적 감성 어포던스는 목재의 따뜻함처럼 정서적 안정·친밀감을 유발하는 감각적 단서를 의미하며, 반응적 감성 어포던스는 복잡성·형식미·패턴 예측성 등 즉각적인 정서적 반응을 유도하는 조형적 요소를 포함한다. 두 어포던스는 서로 독립적이지 않으며, 디자이너가 제시하는 감성 경험의 흐름을 구성하는 상호작용적 구조를 형성한다.

이러한 관점은 생성디자인(Generative Design)과 결합될 때 더욱 중요해진다. 생성디자인은 알고리즘이 수백~수천 개의 대안을 자동 생성하고 평가하는 과정으로 이루어지며, 그 결과물은 전통적 수공 미학과 달리 높은 복잡성, 비정형성, 자연계 기반 패턴 등 인간에게 익숙하지 않은 조형 특성을 갖는 경향이 있다. 이는 사용자에게 새로운 감성 반응을 유발할 수 있으나, 동시에 예측 가능성이 낮아 불안감·거리감·긴장감을 형성할 가능성도 내포한다.

따라서 생성디자인 맥락에서 감성 어포던스는 단순한 보조 개념이 아니라 사용자의 인지적 안락감, 감정적 안정, 자아 정체성 형성, 디자인 수용성을 결정하는 핵심 요인으로 기능한다. 예를 들어, 자연적 재질이나 반복 패턴은 복잡한 생성형 조형 안에서도 심리적 ‘앵커(anchor)’ 역할을 수행하여 인지적 부담을 감소시키고 정서적 안정감을 강화한다. 반면, 예측 불가능한 형상이나 과도한 비정형성은 반응적 감성 어포던스를 자극하여 시각적 흥미를 높이지만, 동시에 인지적 불편감 또는 정서적 거리감을 유발할 수 있다.

결국 감성 어포던스는 생성디자인의 기술적 산출물이 인간 경험과 어떻게 접속되는지를 설명하는 핵심 분석 축이며, 특히 알고리즘 기반 조형이 증가하는 시대에 사용자 중심의 감성 디자인 전략을 수립하기 위한 필수적 이론틀이다. 본 연구는 이러한 관점에서 생성디자인 사례를 감성 어포던스 구조와 연계하여 분석하고, 사용자 감정 반응의 패턴을 체계적으로 규명하고자 한다.

【표 1】 감성어포던스의 분류(Jin, 2025)

구분	내용	예시
의미적 감성 어포던스(Intangible Emotional Affordance)	재질, 형태, 사용감 등 사용자와의 인지적 및 감각적 교감에서 유발되는 감정 반응 요소	천 연 소재 활용, 질서 있는 조형미 등
반응적 감성 어포던스(Behavioral Emotional Affordance)	제품 사용 시 행동 유도성과 정서적 몰입을 촉진하는 기능적 요소	사용 유도, 피드백, 행동 연결성 등

## 2-2. Limbic Map의 개념과 디자인 적용 가능성

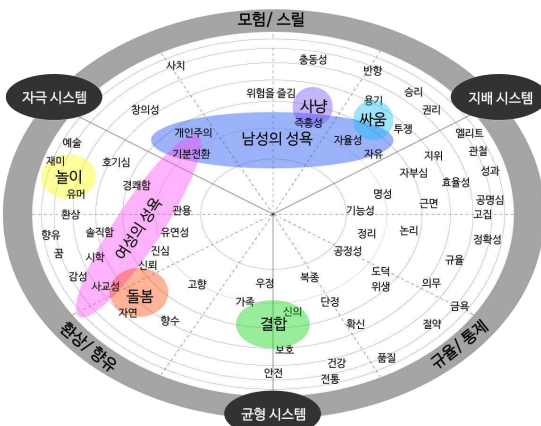
인간의 감정 구조를 설명하기 위한 다양한 이론 중 하나가 Limbic Map이다. Limbic Map은 독일의 뇌과학자 Hans-Georg Häusel(2003)이 소비자 행동 연구에서 제시한 감정 모델로, 인간의 감정을 쾌락·활성·지배(pleasure-arousal-dominance) 축과 연결하여 시각적으로 맵핑한 도구이다. 이는 인간의 변연계(limbic system) 기능에 근거하여, 소비자의 의사결정과 선호가 이성적 합리성보다 감정적 동기에 의해 좌우된다는 점을 강조한다. Limbic Map은 감정을 단편적 범주가 아닌 연속적 구조로 파악한다는 점에서, 디자인 연구에서 감성적 경험을 체계적으로 설명하는 분석틀로 활용될 수 있다.<sup>5)</sup>

Limbic Map의 핵심은 감정을 세 가지 기본 동기 영역으로 구분하는 데 있다. 첫째, 자극 추구(Stimulus) 영역은 호기심, 창의성, 모험심 등 새로운 경험을 탐색하려는 욕구와 관련된다. 둘째, 조화(Balance) 영역은 안전, 안락함, 신뢰와 같은 안정 지향적 감정을 나타낸다. 셋째, 지배(Dominance) 영역은 성취, 자존감, 지위와 같은 힘과 통제에 관한 감정을 포함한다.<sup>6)</sup> 이 세 가지 영역은 상호 배타적이지 않고, 사용자가 경험하는 맥락과 디자인 요소에 따라 다양한 조합으로 발현된다. 예를 들어, 복잡한 조형미를 지닌 생성디자인 제품은 ‘자극 추구’ 감정을 유발할 수 있으며, 자연소재와 부드러운 곡선은 ‘조화’ 감정을 강화한다. 반면 독창적이고 상징성이 강한 형태는 ‘지배’와 연결되어 자아 성취감이나 사회적 정체성을 자극한다<sup>7)</sup>[그림 1].

5) Häusel(2003), Brain View, Warum Kunden kaufen. Haufe Verlag, pp. 52–79.

6) Mehrabian & Russell(1974), Environmental Psychology, Cambridge, MA: MIT Press, pp. 37–49.

이 세 가지 축은 독립적으로 존재하는 것이 아니라, 개인의 경험·문화적 배경·정체성·인지적 기준에 따라 서로 상호작용하며 감성 반응을 결정한다. 예를 들어, 복잡성 높은 생성형 의자는 Stimulance 영역을 자극하여 시각적 흥미와 새로움에 대한 기대를 불러 일으키지만, 동시에 예측 가능성이 낮아 Balance 영역에서는 불안감이나 인지적 긴장감을 유발할 수 있다. 반대로 자연 소재나 구조적으로 안정적인 형상은 Balance의 정서적 안정성을 강화하여 안락감을 높이지만, Stimulance 측면에서는 단조로움을 유발할 수도 있다. 이처럼 Limbic Map은 감정이 단선을 따라 움직이는 것이 아니라, 감정축 간의 균형과 움직임을 통해 최종적 감성 평가가 나타난다는 점을 보여준다.



[그림 1] Limbic®Map 8)

생성디자인의 감성 어포던스를 분석할 때 Limbic Map을 활용하는 이유는 조형적·구조적 특성이 감정 축별로 어떠한 정서 반응을 유도하는지 체계적으로 설명할 수 있기 때문이다. 예를 들어 “자극-균형” 간 갈등은 생성디자인의 복잡성과 예측 가능성 문제를 설명하는 데 적합하고, “균형-지배” 구조는 안정적 경험과 자아 정체성 형성 간의 관계를 해석하는 데 기여한다.<sup>9)</sup> 본 연구는 이러한 Limbic Map의 감정 구조를 감성 어포던스 분석틀과 결합하여, 생성디자인이 사용

자 심리와 감정의 어떤 경로를 활성화하는지를 종합적으로 규명하고자 한다.

이러한 Limbic Map의 구조는 감성 어포던스 연구와 긴밀히 연계될 수 있다. 감성 어포던스는 사용자가 디자인을 경험할 때 발생하는 정서적 유도성으로, 특정 디자인이 어떤 감정 구조를 촉발하는지를 설명하는 개념이다. 예를 들어, 사용자가 특정 의자 디자인에서 느끼는 인지적 안락감은 Limbic Map에서 ‘조화 영역’과 직접 연결된다. 반대로 독창적이고 실험적인 형태가 유발하는 자아 성취감은 ‘지배 영역’과 관련이 깊다. 또한 예측 불가능한 복잡성과 조형적 독창성은 ‘자극 추구 영역’의 감정 반응을 활성화하는 요인이 된다.<sup>10)</sup>

따라서 Limbic Map은 디자인 평가를 단순히 ‘좋다/나쁘다’의 선호 차원에서 벗어나, 인간 감정의 다층적 구조를 반영한 정교한 감성 분석 도구로 기능할 수 있다. 본 연구에서는 Limbic Map의 세 가지 감정 축을 기반으로, 생성디자인 사례에서 나타나는 인지적 안락감과 자아 성취감을 대응시켜 분석하였다. 이를 통해 감성 어포던스 요인이 감정 구조와 어떻게 상호작용하는지를 검증하고, 디자인이 인간의 내적 동기와 정체성 형성 과정에 미치는 영향을 밝히고자 한다.

## 2-3. 분석 변수의 확장

본 연구는 감성 어포던스 이론과 진현오(2025)의 선행연구에서 제시된 인지적 안락감과 자아성취감의 심리적 구조를 기반으로 하여, 이를 생성디자인에 적합한 확장된 변수 체계로 재구성하였다. 특히 본 연구는 감성 반응의 구조를 설명하는 Limbic Map(안정-자극-지배 축)을 적용하여, 생성디자인이 사용자에게 유발하는 감정적·인지적 반응을 다차원적으로 분석할 수 있는 틀을 마련하였다.

이에 따라 분석 변수는 기존의 심미성·선호도 중심 접근을 넘어 다음 세 범주로 확장된다.

첫째, 안정(Security) 축 변수로서 인지적 안락감, 예측 가능성, 재질의 친숙성(천연/합성)을 포함하였다. 이는 디자인이 사용자에게 심리적 안전성과 편안함을 제공하는 정도를 측정하기 위한 것이다.<sup>11)</sup>

둘째, 자극(Stimulation) 축 변수로는 시각적 복잡성, 구조적 난이도, 몰입도를 설정하였다. 이러한 요소들은

7) Arnheim(1974), Art and Visual Perception, University of California Press, pp. 45-67.

8) G,Häusel.,2018을 재구성

9) Desmet(2003), “A Multilayered Model of Product Emotions”, Design Journal, pp. 7-12.

10) Kolarevic(2003), Architecture in the Digital Age, New York: Spon Press, pp. 121-139.

11) 진현오(2025),op,cit., p. 525.

생성디자인 특유의 알고리즘 기반 형태가 사용자에게 얼마나 감각적 흥미와 호기심을 유발하는지를 설명한다.<sup>12)</sup>

셋째, 지배(Dominance) 축 변수는 자아성취감, 자기표현성, 상징적 의미 부여를 중심으로 구성하였다. 이는 디자인이 사용자의 정체성 표현, 자기효능감, 조형적 우월성 인식 등에 미치는 영향을 측정하는 데 목적이 있다<sup>13)</sup>[표 2].

[표 2] 주요 분석 변수 요약

Limbic Map 축	감성 어포던스 유형	주요 생성디자인 변수
안정 (Security)	의미적/반응적 감성 어포던스	재질 친숙성(천연/합성), 예측 가능한 복잡성, 구조 안정성, 인지적 안락감, 복잡성 수준, 조형적 독창성, 패턴 변형, 시각적 대비, 몰입도, 자기표현성, 상징성, 형태의 위계감, 자아성취감
자극 (Stimulation)		
지배 (Dominance)		

이와 같은 변수 확장은 생성디자인의 형태 및 구조적 특성과 사용자 정서 간의 상관관계를 정량적으로 해석할 수 있는 분석 기반을 제공한다. 또한 감성 어포던스를 Limbic Map의 정서 구조와 연결함으로써, 생성디자인이 단순한 알고리즘 산출물이 아니라 정서적 경험을 설계하는 도구로 기능할 수 있음을 제시한다. 궁극적으로 본 연구의 변수 체계는 인간 중심적·감성 기반 생성디자인 알고리즘 개발에 활용 가능한 실질적 기초 자료로 기여할 수 있을 것이다.

### 3. 분석 및 논의

본 연구는 생성디자인이 단순한 형태 생성 기술을 넘어, 사용자 감정·인지·정체성 형성에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하기 위해 감성 어포던스와 Limbic Map 기반 감정 구조를 분석 틀로 설정하였다. 이를 통해 생성디자인의 조형적·구조적 특성이 사용자의

인지적 안락감, 자아 성취감, 지각적 복잡성 판단에 어떤 방식으로 반영되는지를 실증적으로 검토하고자 하였다. 연구의 핵심 문제의식은 다음 세 가지 질문으로 정리된다.

첫째, 감성 어포던스의 구성요소(의미적·반응적 요소)는 사용자가 느끼는 인지적 안락감과 자아 성취감에 어떠한 영향을 미치는가? 이는 Limbic Map의 안정·자극·지배 구성요소가 실제 디자인 감정 반응에 어떻게 대응되는지를 확인하기 위한 질문이다.

둘째, 생성디자인에서 감성 어포던스는 어떠한 표현 양식과 조형적 특성으로 구현되는가? 즉, 복잡성 수준, 재질, 예측 가능성, 조형적 위계 등이 감성 반응을 어떻게 유도하며, 기존 디자인과 어떤 차별적 감성 구조를 갖는지 탐색한다.

셋째, 사용자의 성별, 연령, 경험 수준에 따라 감성 어포던스에 대한 지각과 해석에는 차이가 존재하는가? 이는 감정 반응이 개인의 심성모형과 Limbic 반응 구조에 따라 달라질 수 있음을 고려한 질문이다.

이러한 연구 질문을 검증하기 위해, 본 연구는 2000년 이후의 대표적 생성디자인 의자 사례를 대상으로 하여 웹 크롤링 기반 사례수집, 감성 어휘 분석, 감성 어포던스 유형화, 정량 설문 및 통계 검증 절차를 수행하였다. 이를 통해 감성 어포던스-Limbic Map-사용자 감정 반응을 연계한 통합적 해석을 도출하고자 하였다.

#### 3-1. 연구 설계 및 분석 방법

본 연구는 감성 어포던스와 Limbic Map을 기반으로 한 생성디자인의 감정적 효과를 검증하기 위해, 체계적인 사례 수집과 분석 절차를 거쳐왔다. 우선 지난 5월에 실시한 1차 선행연구에서 웹 크롤링(web crawling) 기법을 활용하여 Behance, Dezeen, Designboom 등의 디자인 전문 플랫폼과 Scopus, Web of Science 등의 학술 데이터베이스에서 "Generative Design", "Chair Design", "Emotional Affordance" 등의 키워드를 중심으로 약 1,500여 건의 자료를 수집하였다. 자료에는 의자 디자인 이미지, 제작 배경 설명, 댓글 및 추천수를 포함하는 사용자 반응이 포함되었다. 이 과정에서 수집된 데이터는 중복 항목을 제거하고, 미흡하거나 비공식적인 사례를 배제하는 데이터 정제 과정을 거쳐 약 200건의 예비 표본으로 압축한 바 있다.

두 번째 단계는 정성적 분석으로, 사례별 디자인

12) Kolarevic op.cit., p. 125.

13) Maslow(1971), The Farther Reaches of Human Nature, New York: Viking Press, pp. 145-158.

요소와 감성 어포던스 요인을 도출하는 작업이 수행되었다. 이를 위해 텍스트 마이닝(text mining) 기법을 적용하여 사례 설명문과 사용자 댓글에서 감성 관련 어휘를 추출하고, 이를 '인지적 안락감', '자아 성취감', '심미성', '선호도' 등 범주로 분류하였다. 이후 사례별 특성과 감성 반응 간의 연결 관계를 매트릭스 형태로 정리하여, 감정 구조와 디자인 요인의 상호작용을 파악하였다.

마지막 단계는 지난 8월 실시한 정량적 설문조사 및 통계 분석이다. 앞서 선정된 5개 사례를 이미지 형태로 설문 응답자(총 101명)에게 제시하였고, 각 사례에 대해 인지적 안락감과 자아 성취감을 중심으로 5점 리커트 척도로 평가하도록 구성하였다. 독립변수는 성별과 연령으로 설정하였으며, 종속변수는 감성 어포던스 관련 4개 항목(긍정/부정의 안락감, 긍정/부정의 자아 성취감)으로 구성하였다. 수집된 데이터는 평균, 중앙값, 표준편차 등을 중심으로 기술통계(descriptive statistics)를 실시하였으며, 사례별 순위 비교와 세대·성별 차이를 교차 분석하였다. 이를 통해 사례 간 감성 어포던스 요인의 차이를 구체적으로 도출하고, Limbic Map의 세 가지 영역(자극 추구·조화·지배)과의 연관성을 검증하였다.

이와 같은 단단계 절차는 단순히 미학적 평가에 머무르지 않고, 사례 수집 → 전문가 선별 → 정성 분석 → 정량 분석으로 이어지는 체계적 접근을 통해 생성디자인의 감정 구조적 의미를 다차원적으로 탐색할 수 있도록 하였다.

### 3-2. 사례별 감성 어포던스 결과 분석

본 절에서는 선정된 5개의 생성디자인 의자 사례를 감성 어포던스 관점에서 분석하고, 이를 Limbic Map의 세 가지 경서축—자극(Stimulance), 균형(Balance), 지배(Dominance)—에 따라 구조적으로 해석하였다. 각 사례의 조형적 특성, 복잡성, 재질, 알고리즘 기반 생성 방식이 사용자 감정(인지적 안락감·자아 성취감)에 어떻게 영향을 미치는지 비교 분석한다.

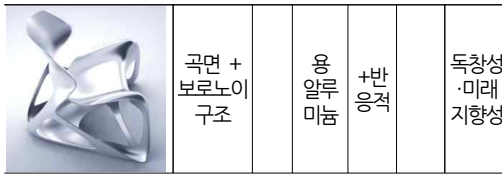
사례 1 <Elbo Chair>는 위상최적화 기반 구조와 L-System 알고리즘을 결합한 디자인으로, 복잡성과 안정성이 균형을 이루고 있다. 목재라는 자연 소재는 Balance(균형) 영역을 강화해 사용자의 인지적 안락감을 높이며, CNC 제작의 정교함은 시각적 예측 가능성을 제공한다. 동시에 새로운 구조적 형태는 Stimulance(자극) 영역을 자극하여 신선함과 실험적

감성을 유도한다. 전체적으로 Balance-Stimulance 간 균형이 안정적으로 유지되어 안락감과 중상 수준의 자아 성취감이 함께 나타난 사례이다. 감성 어포던스 측면에서 Elbo Chair는 반응적 감성 어포던스(BEA)가 강하게 나타난다. 사용자는 안정적 조형을 통해 즉각적·직관적 '안락감'을 느끼며, 정량 조사에서도 긍정적 인지적 안락감 문항에서 상위값을 보였다. 반면 자아성취감에서는 2위 수준으로, "안정과 균형의 미학"을 지향하는 사용자에게 선택되는 경향이 확인되었다.

사례 2 <Betula Chair>는 자연적 유기미와 지속적 곡면 흐름을 기반으로 하여 인체 친화적 조화감을 강조한다. 이는 Balance 영역을 강하게 자극하며, 실제 설문에서도 높은 인지적 안락감을 보인 이유와 일치한다. 또한 자연 소재(자작나무)가 주는 감성적 따뜻함은 심리적 안정감을 더욱 강화한다. 한편, 조형적 세련미와 구조적 독창성은 사용자가 자신을 표현하고자 하는 욕구—즉 Dominance(지배)-자아 성취감—을 높이는 방향으로 작용한다. 설문 결과 5개 사례 중 자아 성취감이 가장 높게 나타난 배경은 이러한 조화감과 정교함의 조합으로 해석할 수 있다. Betula Chair는 의미적 감성 어포던스(IEA)의 대표 사례로, 소재의 따뜻함·자연적 표현·곡률 비례 등이 "정체성·자기표현"과 연결되는 감정을 유발한다. 정량 분석에서도 자아성취감 문항에서 1위를 기록하며, 피실험자가 가장 "자신을 돋보이게 한다"고 응답한 사례였다.

[표 3] 사례별 감성 어포던스 요소 결과 분석 요약

사례	조형적 특징	복잡성	재료 특징	감성 어포던스	예측 가능성	정성 평가 요약
1		위상최적화 + 자연스러운 곡률	중 목재	반응적	높음	안정감 균형감 우수
A. Harsuvanakit, 2011, 출처- Desgin-milk.com						
2		유기적 곡면 + 목재 일체형	중 목재	의미적	높음	감성적 따뜻함 안락감 강화
Apical Design Team, 2016, 출처- apicalreform.com						
3		독창적	중성	재활	의미	중 균형적



Dmitri Bez, 2022, 출처- dimitribez.com

곡면 + 보로노이 구조		용 알루 미늄	+반 응적		독창성 ·미래 지향성
--------------------	--	---------------	----------	--	-------------------

Lilian Van Daal, 2017, 출처- lilianvandaal.com

세포 번식 기반 유기 패턴	상	재활 용 PA12	반응 적	낮음	몰입감 ↑ 예측성 ↓
----------------------------	---	-----------------	---------	----	----------------------

Petrick Jouin, 2001, 출처- patrickjouin.com

SLS 기반 불규칙 내부 구조	매우 높음	폴리 머	반응 적	매우 낮음	불안정 감 자극성 높음
------------------------------	----------	---------	---------	----------	-----------------------

사례 3 <A-1 Chair>는 재활용 알루미늄 기반의 친환경 경적 제작 방식과 보로노이, 접힘 패턴 알고리즘을 기반으로 한 고도의 조형적 독창성이 특징이다. 시각적으로는 높은 복잡성을 띠지만, 전체 구조는 인체를 안정적으로 지지하도록 설계되어 있어 Balance와 Stimulance가 동시에 자극된다. 재활용 알루미늄의 미래지향적 이미지는 Dominance 축에서도 긍정적인 반응을 유발하며, 사용자에게 “현대적이고 세련된 성취감”을 제공한다. 이로 인해 안락감과 자아 성취감 모두 중상 수준으로 나타난 사례이다. 감성 어포던스 측면에서는 의미적·반응적 요인이 모두 나타나는 혼합형 모델로 분류된다. 정량 결과에서는 선호도와 자아 성취감 모두 중위권을 기록하였으나, 30-40대에서 상대적으로 높은 반응을 보였다. 이는 자아성취감을 단순 미적 표현이 아닌 “가치 기반 자기표현”으로 해석하는 층위가 존재함을 시사한다.

사례 4 <Radiolaria #1 Chair>는 세포 단위 증식 모델링과 L-System 알고리즘을 활용하여 자연의 미세 구조를 시각적으로 구현한 사례로, 매우 높은 복잡성과 비정형 패턴 특성을 가진다. 이는 사용자의 Stimulance 영역을 강하게 자극하지만, 예측 가능성과 구조 안정성이 낮아 Balance 영역에서는 낮은 인지적 안락감으로 이어진다. 또한 이와 같은 시각적 과부하 구조는 자신을 표현하고자 하는 Dominance

영역에서도 상대적으로 낮은 평가를 유도해 자아 성취감이 하락하는 경향을 보였다. 전체적으로 자극 중심(Stimulance-heavy)의 디자인이 감성적 수용성의 저하로 이어진 사례이다. 정량 분석에서 Radiolaria #1은 자아성취감에서 낮은 점수, 인지적 불안감 증가라는 경향이 나타났으며, 이는 고복잡성·고밀도 패턴의 시지각적 부담이 심리적 평가에 영향을 미친 것으로 해석된다. 그럼에도 실험 디자인으로서의 조형적 가치는 높다.

사례 5 <Solid C2 Chair>는 SLS 기반 단일 구조 프린팅이라는 기술적 혁신성을 바탕으로 하지만, 내부 구조의 불규칙성과 예측 불가능성 때문에 Stimulance가 과도하게 활성화되고 Balance 영역은 약화된다. 복잡성이 지나치게 높아 시각적 부담이 증가하고, 구조적 안정감이 시각적으로 확보되지 않아 인지적 안락감이 가장 낮게 나타난 사례이다. 또한 자기 표현을 가능하게 하는 정서적 지배(Dominance) 영역에서도 낮은 반응을 보여 자아 성취감 역시 최하위로 기록되었다. 고차원적 복잡성이 반드시 긍정적 감정 경험을 유도하지 않음을 보여주는 대표 사례이다. 정량 조사에서 안락감·자아성취감 모두 최하위를 기록하였으며, 특히 부정적 인지반응이 높은 수치를 보였다. 이는 과도한 불규칙성은 감성 어포던스에 부정적 영향을 준다는 점을 실증적으로 보여주는 사례이다[표 3].

### 3-3. 정량적 통계 분석 요약

본 연구에서는 성별에 따른 감성 어포던스 인식 차이를 검증하기 위해 독립표본 t-검정, 연령대에 따른 차이를 확인하기 위해 일원분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 또한 안락감과 자아성취감 간의 영향 관계를 파악하기 위해 단순 회귀분석을 수행하였다. 분석은 SPSS 26.0을 활용하였다.

아래 표 4는 정량적 분석에 참가한 피험자의 인구 통계 분석을 연령대와 성별로 요약한 것이다.

[표 4] 피험자 인구통계 분석

연령대	남성(n)	여성(n)	전체(n)	연령 비율(%)
10대(15-19세)	13	11	24	23.8%
20대(20-29세)	12	14	26	25.7%
30대(30-39세)	12	13	25	24.8%
40대(40-49세)	14	12	26	25.7%
합계	51	50	101	100%



**[표 4] 성별 독립표본 T 검정 요약**

문항	구분	t	df	p
긍정 안락	Student's t	0.578	99	.564
부정 안락	Student's t	-1.918 <sup>a</sup>	99	.058
긍정 자아 성취감	Student's t	-0.164	99	.870
부정 자아 성취감	Student's t	-0.732	99	.466

\*Levene의 등분산 검정이 유의( $p < .05$ )하여 등분산 가정이 충족되지 않음.

성별에 따라 인지적 안락감, 자아성취감의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다( $p > .05$ ).

다만 부정적 인지 안락감 문항에서  $p = .058$ 로, 경계선상 유의성을 보여 성별에 따른 부정적 반응 성향의 차이가 일부 존재할 가능성이 확인되었다[표 4].

이는 여성 참가자가 디자인 복잡성에 더 민감하게 반응했을 가능성을 시사하며, 향후 성별 감성 반응의 구조적 차이를 탐구할 필요성을 제기한다. 또한 Limbic Map의 감정 구조가 성별보다는 조형적 특징, 복잡성, 재질, 즉 디자인 요소에 더 큰 영향을 받는다는 점을 시사한다.

예를 들어, Betula Chair가 남녀 모두에게 높은 Balance-Dominance 점수를 얻은 이유는 조형적 일관성과 소재의 안정감이 성별을 초월한 정서적 반응을 유도했기 때문으로 해석할 수 있다.

연령대에 따른 인지적 안락감과 부정적 자아성취감의 차이는 유의하지 않았다.

그러나 긍정적 자아성취감(Q9)에서 연령대 간 유의미한 차이가 나타났으며( $F = 12.712$ ,  $p < .001$ ), [표 5]

**[표 5] 연령별 일원분산분석 요약**

문항	F	자유도1	자유도2	p
긍정 안락	0.541	3	53.7	0.656
부정 안락	0.295	3	53.8	0.829
긍정 자아성취감	12.712	3	47.4	< .001
부정 자아성취감	0.431	3	53.6	0.732

이는 세대별로 ‘자아’가 돋보인다고 지각하는 디자인 요소가 뚜렷하게 구분됨을 뜻한다. 더 나아가 Limbic Map의 Dominance 영역이 연령대별로 다르게 작동함을 나타낸다.

사후검정 결과, 특히 10-20대는 미니멀·균형적 조형을, 30-40대는 조각적·구조미가 강한 형태에서 자아성취감을 더 크게 느끼는 경향이 확인되었다. 즉, 나이가 많아질수록 Balance에 기반한 Dominance 감성이 강화되는 경향을 보인 것으로 해석할 수 있다.

**[표 6] 인지적 안락감이 자아성취감에 미치는 영향 회귀분석**

예측 변수	B	SE	t	p
절편	1.8399	0.4244	4.336	<.001
긍정 안락감	0.0117	0.1028	0.113	0.910
부정 안락감	0.3121	0.0945	3.302	0.001

긍정적 안락감은 자아성취감에 유의한 영향을 주지 않았다( $p > .05$ ).

반면 부정적 안락감은 자아성취감을 유의하게 예측하는 변수였다( $p < .001$ ). 즉, 사용자는 “편안함이 무너지는 지점”에서 오히려 자아 표현 메시지를 강하게 느낄 가능성이 있다[표 6].

이는 자아성취감이 단순한 안정감이 아니라 ‘차별성·독창성’과 더 강하게 연결됨을 시사한다.

즉, Limbic Map의 Dominance 영역이 단순히 심미성이나 안전감에서 비롯되는 것이 아니라, “자극(Stimulance)과 균형(Balance)의 조화 속에서 느끼는 구조적 이해 가능성”에서 발생할 수 있다고 분석된다.

즉, 참가자들은 복잡하지만 이해 가능한 패턴—사례 2와 3—에서 자신을 돋보이게 하는 성취감을 경험한 것으로 사료된다.

### 3-4. 분석 종합

본 절에서는 앞서 정성 분석과 통계 분석 결과를 통합하여 생성디자인에서의 감성 어포던스 작동 구조를 도출하였다.

#### 3-4-1. 인지적 안락감과 복잡성의 관계

사례 1:2는 구조 및 형태의 예측 가능성이 높아

긍정적 안락감 상위권에 배치되었다. 반면 사례 4·5는 비정형성 및 고복잡성으로 인해 부정적 반응이 유의하게 증가하였고 이는 ‘조형 복잡성 증가는 곧 인지적 불안감 증가’라는 정량적 패턴이 확인되었다.

### 3-4-2. 자아성취감은 ‘안락감’보다 ‘독창성·차별성’과 연결

회귀분석 결과, 긍정적 안락감은 자아성취감과 무관( $p>.05$ )하였고, 부정적 안락감(Q13)은 오히려 자아성취감을 유의하게 예측하였다( $\beta=.312, p<.001$ ).

이는 “사용자가 약간의 불편함을 감수하더라도 독창성과 차별성이 크면 ‘자아성취감’을 높게 지각한다.”라고 유추할 수 있다.

즉, 자아성취감은 편안함의 함수가 아니라 자기표현성의 함수임이 실증적으로 확인되었다.

### 3-4-3. 세대·성별의 인식 구조

성별 차이는 유의하지 않으며 성별 감성 반응은 대체로 동형으로 확인되었다.

또한 연령 차이는 자아성취감에서만 나타남을 확인하였다.

즉, 10-20대는 미니멀, 균형적 조형미를, 30-40대는 조각적, 구조적 조형미를 선호함으로써 세대별 감성 어포던스의 차이가 존재함을 확인할 수 있었다.

이를 토대로 사례별 Limbic Map의 주요 감성을 요약하면 아래 [표 7]과 같다.

본 연구 분석 결과, 감성 어포던스의 주요 요인들은 Limbic Map의 세 영역과 다음과 같이 대응되는 것으로 아래 [표 8]과 같이 분석되었다.

결과적으로, 감성 어포던스는 Limbic Map의 세 감성축이 상호작용하는 복합 구조로 작동할 수 있으며, 사용자의 안락감과 자아성취감은 이 변화의 결과로 도출되는 정서적 반응임이 확인되었다.

본 연구를 토대로 AI 생성디자인에서 감성 어포던스를 반영하기 위한 모델을 도출하면 다음 [표 9]와 같다.

[표 7] 사례별 Limbic Map의 주요 감성 요약

Limbic Map	사례 반응	주요 감성
Stimulant (자극·창의성)	사례 3·4·5	차별성, 실험성, 독창성
Imbalance	사례 4·5	인지적 불편, 예측

(불안·긴장)		불가능성
Balance (안정·휴식)	사례 1·2	안락감, 신뢰감

[표 8] 사례별 Limbic Map 영역 및 감성 어포던스 요소 요약

감성 어포던스 요소	Limbic Map 영역	주요 영향 사례
안정적 재질(목재), 예측 가능한 복잡성	Balance	사례 1, 2
조형적 독창성, 실험적 형상	Stimulance	사례 3, 4
미래지향적 소재, 정제된 조형미	Dominance	사례 2, 3

[표 9] AI Generative Design Emotional Affordance-Limbic Model

Limbic Map Layer	구성 요소
Balance Layer	재질 선택(목재·자연 소재) 패턴 예측성 구조적 안정성
Stimulance Layer	조형적 실험성 알고리즘 기반 비정형 패턴 미래지향적 기하 형태
Dominance Layer	독창적 조형미 이해 가능한 복잡성 상징적·정체성 기반의 형태 언어

이상의 분석을 종합하여 Limbic Map 기반 감성 어포던스 유형 및 해당 축에 대응하는 생성디자인 변수를 요약하면 아래 [표 10]과 같고 이는 가망 소비자의 반응을 분석할 수 있는 기초자료가 될 수 있을 것이다.

[표 10] Limbic Map 기반 감성 어포던스-생성디자인 변수 종합

Limbic Map 축	감성 어포던스 유형	해당 축에 대응하는 생성디자인 변수	설명
1. 안정 (Security)	의미적	-재질의 친숙성 (천연/합성) -예측 가능한 복잡성 -구조적 안정성 -인지적 안락감	사용자에게 심리적 안정감을 주는 디자인 요소, 재질·표면 감·기초 비례 등 시각·촉각적 단서가 인지적 편안함을 유도

			반복 패턴, 균형 잡힌 형태는 안정 축과 강한 연관성을 가짐.
	반응적	-사용편의성 -신체 지지감 (착각안정성)	실제 사용 상황을 예상하게 하는 상호작용적 단서, 착색 안정감·기능적 반응성은 안정감을 강화함.
2. 자극 (Stimulation)	의미적	-복잡성 수준 -조형적 새로움 (신규성) -시각적 대비/변이	알고리즘 생성디자인 특유의 예측 불가능성, 패턴 변형, 보로노이·L-system 기반 형태 변화가 감각적 자극을 유발. 시각적 관심도를 높이고 심미적 놀라움을 생성.
	반응적	-몰입도(Immersion) -주목성(Attention arousal)	사용자가 시각·인지적 레벨에서 디자인에 집중하도록 유도하는 요소. 복잡하지만 예술적 의미가 구조적으로 전달될 때 자극 축이 강화됨.
3. 지배 (Dominance/Control)	의미적	-자기표현성 -상징성 -형태의 위계감	디자인이 사용자의 정체성 표현과 자아 투영을 가능하게 하는 요소. 독창성·조형적 권위·미학적 강도 등이 자아성취감과 연결됨.
	반응적	-자아성취감 -심리적 효능감 (Competence)	사용자가 디자인을 선택하거나 사용할 때 “나를 돋보이게 한다”는 심리적 감정. 생성디자인의 독창성이 자아 정체성과 결합될 때 지배 축 반응이 강화됨.

## 4. 결론

본 연구는 생성디자인이 단순한 미적, 형태적 산출물을 넘어 사용자 정서와 인지 구조에 어떠한 방식으로 작용하는지 탐색하기 위해, 감성 어포던스(Emotional Affordance) 관점에서 인지적 안락감, 자아 성취감, 복잡성, 예측 가능성 등을 통합적으로 분석하였다. 5개 생성디자인 의자 사례와 101명 대상의 정량 데이터를 결합하여 도출한 핵심 결과는 다음과 같다.

첫째, 조형 복잡성과 예측불가능성은 인지적 안락

감을 유의하게 저해하는 것으로 나타났다. 이는 복잡성이 높은 생성디자인일수록 사용자에게 시지각적 부담과 인지적 긴장감을 유발할 수 있음을 의미한다.

둘째, 자아 성취감은 단순한 안락감의 함수가 아니라 ‘자기표현성·독창성’과 밀접하게 연결되어 있었다. 일부 사례에서는 약간의 불편함에도 불구하고 조형적 차별성이 자아 성취감을 높게 형성하는 경향이 확인되었다.

셋째, 세대별 감성반응 구조는 상이했으며, 특히 연령대별 분석을 보다 세분화한 결과, 10대는 단순하고 안정적인 조형에서, 20대는 안정성에 적당한 독창성이 결합된 형태에서 긍정적 감정 반응이 나타났다. 반면 30대는 조각적·실형적 형식에서 자아 성취감을 강하게 느꼈으며, 40대는 독창적 조형미와 구조적 안정성의 균형을 중시하는 경향이 확인되었다. 이는 세대별로 Limbic Map의 핵심 감성축이 다르게 활성화됨을 보여주고 있으며 생성디자인 사용자 경험(UX)을 연령 기반 감정지도로 이해할 필요성을 보여준다.

본 연구의 의의는 다음 네 가지로 정리할 수 있다.

첫째는 생성디자인 연구에서 ‘감성 어포던스’라는 정서 기반 분석틀 최초 적용한 것이라 할 수 있다.

기존 생성디자인 연구는 구조 최적화 및 형상 생성 알고리즘 등 기술적 측면에 집중되어 있었다. 본 연구는 Gibson-Norman의 어포던스 이론을 ‘감성적 affordance’로 확장하여 사용자의 정서 및 심리와 설계 알고리즘을 연결한 점에서 학술적 기여가 있다.

둘째는 Limbic Map 기반 감정 구조를 생성디자인 분석에 접목한 것이다. 감정 구조 모델(Limbic Map)의 3요인(안정·자극·긴장)을 사례 조형특성과 대응시켜, 감정, 인지, 형태를 통합적으로 해석할 수 있는 이론적 기반을 구축하였다.

셋째는 생성디자인의 ‘예측 가능성·안락감·자기표현성’ 간 상관 구조 실증한 것이라 하겠다. 정량분석(ANOVA, 회귀분석)을 통해 복잡성은 인지적 안락감 감소할 수 있고, 자기표현성이 클수록 자아 성취감이 증가한다는 정서적 메커니즘을 실증적으로 규명하였다.

끝으로 사용자 기반 감성 데이터를 통한 생성디자인 평가 틀을 제시한 것이다. 101명의 응답 데이터를 활용하여 사례별 감성 반응 측, 복잡성, 안락감, 자아 성취감의 상관관계를 밝힘으로써, 디자이너 및 엔지니어가 적용 가능한 평가 기준을 제공하였다.

본 연구의 한계점들을 몇 가지 나열해 보자면, 먼저 이미지 기반 평가의 한계를 들 수 있다.

실제 착색, 촉각, 무게감, 균형감 등을 경험하지 못하고 시각 정보만으로 평가가 이루어져 감성 어포던스의 전부를 측정하지 못했다. 두 번째로 사례 수의 제한적 선정이다. 대표성을 고려해 엄선하였으나, 생성디자인 전반을 일반화하기에는 사례 수가 제한적이다. 세 번째로 감성 변인의 범위 확장이 부족하다는 점을 들 수 있겠다. 안락감, 자아성취감 외에도 기대감, 신뢰감, 친숙성, 몰입감 등의 정서 변인이 추가될 필요가 있다. 네 번째로 자기표현성(자아성취감) 해석의 문화적, 세대적 편차를 들 수 있다. '자아성취감'의 해석이 사회적 맥락(세대, 문화)에 따라 크게 달라질 수 있으나 이를 충분히 반영하지 못하였다.

이러한 한계점을 바탕으로 향후 연구 방향은 VR 및 프로토타입 착색 테스트와 같은 실물 기반 사용자 경험 실험이 추가되어야 할 것이다. 즉, 촉각, 하중, 재질, 균형감 등 오감 기반 감성 어포던스를 측정하는 VR 인터랙션 실험, 실제 프로토타입 착색 테스트, 생체데이터(EEG-GSR) 기반 UX 평가 등으로 확장할 필요가 있다. 또한 생성디자인 복잡성 수치화 알고리즘 적용할 필요가 있다. 형태 복잡성을 Geometry Entropy, Curvature Variation, Fractal Dimension 등으로 정량화하여 감정 반응과 직접적으로 연결하는 연구가 필요해 보인다.

또한 Limbic Map 기반 '감성 지도화' 연구로 확장이 필요해 보인다. "안정-자극-긴장"의 감정 좌표계 위에 사례별 위치를 지정하여 사용자군 별 감정 맵핑, 세대 간 차이 등을 시각화하면 생성디자인의 감정 기반 UX 전략 수립이 가능할 것이다. 또는 자아성취감의 개념적 정교화 과정이 요구된다. 즉, 자아성취감이 '자기표현성', '정체성 확립', '사회적 인정' 등 다층적 구성요소를 가지므로, 향후 연구에서는 이를 구조방정식(SEM)으로 분석할 필요가 있다.

더 나아가 사례 수 확대 및 유형별 비교연구로 질적 완성도를 높일 수 있겠다. 가구, 조명, 모빌리티 등 카테고리별로 생성디자인의 감성 어포던스 차이를 비교하면 디자인 분야별 감정 반응 패턴을 밝힐 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. 진현오(2025), 생성디자인 기반 의자의 감성 어포던스와 사용자 경험 연구, 한국디자인 리서치학회, 35 Vol.10 No.4
2. Arnheim, R. (1974). *Art and Visual Perception*. Berkeley: University of California Press.
3. Barret, L. (2009). 'Constructed Emotion Theory': The Brain's Predictive Process. *Emotion Review*, 1(1)
4. Desmet, P. (2003). A multilayered model of product emotions. *The Design Journal*, 6(2), 4-13
5. Gibson, J. J. (1979). 『The Ecological Approach to Visual Perception』. Boston: Houghton Mifflin.
6. Häusel, H.-G. (2003). *Brain View: Warum Kunden kaufen*. Haufe Verlag.
7. Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. New York: Spon Press.
8. Maslow, A. (1971). *The Farther Reaches of Human Nature*. New York: Viking Press.
- Norman, D. A. (1988). 『The Psychology of Everyday Things』. Basic Books, New York.