

Graph 기반 스킨케어 추천 시스템

황보선¹, 이나은¹, 이유찬¹

¹전주대학교 인공지능학과 학부생

boseon1234@jj.ac.kr, lijihyun313@jj.ac.kr, YoungHee@somewhere.ac.kr

Graph-based Skincare Recommendation System

Bo-Seon Hwang¹, Na-Eun Lee¹, You-Chan Lee¹

¹Dept. of Artificial Intelligence, Jeon-Ju University

요약

본 연구는 사용자 맞춤 스킨케어 제품 추천을 위해 Graph 기반 추천 시스템을 제안한다. 리뷰, 성분 및 효능 정보를 Graph 구조로 통합하여 제품과 성분, 소비자 고민 간의 관계를 정교하게 모델링하였다. 사용자 리뷰의 의미 임베딩과 성분-효능 관계 그래프를 결합하여 제품 간 다차원적 유사도를 도출하고, GraphRAG와 생성형 AI를 통해 추천 사유와 키워드를 제공함으로써 설명가능성을 강화하였다. 이를 통해 소비자에게 신뢰도 높은 맞춤형 추천 경험을 제공하며, 스마트 소비를 지원하는 차별화된 시스템의 가능성을 보여준다.

1. 서론

스킨케어 시장이 성장함에 따라 맞춤형 제품 추천의 중요성이 커지고 있다. 기존의 검색 증강 생성(RAG)이나 콘텐츠 기반 필터링은 텍스트의 의미적 유사성에 의존하기 때문에, 성분, 피부 고민, 제품 효능 간의 복잡한 관계를 파악하는 데 한계가 있다. 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위해 GraphRAG 방법론을 도입한다. 제품, 성분, 고민 등의 핵심 정보를 노드(Node)로, 그 관계를 엣지(Edge)로 모델링하여 Neo4j 기반의 지식 그래프를 구축하였다.

이를 통해 LLM이 단순 텍스트 검색을 넘어 데이터의 구조적 관계를 깊이 있게 이해하고 추론할 수 있도록 하였다. 본 시스템은 LLM이 구조화된 관계를 기반으로 추론하게 함으로써, 더 정확하고 신뢰도 높은 맞춤형 추천을 생성한다.

2. 시스템 아키텍처 및 동작 원리

시스템(그림 1)은 다음 단계로 작동하여 사용자에게 맞춤형 추천을 제공한다.

사용자 입력 처리: 사용자의 피부 분석 결과(JSON)와 직접 작성한 텍스트 입력을 받는다. 그 후 LLM이 쿼리를 생성하여 사용자(User)노드와 사용자 피부 고민(Concern)노드를 실시간으로 생성하여 사용자(User)노드와 HAS_CONCERN 관계로 연결한다.

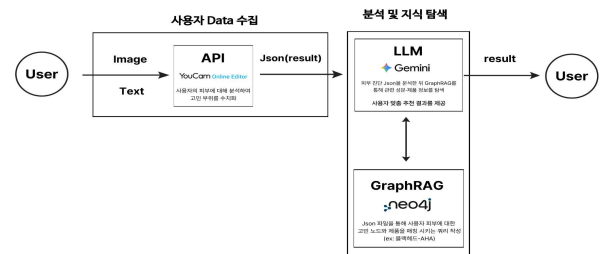
후보 제품군 생성: JSON에서 추출된 피부 고민에

대해 LLM(Gemini-1.5-flash)이 성분을 추천하고, 이 성분을 포함하는 모든 제품을 Neo4j 그래프에서 찾아 후보군으로 선정하였다.

리뷰 점수: 리뷰 별점, 리뷰 수, 사용자 피부 타입 태그, 사용자 입력 텍스트와 리뷰 텍스트 간의 유사도를 종합하여 점수를 산출하였다.

성분 근거 점수: Neo4j의 [:RECOMMENDED_FOR] 엣지에 저장된 성분 효능 점수를 활용하였다.

최종 랭킹 결정: 이 두 점수를 미리 정의된 가중치(리뷰 점수 0.8, 성분 점수 0.2)로 결합하여 최종 점수를 계산한다. 이 점수가 높은 순으로 제품 순위를 매겨 사용자에게 제시한다.

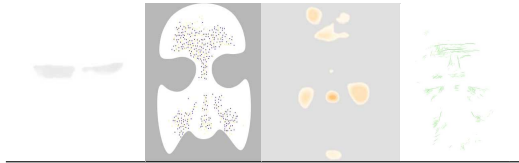


(그림 1) . 시스템 아키텍처

2.1 YouCam API를 활용한 피부 진단

사용자는 자신의 얼굴 사진을 업로드 하게 되면 YouCam Online Editor API를 통해 피부 진단을 받는다. 이 API는 사진을 분석하여 사용자의 피부 상

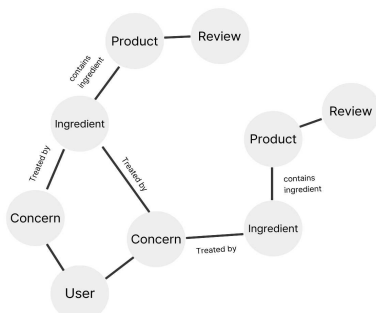
태에 대한 상세한 리포트와 함께 모공, 주름, 트러블 등 다양한 피부 고민 항목에 대한 점수를 포함하는 JSON 파일과 결과 이미지(그림 2)를 제공한다.



(그림 2) . API 분석 결과

2.2 GraphRAG(Neo4j)

본 연구에서는 데이터에 내재된 복잡한 관계를 효과적으로 모델링하고 활용하기 위해 GraphRAG 아키텍처를 채택하였다. 이를 위해, 분산된 스킨케어 정보를 (그림 3)과 같은 지식 그래프(Knowledge Graph) 구조로 설계하고, 이를 네이티브 그래프 데이터베이스인 Neo4j에 구축하였다.



(그림 3) . Graph 구조

2.3 Embedding

정교한 의미 비교를 위해, 본 연구에서는 두 가지 모델을 후보로 설정하여 비교 실험을 진행하였다. KR-SBERT와 Gemini API(text-embedding-004)를 대상으로 실제 사용자 입력과 유사한 샘플 쿼리 10종 및 스킨케어 리뷰 100건에 대한 정성적 유사도 평가를 진행했다. 평가 결과 Gemini API가 미묘한 부분에서 더 우수한 성능을 보였다. 예를 들어 ‘모공이 조여지는 느낌’과 ‘피부결이 매끈해짐’의 차이를 더 명확히 구분했고 복합적인 고민(‘속건조와 좁쌀 여드름’)이 담긴 문장의 핵심을 더 잘 포착했다. 따라서 본 연구에서는 Gemini API를 최종 임베딩 모델로 채택하였다.

3. 결론 및 향후 연구

본 연구는 소비자가 직면하는 복잡하고 다차원적인 피부 고민에 대한 정교한 해결책을 제시하기 위해, 분산된 제품 리뷰, 성분 정보, 그리고 효능 데이터를 통합한 지식 그래프 기반의 GraphRAG 스킨케어 추천 시스템을 개발 및 구현하였다.

제안된 시스템은 제품, 성분, 피부 고민 간의 유기적 관계를 지식 그래프로 명시적으로 모델링함으로써, 키워드 매칭이나 단순 텍스트 유사도에 의존하는 기존 추천 방식의 한계를 극복하였다. 실험 결과, 본 시스템은 사용자의 질의에 대해 숨겨진 맥락까지 추론하여 논리적 근거가 명확한 추천 결과를 도출함을 증명하였다.

이는 추천의 설명가능성을 확보하여 사용자 신뢰도를 극대화하고, 개인의 피부 상태와 선호도에 최적화된 맞춤형 추천을 가능하게 하여 합리적 소비를 지원하는 핵심적인 차별점을 가진다.

본 연구의 성과를 바탕으로, 향후 연구에서는 추천 결과에 대한 사용자의 실시간 피드백을 시스템에 반영하는 순환 구조를 도입하여 추천 모델을 지속적으로 고도화하고자 한다. 또한 추천된 제품들의 핵심 성분과 효능을 직관적으로 비교하고 분석할 수 있는 시각적 인터페이스를 개발하여 사용자 경험을 한층 더 향상시키는 것을 최종 목표로 한다..

참고문헌

- [1] Xiang Wang et al, “KGAT: Knowledge Graph Attention Network for Recommendation”, Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining, 2019
- [2] Qingyu Guo et al, “A Survey on Knowledge Graph-based Recommender Systems”, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2020
- [3] M. Park and J. Kim, “고객의 특성 정보를 활용한 화장품 추천시스템 개발”, 한국경영정보학회논문지, 제 25권, 제 1호, pp. 72-73, 2021.