

방문객 피드백의 공간 및 서비스 디자인 요구사항 전환을 위한 NLP 프레임워크: 팩토리 투어 사례 연구

An NLP Analysis Framework for Transforming Factory Tour Visitor Feedback into Spatial and Service Design Requirements

주 저 자 : 염주선 (Yum, Joosun)	한국과학기술원 문화기술대학원 박사과정
공 동 저 자 : 손정호 (Sohn, Jungho)	한국과학기술원 항공우주공학과 연수연구원
공 동 저 자 : 이지현 (Lee, Ji-Hyun)	한국과학기술원 문화기술대학원 교수
교 신 저 자 : 임경태 (Lim, KyungTae)	한국과학기술원 문화기술대학원 조교수 ktlim@kaist.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2026.3.566>

접수일 2026. 08. 20. / 심사완료일 2026. 08. 28. / 게재확정일 2026. 09. 07. / 게재일 2026. 09. 30.

이 연구는 2026년도 산업통상자원부 및 한국산업기술기획 평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임
(RS-2025-05802968)

이 논문은 2025년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음
(RS-2025-00517587)

이 연구는 데이터사이언스융합인재양성사업 연구비 지원에 의한 연구임
(RS-2022-NR068758)

Abstract

Factory tours collect rich qualitative visitor feedback, but translating such narratives into actionable design insights remains difficult. This study proposes a human-in-the-loop NLP framework that combines BERTopic, sentiment analysis, ABSA, and Customer Voice Table (CVT)-based interpretation. Using interview data from 102 visitors to a factory tour in Taiwan, the framework identifies recurring themes and visitor needs across 21 tour subareas, discovers higher-level experience aspects, and evaluates visitor perceptions. The analysis reveals key needs related to interpretive support, information accessibility, and experiential interactivity. Entrance visibility, information presentation, and venue size were major sources of dissatisfaction, while educational and interactive activities contributed positively. The framework translates these findings into structured visitor needs and design-relevant priorities, offering a practical workflow for experience evaluation in industrial tourism.

Keyword

Factory Tour(팩토리 투어), Visitor Experience(방문객 경험), BERTopic(버트토픽), Sentiment Analysis(감정분석), Customer Voice Table(고객의 소리 표)

요약

팩토리 투어는 풍부한 정성적 방문객 피드백을 수집할 수 있는 공간이지만, 이러한 서술형 데이터를 실질적인 공간 및 서비스 디자인 인사이트로 전환하는 작업은 여전히 어려운 과제로 남아 있다. 본 연구는 버트토픽(BERTopic), 감정 분석, 속성 기반 감정 분석(ABSA), 그리고 고객의 소리 표(Customer Voice Table, CVT) 기반 해석을 결합한 휴먼인더루프(Human-in-the-Loop) NLP 프레임워크를 제안한다. 대만의 한 팩토리 투어를 방문한 102명의 인터뷰 데이터를 활용하여, 본 프레임워크는 21개의 투어 하위 구역에 걸쳐 반복적으로 나타나는 주제와 방문객 요구를 식별하고, 보다 상위 수준의 경험 속성을 도출하며, 방문객의 인식을 평가한다. 분석 결과, 해석적 지원, 정보 접근성, 체험적 상호작용성과 관련된 핵심 요구가 드러났다. 입구의 가시성, 정보 제시 방식, 전시 공간의 규모는 주요 불만족 요인으로 나타난 반면, 교육적·체험적 활동은 긍정적인 평가에 기여하였다. 본 프레임워크는 이러한 발견을 구조화된 방문객 요구와 공간 및 서비스 디자인 우선순위로 전환함으로써, 산업 관광 분야에서 경험을 평가하는 실용적인 워크플로우를 제시한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경
- 1-2. 연구 목적 및 방법

2. 이론적 배경

- 2-1. 사용자 요구 도출을 위한 고급 토픽 모델링
- 2-2. 맥락 기반 감정 분석과 심리적 욕구 식별
- 2-3. 연구의 차별점

3. 데이터셋

- 3-1. 연구 현장
- 3-2. 데이터셋 개요
- 3-3. 하위 구역별 인터뷰 데이터셋
- 3-4. 전체 경험 데이터셋

4. 연구 방법

- 4-1. 하위 구역 단위 요구 식별
- 4-2. 경험 속성 발견 및 평가

5. 연구 결과

- 5-1. 하위 구역 단위 요구 식별 결과
- 5-2. 경험 속성 발견 및 평가 결과

1. 서론

1-1. 연구 배경

팩토리 투어는 산업 생산, 교육, 관광을 결합한 체험형 관광지로 자리 잡아 왔다. 이러한 산업 관광은 일반 대중이 생산 현장을 사적 공간과 공적 체험이 만나는 지점으로 경험하도록 한다는 점에서도 주목받고 있다.¹⁾²⁾ 이러한 방문객 경험을 개선하기 위해 다수의 공장 투어 운영 주체는 인터뷰, 설문, 방문 후기 등을 통해 정성적 피드백을 수집하고 있다.³⁾⁴⁾ 이러한 피드백은 방문객의 인식과 기대에 대한 유의미한 통찰을 담고 있지만, 방대한 양의 서술형 데이터를 분석하는 작업은 여전히 시간이 많이 소요되고 확장하기 어려운 과제로 남아 있다.

최근 자연어처리(NLP) 기술의 발전은 토픽 모델링과 감정 분석을 통해 사용자 생성 텍스트에 대한 자동화된 분석을 가능하게 하였다. 이러한 접근법은 반복적으로 나타나는 주제와 방문객 평가를 식별할 수 있지만, 대체로 서술적 수준의 인사이트에 머무르는 한계가 있다. 그러나 기존 NLP 기반 방법론은 이러한 서술적 수

- 1) Frew, E. A., Industrial Tourism: A Conceptual and Empirical Analysis, Victoria University, Ph.D. Dissertation, 2006
- 2) Ongaar, A., Industrial Tourism: Where the Public Meets the Private, ERIM Ph.D. Series Research in Management, Erasmus University Rotterdam, Ph.D. Dissertation, 2010
- 3) Tsai, C.-H., Peng, Y. J., Wu, H.-H., 'Evaluating Service Process Satisfaction of a Tourism Factory—Using Brands' Health Museum as an Example', IEEE, 2012 6th International Conference on New Trends in Information Science, Service Science and Data Mining (ISSDM2012), 2012. 10., pp.244–247
- 4) Yeh, T.-M., Chen, S.-H., Chen, T.-F., 'The Relationships among Experiential Marketing, Service Innovation, and Customer Satisfaction—A Case Study of Tourism Factories in Taiwan', MDPI, Sustainability, Vol.11, No.4, 2019, p.1041

6. 결론

참고문헌

준의 발견을 설계 가능한 요구사항으로 전화하는 체계적인 절차를 갖추지 못하고 있으며, 이로 인해 방문객 피드백 분석과 실제 디자인 실행 사이에는 여전히 간극이 남아있다. 팩토리 투어와 같이 공간, 전시, 서비스가 밀접하게 얽혀있는 체험형 현장에서는 이러한 간극이 더욱 두드러지며, 정성적 피드백으로부터 실행 가능한 디자인 요구사항을 체계적으로 도출할 수 있는 프레임워크가 요구된다.

1-2. 연구 목적 및 방법

이러한 격차를 해소하기 위해 본 연구는 정성적 방문객 피드백을 구조화된 공간 및 서비스 디자인 지식으로 전환하는 휴먼인더루프 NLP 프레임워크를 제안한다. 본 프레임워크는 버트토픽 기반 토픽 발견, 감정 분류, 속성 기반 감정 분석(ABSA), 그리고 고객의 소리 표(CVT) 기반 요구 해석을 통합한다. 대만의 한 팩토리 투어에서 수집된 인터뷰 데이터를 활용하여, 본 프레임워크는 투어 하위 구역별 방문객 요구를 식별하고, 보다 상위 수준의 경험 속성을 도출하며, 해당 속성에 대한 방문객의 인식을 평가한다.

본 연구의 기여는 다음 세 가지로 요약된다. 첫째, 방문객 경험을 분석하기 위한 통합적 NLP 워크플로우를 제안한다. 둘째, 방문객의 서술형 데이터가 어떻게 실행 가능한 공간 및 서비스 디자인 요구사항으로 구조화될 수 있는지를 보여준다. 셋째, 산업 관광 및 경험 디자인 분야에서 NLP 기법의 실질적 적용을 보여주는데 실제 사례 연구를 제시한다.

2. 이론적 배경

2-1. 사용자 요구 도출을 위한 고급 토픽 모델링

토픽 모델링은 비정형 텍스트 데이터로부터 사용자의 잠재적 요구를 도출하기 위해 빈도 기반 통계적 추정에서 맥락을 고려하는 딥러닝 기반 표상 방식으로 발전해 왔다. 전통적인 요구공학 영역에서는 잠재 디리

클레 할당(LDA)이 사용자 관심사를 파악하고 이를 품질기능전개(QFD)나 카노(KANO) 모델과 같은 구조적 프레임워크에 매핑하는 데 널리 활용되어 왔다.

예를 들어 Özdağoğlu 등은 LDA와 QFD를 결합하여 온라인 제품 리뷰를 종합하고 고객의 소리(Voice of Customer) 정제 과정을 효율화한 프레임워크를 제안하였다.⁵⁾ 유사하게 Zhang 등은 협업 필터링과 퍼지 카노 모델을 결합하여 소비자 선호 패턴에 기반한 제품 속성을 분류하였다.⁶⁾ 교육 분야에서는 김세영이 LDA 기반 토픽 모델링을 활용하여 AI 기반 개인화 학습에 관한 국내외 연구 동향을 분석함으로써, 데이터 기반 분석이 디지털 교육학의 패러다임 변화를 어떻게 조망할 수 있는지를 보여주었다.⁷⁾

그러나 전통적인 LDA는 짧고 노이즈가 많으며 언어적으로 모호한 사용자 생성 콘텐츠(UGC)의 맥락적 의존성을 포착하는 데 본질적인 한계를 지닌다. 이러한 한계를 극복하기 위해 등장한 것이 버트토픽(BERTopic)으로, 밀집 문장 임베딩과 계층적 밀도 기반 군집화(HDBSCAN)를 활용하는 비지도 학습 기법이다. Saoualih 등은 감정 유도형 버트토픽 텍스트 마이닝 기법을 모로코 문화유산 박물관에 대한 트립어드바이저 리뷰에 적용하여 언어 장벽, 큐레이션 비효율성과 같은 구조적 경험 격차를 성공적으로 도출하였다.⁸⁾

소매-유통 부문에서는 황지선과 강주영이 버트토픽과 SHAP 기반의 설명 가능한 심층신경망(DNN)을 결합하여 백화점 고객 경험의 핵심 속성을 도출하고, 데이터 기반 전략 수립에 실질적인 시사점을 제공하였다.

- 5) Özdağoğlu, G., Kapucugil-İlkiz, A., Celik, A. F., 'Topic Modelling-Based Decision Framework for Analysing Digital Voice of the Customer', Taylor & Francis, Total Quality Management & Business Excellence, Vol.29, No.13-14, 2018
- 6) Zhang, J., Chen, D., Lu, M., 'Combining Sentiment Analysis with a Fuzzy Kano Model for Product Aspect Preference Recommendation', IEEE, IEEE Access, Vol.6, 2018
- 7) 김세영, 'AI 기반 개인화 학습에 관한 국내외 연구 동향 분석: TF-IDF 분석과 토픽모델링 활용', 한국정보교육학회, 정보교육학회논문지, Vol.27, 2023, pp.453-455
- 8) Saoualih, A., Shen, S., Safaa, L., Su, Y., 'A Thematic Investigation of Tourist Experiential Gaps in Moroccan Cultural Heritage Museums Using a Sentiment-Guided BERTopic Text Mining Approach', Taylor & Francis, Tourism Recreation Research, 2025.

다.⁹⁾ 또한 Sutherland와 Kiatkawsin은 대규모 에어비앤비 데이터셋으로부터 밀도 기반 알고리즘을 이용해 43개의 세부 고객 경험 토픽을 추출함으로써, 고해상도 토픽 모델링이 전통적인 거시적 설문으로는 포착하기 어려운 세밀한 사용자 선호를 드러낼 수 있음을 보여주었다¹⁰⁾.

2-2. 맥락 기반 감정 분석과 심리적 욕구 식별

주제 발견을 보완하는 차원에서, 감정 분석은 텍스트 기반 커뮤니케이션에서 나타나는 사용자 태도와 감정적 강도를 해석하는 중요한 진단 도구로 기능한다. 최근 연구들은 구조적 토픽 모델링이 맥락 의존적 감정 극성 분류와 결합될 때 사용자 요구 도출의 질적 깊이가 크게 향상됨을 강조한다.

예컨대 Liu 등은 버트토픽과 RoBERTa를 결합하여 자동차 관련 UGC를 마이닝함으로써, 이중 모델 프레임워크가 다양한 기능적 속성에 걸친 미묘하고 다층적인 감정 변화를 정밀하게 포착할 수 있음을 입증하였다¹¹⁾. 비교 시스템 분석에서는 Gu와 Noh가 버트토픽과 RoBERTa를 이용해 AI 기반 언어학습 애플리케이션을 분석하여, 핵심 교육 콘텐츠보다 서비스 운영 품질이 사용자 만족도에 더 큰 영향을 미치는 경우가 많음을 밝혔다.¹²⁾

2-3. 연구의 차별점

기존의 토픽 모델링 및 감정 분석 연구는 대부분 짧은 온라인 리뷰에 초점을 맞추어 서술적 요약을 도출

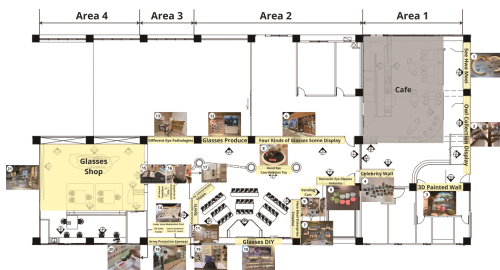
- 9) 황지선, 강주영, 'BERTopic과 IPA 분석을 활용한 오프라인 매장 고객 경험에 관한 연구', 한국지능정보시스템학회, 지능정보연구, Vol.31, No.2, 2025
- 10) Sutherland, I., Kiatkawsin, K., 'Determinants of Guest Experience in Airbnb: A Topic Modeling Approach Using LDA', MDPI, Sustainability, Vol.12, No.8, 2020, p.3402
- 11) Liu, Y., Zhang, D., Wan, Q., Lin, Z., 'Innovative Mining of User Requirements through Combined Topic Modeling and Sentiment Analysis: An Automotive Case Study', Sensors, Vol.25, No.6, 2025
- 12) 구현지, 노미진, 'BERTopic과 감정 분석을 활용한 AI 기반 언어 학습 앱의 사용자 인식 비교 분석', 한국정보시스템학회, 정보시스템연구, Vol.34, No.4, 2025, pp.1-22

하는 데 그치며, 디자인 요구사항으로까지 이어지지는 못하는 경우가 많다. NLP 결과물이 전문가의 해석과 결합되어 구체적인 공간 및 서비스 디자인 의사결정을 지원하는 방식을 보여주는 연구는 아직 드물다. 본 연구는 이러한 공백을 메우기 위해 방문객 인터뷰, 토픽 발견, 속성 수준 감정 집계, 그리고 CVT 기반 요구사항 생성을 실제 팩토리 투어 사례를 통해 연결하는 휴먼인더루프 워크플로우를 제안한다.

3. 데이터셋

3-1. 연구 현장

본 연구는 대만에 위치한, 광학 렌즈 제조와 방문객 교육을 전문으로 하는 화메이 팩토리 투어 현장에서 수행되었다. 해당 시설은 제품 전시, 교육용 전시물, 체험형 공간, 가이드 투어 활동을 포함한 21개의 투어 하위 구역으로 구성되어 있다. 방문객 피드백은 투어 종료 후 진행된 반구조화 인터뷰를 통해 수집되었으며, 총 102명의 방문객이 연구에 참여하였다.



[그림 1] 화메이 팩토리 투어 현장의 21개 하위구역

3-2. 데이터셋 개요

분석을 위해 두 종류의 상호 보완적인 데이터셋이 구축되었다. 첫 번째 데이터셋은 21개의 특정 하위 구역과 연관된 방문객 응답을 포착하였으며, 두 번째 데이터셋은 전체 투어 경험에 대한 방문객의 종합적인 소감을 담고 있다.

모든 인터뷰 응답은 중국어(번체)로 수집되었다. 광범위하게 검증된 영어 기반 NLP 모델을 활용하기 위해, 응답은 분석 이전에 영어로 번역되었다. 토픽 모델링, 감정 분석, 요구사항 추출은 번역된 말뭉치를 대상으로 수행되었으며, 원문 중국어 응답은 해석 및 검증 단계에서 참고용으로 보존되었다.

번역은 연구자가 직접 수행하였다. 구글 번역(Google Translate)과 DeepL을 활용하여 각각 초벌 번역을 생성한 후, 두 번역 결과를 대조하여 상이하게 번역된 표현을 식별하였으며, 원문 중국어 맥락을 참고하여 최종 번역을 확정하였다. 번역에 모호하거나 여러 해석이 가능한 표현은 원문을 함께 보존하여 이후 해석 및 검증 단계에서 참고하였다.

3-3. 하위 구역별 인터뷰 데이터셋

첫 번째 데이터셋은 개별 하위 구역에서 수집된 방문객 응답으로 구성된다. 인터뷰 과정에서 참여자들은 방문 중 가장 만족스러웠던 최대 3개의 하위 구역과 가장 불만족스러웠던 최대 3개의 하위 구역을 선택하도록 요청받았다. 응답은 해당 하위 구역에 수기로 매칭되었으며, 긍정 또는 부정 감정에 따라 분류되었다. 해당 데이터셋은 총 612건의 방문객 발화로 구성되었으며, 분석을 위해 655개의 문장으로 세분화되었다. 21개 투어 하위 구역에 걸친 응답 분포는 균일하지 않는데, 이는 방문객의 참여도와 상호작용 기회의 차이를 반영한다. 이 데이터셋은 하위 구역 단위의 토픽 발견 및 방문객 요구 식별에 활용되었다.

3-4. 전체 경험 데이터셋

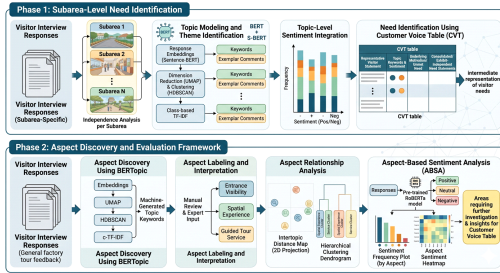
두 번째 데이터셋은 방문객의 전체 경험, 소감, 제안을 포착하는 투어 종료 후 인터뷰 응답으로 구성된다. 하위 구역 단위 데이터셋과 달리, 이 응답들은 팩토리 투어 경험 전반에 대한 총체적 평가를 제공하며, 경험 속성 발견, 속성 기반 감정 분석(ABSA), 요구사항 추출에 활용되었다. 총 141건의 방문객 발화가 수집되었으며, 문장 분할 이후 220개의 문장이 분석 단위로 활용되었다. 일부 방문객이 전체 경험에 대한 추가 의견을 제공하지 않았기 때문에, 이 데이터셋의 응답 수는 전체 참여자 102명보다 적게 나타났다.

4. 연구 방법

본 연구는 제안된 워크플로우의 각 단계가 실제 방문객 데이터에서 유효하게 작동함을 보이기 위한, 단일 현장 기반의 실험가능성(Feasibility) 검증 연구로 설계되었다.

본 연구의 전체 워크플로우는 두 단계로 구성된다. 프레임워크는 먼저 하위 구역별 피드백을 분석하여 국

지적인 방문객 요구를 식별하고, 이후 투어 종료 후 피드백을 분석하여 보다 폭넓은 경험 속성과 감정 기반 개선 우선순위를 도출한다. 응답은 Sentence-BERT를 이용해 임베딩되고, UMAP으로 차원 축소되며, HDBSCAN으로 군집화된 뒤, c-TF-IDF 키워드로 요약되었다.¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾



[그림 2] Human-in-the-loop NLP 워크플로우 개요

4-1. 하위 구역 단위 요구 식별

4-1-1. 토픽 모델링 및 주제 식별

버트토픽은 각 투어 하위 구역의 응답에 개별적으로 적용되었다. 응답은 Sentence-BERT로 임베딩되고, UMAP으로 차원이 축소되며, HDBSCAN으로 군집화 되고, c-TF-IDF 키워드로 요약되었으며(버트토픽 기법), 이후 해석을 위해 대표 키워드와 대표 코멘트가 보존 되었다. 버트토픽은 밀집 문장 임베딩과 계층적 밀도

기반 군집화를 활용하는 비지도 학습 기반의 클래스별 TF-IDF 토픽 모델링 기법이다.

재현 가능성을 높이기 위해 구체적인 파라미터를 명시하면, 임베딩에는 [“all-MiniLM-L6-v2”]를 사용하였으며, 차원 축소에는 UMAP ([n_neighbors= min(15, max(10, n-1)), n_components= 5, min_dist= 0.1] 설정), 군집화에는 HDBSCAN([min_cluster_size= int(round(n_docs * 0.15)), metric= “euclidean”] 설정)을 적용하였다.

4-1-2. 토픽 수준 감정 통합.

앞선 토픽 모델링을 보완하기 위해, 감정 분석 단계에서 얻어진 감정 라벨을 식별된 토픽에 결합하였다. 각 답변 주제와 연관된 평가적 경향을 특징짓기 위해 토픽 빈도와 감정 분포를 산출하였다. 이러한 통합을 통해 빈번하게 논의되면서 긍정 또는 부정 평가와 연관된 토픽을 식별할 수 있었다.

4-1-3. 고객 소리 표(CVT)를 활용한 요구 식별.

토픽 모델링이 반복되는 답변 주제를 드러내기는 하지만, 도출된 토픽 자체가 방문객 요구를 직접적으로 대변하지는 않는다. 따라서 식별된 토픽과 대표 응답은 고객의 소리 표(CVT) 프레임워크를 이용해 분석되었다.¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾

- 13) Reimers, N., Gurevych, I., 'Sentence-BERT: Sentence Embeddings Using Siamese BERT-Networks', Association for Computational Linguistics, Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP), 2019. 11., pp.3982-3992
- 14) McInnes, L., Healy, J., Melville, J., 'UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction', arXiv, arXiv:1802.03426, 2018
- 15) Campello, R. J. G. B., Moulavi, D., Sander, J., 'Density-Based Clustering Based on Hierarchical Density Estimates', Springer, Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2013. 04., pp.160-172
- 16) Grootendorst, M., 'BERTopic: Neural Topic Modeling with a Class-Based TF-IDF Procedure', arXiv, arXiv:2203.05794, 2022

- 17) Chaplin, E., Bailey, M., Crosby, R., et al., 'Using Quality Function Deployment to Capture the Voice of the Customer and Translate It into the Voice of the Provider', Joint Commission Resources, The Joint Commission Journal on Quality Improvement, Vol.25, No.6, 1999
- 18) Mazur, G., 'Voice of the Customer (Define): QFD to Define Value', American Society for Quality, Proceedings of the 57th American Quality Congress, 2003, pp.1-7
- 19) Mazur, G. H., 'Delighting Customers with Quality Function Deployment: Voice of Customer Meets Voice of Process', QFD Institute, Transactions from the 14th International Symposium on QFD, 2008
- 20) Mazur, G. H., 'Quality Function Deployment: Voice of Customer Meets Voice of Process', American Society for Quality, The Journal for Quality and Participation, Vol.37, No.4, 2015, p.24

고객의 소리 표는 품질기능전개(QFD)의 초기 단계에서 고객의 발화를 설계 가능한 요구로 전환하기 위해 활용되어 온 대표적 도구이다. 대표 방문객 진술을 검토하여 방문객 서사에 내재된 동기, 기대, 미충족 요구를 파악하였으며, 여러 토픽에서 공통적으로 나타나는 요구는 통합되어 간결하고 전시 독립적인 요구 진술로 재구성되었다. 이렇게 도출된 요구 집합은 정성적 방문객 경험과 요구사항 지향적 해석 사이의 중간 표상으로서 기능하였다.

CVT 기반 요구 해석은 QFD 방법론에서 표준적으로 요구되는 절차에 따라, 해당 분야에 대한 이해를 갖춘 연구자가 직접 대표 방문객 진술을 검토하고 이를 설계 가능한 요구 진술로 번역하는 방식으로 수행되었다. 이는 CVT가 본질적으로 고객의 소리를 전문가적 해석을 거쳐 고객의 니즈로 전환하는 절차라는 점에서, 도출된 요구사항이 방문객 발화에 대한 전문가적 해석을 통해 검증된 결과임을 의미한다.

4-2. 경험 속성 발견 및 평가

4-2-1. 버트토픽을 활용한 경험 속성 발견

동일한 버트토픽 파이프라인이 투어 종료 후 인터뷰에 적용되어 보다 상위 수준의 방문객 경험 속성을 식별하였다. 도출된 토픽 군집은 수작업 라벨링과 감정 집계를 위한 후보 속성으로 취급되었다.

4-2-2. 경험 속성 라벨링 및 해석

각 토픽은 키워드와 대표 응답에 근거하여 수작업으로 라벨링되어 사람이 해석 가능한 경험 속성으로 정리되었다. 속성 간 관계를 살펴보기 위해 버트토픽의 인터토픽 거리 시각화와 토픽 임베딩에 대한 계층적 군집화를 활용하였다. 토픽 라벨링 및 CVT 기반 요구사항 도출은 주저자가 수행하였으며, 공동저자들이 도출된 라벨과 요구사항의 타당성 및 일관성을 검토하였다. 검토 과정에서 발견된 이견은 논의를 통해 조정되었으며, 최종 라벨 및 요구사항 목록은 저자 간 합의를 거쳐 확정되었다.

4-2-3. 경험 속성 기반 감정 분석

식별된 경험 속성에 대한 방문객 인식을 평가하기 위해 속성(Aspect) 기반 감정 분석을 수행하였다. 세분화된 각 문장은 해당 토픽에 대응하는 속성에 할당되었으며, 이후 사전학습된 RoBERTa 기반 감정 분류 모

델을 이용해 긍정·중립·부정으로 감정 극성을 예측하였다. 속성 수준에서 감정 빈도를 집계하여 감정-속성 행렬을 구성하였으며, 빈도 그래프와 히트맵으로 시각화하여 속성 간 비교와 추가 조사가 필요한 영역 식별을 지원하였다.

5. 연구 결과

5-1. 하위 구역 단위 요구 식별 결과

5-1-1. 하위 구역 전반에 걸친 주제 발견

21개 투어 하위 구역 각각의 응답에 버트토픽을 독립적으로 적용한 결과, 다양하고 반복적인 방문객 경험 주제가 드러났다. 단일한 전역적 토픽 구조를 산출하기 보다, 하위 구역 단위 분석은 개별 전시물의 맥락적 특성을 보존하면서 방문객 경험에 대한 국지적 해석을 가능하게 하였다.

도출된 토픽은 정보 접근성, 전시 가시성, 교육적 가치, 상호작용성, 제품 체험, 가이드 해설 등 폭넓은 관심사와 기대를 반영하였다. 일부 하위 구역은 학습 및 지식 습득과 관련된 주제를 형성한 반면, 다른 하위 구역은 참여, 몰입, 또는 전시 내용 이해의 어려움에 관한 논의로 특징지어졌다.

5-1-2. 주제별 감정 특성 분석

감정 정보를 식별된 토픽에 통합한 결과, 서로 다른 경험 주제에 대한 방문객 평가에서 상당한 편차가 드러났다. 긍정적 감정은 교육 콘텐츠, 체험형 활동, 제품 시연, 상호작용 기회와 빈번하게 연관되었다. 반면 부정적 감정은 불충분한 설명, 제한적인 상호작용성, 과도한 텍스트 정보, 전시 내용 이해의 어려움과 관련된 토픽에 집중되었다. 일부 토픽은 공간적 제약과 체험적 요소 부족에 대한 우려도 함께 반영하였다.

5-1-3. CVT 분석 기반 방문객 요구 사항 파악

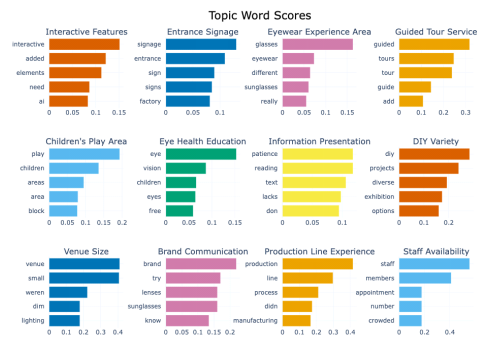
하위 구역 단위 분석의 마지막 단계는 토픽 수준의 방문객 피드백을 실행 가능한 방문객 요구로 전환하는데 초점을 맞추었다. 버트토픽으로 식별된 각 토픽에 대해 긍정·부정 응답 각각에서 3개의 대표 방문객 코멘트를 선정하여 CVT 분석의 입력값으로 활용하였다. 그 결과 보다 명확한 해석적 지원, 강화된 정보 접근성, 증대된 체험적 상호작용성, 강화된 교육적 몰입, 그리

고 보다 능동적인 참여 기회에 대한 요구 등 여러 반복적인 요구가 식별되었다. 이러한 요구는 특정 전시의 결합이 아닌 방문객의 의도를 나타내는 간결하고 전시 독립적인 진술로 재구성되었다.

5-2. 경험 속성 발견 및 평가 결과

5-2-1. 발견된 방문객 경험 속성

버트토픽은 팩토리 투어 종료 후 인터뷰로부터 입구 안내 표지, 정보 제시, 가이드 투어 서비스, 어린이 놀이 공간, 눈 건강 교육, 체험형 요소, DIY 다양성, 전시 공간 규모, 브랜드 커뮤니케이션, 생산 라인 체험, 안경 체험 구역, 직원 응대 등 12개의 방문객 경험 속성(aspect)을 식별하였다. 이러한 속성은 팩토리 투어의 운영적·체험적 차원을 모두 포착하며, 이후의 관계 및 감정 분석의 토대가 되었다. 각 속성은 c-TF-IDF 키워드로 대표되며, 이는 수작업 라벨링을 지원하고 도출된 주제가 입구 안내 표지판, 정보 제공 방식, 상호작용 기능, 장소 규모 등 해석 가능한 차원과 일치함을 보여준다.

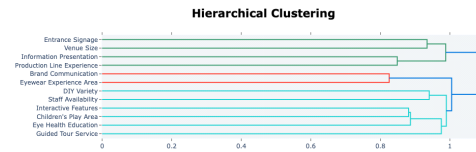


[그림 3] 방문객 경험 속성별 대표 키워드 (c-TF-IDF)

5-2-2. 경험 속성 관계 분석

도출된 속성 간 상위 수준의 관계를 탐색하기 위해, 버트토픽이 생성한 토픽 임베딩을 인터토픽 거리 지도와 계층적 군집화를 통해 분석하였다. 그 결과 계층적 군집화는 세 개의 주요 속성 군집을 추가로 식별하였다. 첫 번째 군집은 입구 안내 표지, 전시 공간 규모, 정보 제시, 생산 라인 체험을 포함하며, 공간 탐색, 시설 특성, 정보 콘텐츠와 관련된 속성을 대표한다. 두 번째 군집은 가이드 투어 서비스, 눈 건강 교육, 어린이 놀이 공간, 체험형 요소, 직원 응대, DIY 다양성으로 구성되어, 상호작용적·교육적·서비스 지향적 경험을 반영한다. 세 번째 군집은 브랜드 커뮤니케이션과 안경

체험 구역을 중심으로 형성되어, 브랜드 관련 메시지와 제품 체험 간의 밀접한 관계를 시사한다.

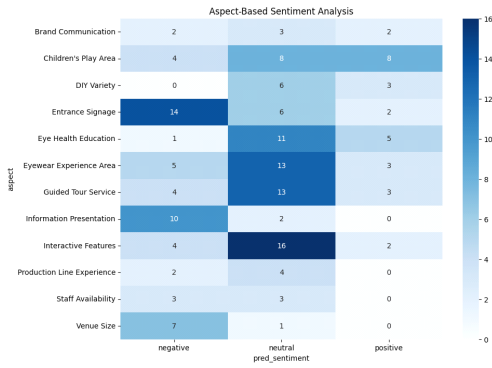


[그림 4] 방문객 경험 속성 계층적 군집화 결과

5-2-3. 속성 기반 감정 분석

속성 기반 감정 분석 (Aspect Based Sentiment Analysis) 결과, 식별된 속성 전반에 걸쳐 방문객 평가에서 상당한 차이가 나타났다. 부정적 감정은 특히 입구 안내 표지, 정보 제시, 전시 공간 규모와 관련된 속성에 집중되었다. 방문객들은 입구를 찾기 어려웠다는 점, 전시 정보를 해석하기 어려웠다는 점, 상대적으로 협소하다고 인식한 전시 환경을 탐색하기 어려웠다는 점을 빈번하게 언급하였다. 이러한 결과는 공간 접근성과 정보 전달 방식이 방문객 불만족의 주요 원인임을 보여준다. 반면 어린이 놀이 공간은 긍정과 중립 응답이 고르게 높게 나타나 대체로 긍정적인 평가를 받았으며, 눈 건강 교육은 중립적 반응이 가장 많았으나 부정적 반응이 매우 드물고 긍정이 부정을 앞섰다는 점에서 전반적으로 우호적인 인식을 보였다. 이는 교육적·가족 지향적 경험이 방문객 만족도에 기여함을 시사한다.

안경 체험 구역과 가이드 투어 서비스를 포함한 일부 속성은 중립적 반응이 가장 많았으며, 긍정보다 부정이 소폭 더 많이 나타났다. 방문객들은 제품을 체험하고 설명을 들을 수 있는 기회에 대해 언급하면서도, 제한적인 체험 기회와 불충분한 해석적 지원에 대한 우려를 다소 더 빈번하게 표명하였다. 이는 다수의 응답이 뚜렷한 만족이나 불만으로 이어지지 않았음을 보여주는 동시에, 해당 속성이 개선을 통해 만족도를 높일 수 있는 잠재력을 지니고 있음을 시사한다. 종합적으로, 감정 행렬은 미충족된 방문객 기대와 가장 밀접하게 연관된 속성을 식별함으로써 경험 개선을 위한 우선순위화 신호를 제공한다.



[그림 5] 방문객 경험 속성별 감정 분포 히트맵

6. 결론

본 연구는 정성적 방문객 피드백을 실행 가능한 공간 및 서비스 디자인 지식으로 전환하기 위한 휴먼인더루프 NLP 프레임워크를 제안하였다. 버트토픽, 감정 분석, 속성 수준 감정 분석, 그리고 고객의 소리 표(CVT) 기반 해석을 결합함으로써, 본 프레임워크는 방문객의 서사를 경험 디자인 의사결정과 연결한다. 대만의 한 팩토리 투어에서 수집된 인터뷰 데이터를 활용한 분석 결과, 해석적 지원, 정보 접근성, 체험적 상호작용성과 관련된 반복적인 요구가 식별되었다. 입구의 가시성, 정보 제시, 전시 공간 규모는 주요 불만족 요인으로 나타난 반면, 교육적·체험적 활동은 방문객 경험에 긍정적으로 기여하였다. 이러한 결과는 NLP 기반 분석이 경험 개선 기획의 우선순위를 정하고, 관광 및 문화 시설 환경을 위한 구조화된 방문객 요구와 공간 및 서비스 디자인 관련 우선순위를 생성하는 데 어떻게 기여할 수 있는지를 보여준다.

이러한 요구사항은 구체적인 공간 및 서비스 디자인 실행으로 연결될 수 있다. 예를 들어 정보 접근성 요구는 입구 안내 표지의 시인성 개선과 다국어 사이니지 도입으로, 해석적 지원 요구는 전시물 설명 문구의 간결화 및 가이드 스크립트 보완으로, 체험적 상호작용성 요구는 터치형 및 조작형 전시 요소의 확대, 교육적 몰입 요구는 연령대별 맞춤형 교육 콘텐츠 설계로, 능동적 참여 기회 요구는 방문객이 직접 참여할 수 있는 DIY 및 체험 프로그램 확대로 각각 구체화 될 수 있다. 이처럼 본 프레임워크는 정성적 방문객 피드백을 실무 디자이너가 곧바로 활용할 수 있는 실행지침 수준으로 전환하는 데 기여한다.

본 연구는 몇 가지 한계를 지닌다. 첫째, 본 연구는 단일 팩토리 투어의 데이터를 기반으로 수행되었기에 연구 결과의 일반화 가능성에 제약이 있을 수 있다. 둘째, 토픽 라벨링 및 CVT 기반 요구사항 도출은 주저자가 수행하고 공동저자가 검토하는 방식으로 이루어졌기에, 복수의 독립적 코더에 의한 정량적 신뢰도 검증(예: Cohen's Kappa)은 수행되지 못하였다. 향후 연구에서는 다수의 독립적 코더를 활용한 신뢰도 검증을 통해 이러한 한계를 보완할 필요가 있다. 셋째, 감정 분류는 사전학습된 언어모델에 의존하였기 때문에 방문객이 사용하는 도메인 특수적 표현을 완전히 포착하지 못했을 가능성이 있다. 향후 연구에서는 자동화된 요구 추출과 요구사항 생성을 위한 대규모 언어모델의 활용을 탐구하고, 본 프레임워크를 다양한 방문 관광지 맥락에서 평가할 필요가 있다.

참고문헌

1. 구현지, 노미진, 'BERTopic과 감정 분석을 활용한 AI 기반 언어 학습 앱의 사용자 인식 비교 분석', 한국정보시스템학회, 정보시스템연구, 2025
2. 김세영, 'AI 기반 개인화 학습에 관한 국내외 연구 동향 분석: TF-IDF 분석과 토픽모델링 활용', 한국정보교육학회, 정보교육학회논문지, 2023
3. 황지선, 강주영, 'BERTopic과 IPA 분석을 활용한 오프라인 매장 고객 경험에 관한 연구', 한국지능정보시스템학회, 지능정보연구, 2025
4. Campello, R. J. G. B., Moulavi, D., Sander, J., 'Density-Based Clustering Based on Hierarchical Density Estimates', Springer, Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2013
5. Chaplin, E., Bailey, M., Crosby, R., Gorman, D., Holland, X., Hippe, C., Hoff, T., Nawrocki, D., Pichette, S., Thota, N., 'Using Quality Function Deployment to Capture the

- Voice of the Customer and Translate It into the Voice of the Provider', Joint Commission Resources, The Joint Commission Journal on Quality Improvement, 1999
6. Grootendorst, M., 'BERTopic: Neural Topic Modeling with a Class-Based TF-IDF Procedure', arXiv, arXiv preprint, 2022
 7. Liu, Y., Zhang, D., Wan, Q., Lin, Z., 'Innovative Mining of User Requirements through Combined Topic Modeling and Sentiment Analysis: An Automotive Case Study', MDPI, Sensors, 2025
 8. Mazur, G., 'Voice of the Customer (Define): QFD to Define Value', American Society for Quality, Proceedings of the 57th American Quality Congress, 2003
 9. Mazur, G. H., 'Delighting Customers with Quality Function Deployment: Voice of Customer Meets Voice of Process', QFD Institute, Transactions from the 14th International Symposium on QFD, 2008
 10. Mazur, G. H., 'Quality Function Deployment: Voice of Customer Meets Voice of Process', American Society for Quality, The Journal for Quality and Participation, 2015
 11. McInnes, L., Healy, J., Melville, J., 'UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction', arXiv, arXiv preprint, 2018
 12. Özdağoğlu, G., Kapucugil-Ikiz, A., Celik, A. F., 'Topic Modelling-Based Decision Framework for Analysing Digital Voice of the Customer', Taylor & Francis, Total Quality Management & Business Excellence, 2018
 13. Reimers, N., Gurevych, I., 'Sentence-BERT: Sentence Embeddings Using Siamese BERT-Networks', Association for Computational Linguistics, Proceedings of EMNLP-IJCNLP, 2019
 14. Saoualih, A., Shen, S., Safaa, L., Su, Y., 'A Thematic Investigation of Tourist Experiential Gaps in Moroccan Cultural Heritage Museums Using a Sentiment-Guided BERTopic Text Mining Approach', Taylor & Francis, Tourism Recreation Research, 2025
 15. Sutherland, I., Kiatkawsin, K., 'Determinants of Guest Experience in Airbnb: A Topic Modeling Approach Using LDA', MDPI, Sustainability, 2020
 16. Tsai, C.-H., Peng, Y. J., Wu, H.-H., 'Evaluating Service Process Satisfaction of a Tourism Factory-Using Brands' Health Museum as an Example', IEEE, 2012 6th International Conference on New Trends in Information Science, Service Science and Data Mining (ISSDM2012), 2012
 17. Yeh, T.-M., Chen, S.-H., Chen, T.-F., 'The Relationships among Experiential Marketing, Service Innovation, and Customer Satisfaction—A Case Study of Tourism Factories in Taiwan', MDPI, Sustainability, 2019
 18. Zhang, J., Chen, D., Lu, M., 'Combining Sentiment Analysis with a Fuzzy Kano Model for Product Aspect Preference Recommendation', IEEE, IEEE Access, 2018
 19. Frew, E. A., Industrial Tourism: A Conceptual and Empirical Analysis, Victoria University, Ph.D. Dissertation, 2006
 20. Otgaar, A., Industrial Tourism: Where the Public Meets the Private, ERIM Ph.D. Series Research in Management, Erasmus University Rotterdam, Ph.D. Dissertation, 2010