형태 파라미터 기반 감성공학 시스템의 감성어휘 층위 공백과 조형 성격 층위의 제안

The Kansei Word Layer Gap in Parameter-Based Kansei Engineering Systems: A Proposal for the Form-Character Layer

이세은*, Danyal Sarfraz, 김정현, 김관명**

Seeun Lee*, Danyal Sarfraz, JoungHyun Kim, KwanMyung Kim**

UNIST 인간중심디자인공학과 석사과정*, 연구원, 석박통합과정, 교수** (*제1저자, **교신저자)

Human-Centered Design and Technology, UNIST: M.S. Student*, Researcher, Integrated M.S.-Ph.D. Student, Professor**

• Keywords: Kansei Engineering System, Kansei Words, Form Character, Form Parameters, Explainability

1. 서론

감성공학은 소비자의 감성을 디자인 요소로 번역하는 기술이며(Nagamachi, 1995), 이를 체계화한 감성공학 시스템(Kansei Engineering System, KES)은 생성형 인공지능과 결합해 감성어휘로 이미지를 생성하거나(예: Chen et al., 2024) 형태 파라미터를 조정한다. 속성을 슬라이더로 조절하는 이미지 편집 도구도 있으나, 적정 강도 범위를 예측하기 어렵고 다른 속성까지 바뀌기도 한다(Jain et al., 2025). 따라서 디자이너에게는 어휘가 어떤 형태 요소를 바꾸는지에 대한 설명이 필요하며, 본 연구는 설명 공백의 원인을 감성어휘에 중간 층위가 없다는 데서 찾는다.

본 연구는 제품 형태에 관한 어휘를 평가가 담긴 감성 인상(L1: *modern*, *luxurious*), 형태를 기술하되 평가 성분이 적은 조형 성격(L2: *rounded*, *simple-complex*), 개별 형태 요소 또는 파라미터(L3: 모서리 반경, 볼록도)의 세 층위로 구분한다. 이는 제품 의미론의 통사와 의미 구분(Warell, 2001) 및 형태 자극과 소비자 반응의 구분(Crilly et al., 2004)을 KES의 어휘 층위로 옮긴 것이다. 형용사의 평가 성분과 기술 성분은 분리될 수 있는데도(Peabody, 1967), 기존 KES는 L2를 따로 두지 않고 인상어에 섞거나 설계 변수로 흡수해 왔다. 그 결과 시스템은 L1을 L3에 바로 이어, 형태가 왜 그 인상을 주는지 설명할 근거를 잃는다.

KES 문헌 41편의 코딩, 디자이너 8명의 단어 평정, 시각언어모델(Vision-Language Model, VLM)의 반복 판정으로 이를 검토하였다. 디자이너 평정에서 L2와 L1을 구별한 척도는 평가성뿐이었고, 평가가 적다고 본 어휘일수록 VLM 판정의 변별력도 높았다. 이에 L2를 중간 층위로 두는 KES 구조를 제안한다.

2. 연구 방법

2-1. 문헌 코딩

OpenAlex 검색으로 제품 외관의 감성과 형태를 연결하는 시스템을 제안한 영어 학술 문헌 41편을 세 시기(1995–2009, 2010–2019, 2020–2026; 각 14, 14, 13편)에서 선정하였다. 각 문헌을 시스템 방향, 형태 표현, 기법, 디자이너에게 주는 결과, 디자이너 참여 여부로 코딩하였다(원문 16편, 초록 25편). 원문에서 어휘 목록을 확인한 15편의 감성어휘 83개는 저자가 기능 및 사용 속성, CMF(Color, Material, Finish), 형태 요소(L3)를 구분한 뒤, 가격, 시대 같은 외부 지식 없이 형태만으로 판정되고 기술 성분이 평가 성분보다 큰 것을 L2, 나머지를 L1로 분류하였다. 타당성은 층위를 모르는 디자이너의 평가성 평정과 대조하였다(3-2).

2-2. 디자이너 판단

디자인 전공자와 실무자 8명(대학원생 3명, 실무 디자이너 1명, 학부생 1명, 그 밖의 디자인 경력자 3명; 디자인 경력 3–20년, 평균 9.4년)이 단어만 제시된 상태에서 중복을 제외한 어휘 74개 각각에 대해 형태 판정 가능성(사진만으로 판단 가능한 정도), 평가성(좋고 나쁨의 평가가 담긴 정도), 실무 사용(크리틱에서 쓰는 정도)을 5점 척도로 평정하고, KES 출력 네 가지의 유용성 순위를 매겼다. 참여자 간 일치도는 급내상관계수(Intraclass Correlation Coefficient) ICC(2,k)로, 층위 간 차이는 어휘 단위의 Mann-Whitney U 검정(Holm 보정)으로 분석하였다.

2-3. VLM 판정 실험

가전제품 이미지 18장(그레이스케일)을 VLM(Google gemini-3.5-flash-lite)이 어휘 74개에 대해 5점 척도로 판정하도록 하고, 어휘 제시 순서를 매번 섞는 조건과 고정하는 조건(temperature 0, 각 5회)으로 조건당 90회, 총 180회 반복하였다. 어휘별 반복 간 일치도 ICC(1,1)과 이미지 간 변별력(이미지별 평균의 SD)을 층위별로 비교하고, 디자이너 평정과 어휘 단위로 연결하였다.

3. 결과

3-1. 문헌 분석

세 시기에 걸쳐 생성형 인공지능을 사용한 문헌은 0편, 2편, 9편으로 증가하였다. 반면 형태 요소별 조정 근거를 명시한 문헌은 2편뿐이었고(예: Huang & Ye, 2025), 디자이너가 시스템과 상호작용하는 연구는 참여 여부가 확인된 30편 가운데 시기별로 8편 중 7편, 11편 중 4편, 11편 중 3편이었으며, 디자이너가 결과를 검증한 연구는 2편이었다(예: Chen et al., 2024). 감성어휘 83개 중 L1이 43개(52%), L2가 25개(30%)였고, L3는 어휘가 아니라 설계 변수로만 다루어졌다. L2의 68%(17/25)는 단순함과 복잡함, 가벼움과 무거움의 두 축에 집중되었고 형상이나 자세를 나타내는 어휘는 드물었다. 즉 KES는 L2를 따로 두지 않은 채 L1 어휘를 L3 요소에 잇고 있다.

3-2. 디자이너의 판단

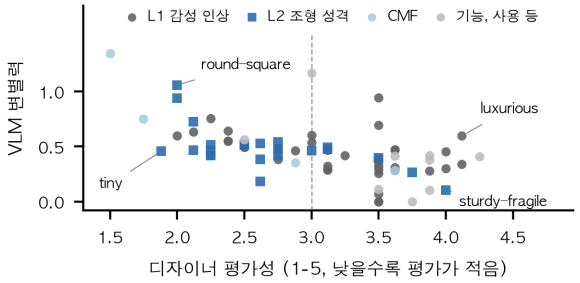
어떤 어휘에 평가가 담기는지에 대한 판단은 참여자 간에 일치하였다(ICC(2,k) = .74). 형태만으로 판정할 수 있는지는 참여자 간 일치가 없었고(ICC(2,k) = .00) 평균도 고르게 높아(3.0에서 4.4) 어휘를 구별하는 기준으로 쓰지 않았다. 평가성은 L2가 L1보다 유의하게 낮았다(평균 2.66과 3.15, Holm 보정

이 연구는 2025 년도 산업통상자원부 및 한국산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(RS-2025-04752997)

p = .018, r = −.45; 응답 품질 표시 3명 제외 시 p = .023). 반면 형태 판정 가능성(p = .63)과 실무 사용(L2 3.6, L1 3.5, $p > .9$)은 층위를 구별하지 못했다. 디자이너가 평가가 적다고 본 어휘(평가성 평균이 척도 중점 3 이하)는 37개로, 코딩된 L2 22개 중 17개를 포함하지만 나머지 20개는 대부분 L1이었다(κ = .32). 평가성 기준만으로는 L2를 확정할 수 없다. KES의 출력으로는 요소 조합 추천(평균 순위 1.5)과 요소별 조정 근거(2.5)가 감성 점수(2.9)와 생성 이미지(3.1)를 앞서는 경향을 보였다 (Friedman p = .062).

3-3. VLM 판정과 디자이너 평가성

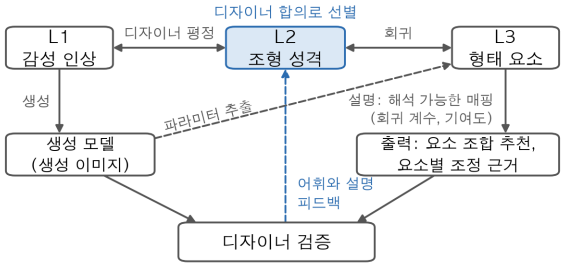
어휘 순서를 섞으면 같은 이미지에 대한 VLM 점수가 반복마다 크게 달라졌고(일치도 중앙값 L2 .47, L1 .36), 순서를 고정하면 .73, .71로 올라갔다(어휘별 Wilcoxon $p < .001$, 일치도 산출 불가 3개를 제외한 71개 중 63개 상승). 고정 조건에서도 5회 응답이 모두 같은 이미지는 없었으며, 층위 간 차이는 어느 조건에서도 없었다(섞음 조건 p = .62). 디자이너 평가성이 낮은 어휘일수록 VLM 판정의 변별력이 높았고(고정 조건, Spearman ρ = −.61, n = 74, $p < .001$) 반복 일치도도 높았다(ρ = −.45). 형태 판정 가능성은 참여자 간 일치가 없어 관계를 판단할 수 없었고, 실무 사용은 VLM 판정과 상관이 없었다(ρ = .05; [그림 1]).



[그림 1] 디자이너 평가성과 VLM 변별력(어휘 74개, ρ = −.61; 점선은 평가성 척도 중점 3)

4. 조형 성격 층위(L2)를 둔 2단 매핑 구조의 제안

문헌의 L2 공백은 별도 층위의 필요를, 평가성만이 L1과 L2를 구별한 디자이너 결과는 선별 기준을, 평가성과 VLM 변별력의 관계는 L2 어휘의 형태 변별력을 뒷받침한다. 다만 이는 어휘 수준의 근거이며, L2를 거친 매핑이 직접 매핑보다 설명 가능성을 높이는지는 검증할 가설이다. 이에 L1, L2, L3를 차례로 잇는 2단 매핑을 제안한다([그림 2]). 생성 이미지에서 추출한 형태 파라미터를 L3 값으로 넣으면, L2와 L3를 잇는 회귀 매핑을 거꾸로 읽어 조정 방향을 계수에서 얻을 수 있다. 따라서 차세대 KES는 세 가지를 갖추어야 한다. 첫째, 현업 담론에서 모은 후보를 평가성으로 거르고, 이미지와 정의를 함께 제시해 디자이너 합의로 확정한 L2 어휘이다. 둘째, 해석 가능한 매핑과 생성 모델의 분담이다. 셋째, 산출된 설명에 대한 디자이너 검증이다. 평가성 기준을 코딩된 L2 어휘에 적용하면 첫 판본 17개가 남으며 ([그림 2]), 형상, 자세, 일체성 축은 각 2개에 그친다.



[그림 2] 제안 구조. L2 첫 판본 17개: 형상 round-square, rounded-rigid; 단순과 복잡 simple-complex, simple-delicate, exaggerated-plain; 무게와 견고함 lightweight-heavy, heavy, strong, tough, tough-soft, flexible-cumbersome; 일체성 integral-piecemeal, integral-fragmented; 자세와 동세 dynamic-stable, aerodynamic; 기타 soft, tiny

5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 KES의 설명 공백을 L1 어휘가 L3에 바로 이어지는 구조에서 찾고 조형 성격(L2) 층위를 제안하였다. 인상어와 설계 변수만 쓰던 기존 KES와 달리 평가가 적은 형태 기술어를 별도 층위로 분리하고 그 선별 기준(평가성)을 제시한 점이 학술적 기여이며, L2 첫 판본 17개와 VLM 평정 시 어휘 순서 통제의 필요는 실무적 기여이다. 본 연구에서 확인된 것은 문헌의 L2 공백, 평가성에 의한 L1과 L2의 구별, 평가성과 VLM 변별력의 관계까지이며, 2단 매핑의 설명 효과와 VLM 판정의 타당도는 검증하지 않았다. 층위 분류는 저자 코딩이고(디자이너 평가성과 κ = .32), 자료는 문헌 15편, 디자이너 8명, 단일 VLM과 그레이스케일 이미지 18장에 한정된다. 후속 연구에서는 디자이너 합의로 L2를 확정하고, 2단 매핑 KES 프로토타입을 직접 매핑과 비교해 복수의 평정자와 모델로 검증하고자 한다.

참고문헌

- Chen, L., Jing, Q., Tsang, Y., Wang, Q., Liu, R., Xia, D., Zhou, Y., & Sun, L. (2024). AutoSpark: Supporting automobile appearance design ideation with Kansei engineering and generative AI. In *Proceedings of the 37th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '24)* (pp. 1–19). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3654777.3676337
- Crilly, N., Moultrie, J., & Clarkson, P. J. (2004). Seeing things: Consumer response to the visual domain in product design. *Design Studies*, *25*(6), 547–577. https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.03.001
- Huang, Z., & Ye, L. (2025). Fusion of rough set theory, genetic algorithm-backpropagation neural networks and Shapley additive explanations for the design of bamboo furniture. *BioResources*, *20*(3), 7107–7133. https://doi.org/10.15376/biores.20.3.7107-7133
- Jain, R., Goel, A., Niinuma, K., & Gupta, A. (2025). AdaptiveSliders: User-aligned semantic slider-based editing of text-to-image model output. In *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)* (pp. 1–27). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3706598.3714292
- Nagamachi, M. (1995). Kansei engineering: A new ergonomic consumer-oriented technology for product development. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *15*(1), 3–11. https://doi.org/10.1016/0169-8141(94)00052-5
- Peabody, D. (1967). Trait inferences: Evaluative and descriptive aspects. *Journal of Personality and Social Psychology*, *7*(4, Pt. 2), 1–18. https://doi.org/10.1037/h0025230
- Warell, A. (2001). *Design syntactics: A functional approach to visual product form theory, models, and methods* [Doctoral dissertation, Chalmers University of Technology].