

사용자 맞춤형 가상 옷장의 설계 및 모델링 : 의류 인식 및 분류를 위한 Faster R-CNN 및 ORB 활용, 인공지능 기반 추천 시스템에서의 행렬 분해 활용

전영진*, 박주형*, 김태완*, 김형우*, 이동현*, 김민성*, 최재영*, 김남기**

Design and Modeling of a User-Customized Virtual Wardrobe: Utilizing Faster R-CNN and ORB for Clothing Recognition and Classification, and Matrix Factorization in AI-Based Recommendation Systems

Youngjin Jeon*, Juhyeong Park*, Taewan Kim*, Hyungwoo Kim*, Dongheon Lee*, Minseong Kim*, Jaeyeong Choi*, and Namki Kim**

요 약

이 논문에서는 사용자 맞춤형 가상 옷장의 설계 및 모델링에 대해 제시한다. 우리는 의류 인식 및 분류를 위해 Faster R-CNN과 ORB를 활용하며, 개인화된 추천을 위해 인공지능 기반 추천 시스템에서 행렬 분해(MF)를 활용한다. 먼저, Faster R-CNN을 사용하여 사진 속의 옷을 정확하게 인식하고, 그 후 ORB를 이용하여 인식된 옷의 종류를 분류한다. 또한, 이러한 정보를 바탕으로 사용자 맞춤형 추천을 제공하기 위해 행렬 분해를 사용하는 MF알고리즘을 활용하여 사용자의 선호도를 학습한다. 이러한 방법론을 통해, 우리는 개인화된 가상 옷장을 만들어 사용자의 패션 선택과 관리를 보다 편리하게 만드는 것을 목표로 한다. 이 연구는 AI와 컴퓨터 비전 기술이 패션 및 소비자 행동에 어떻게 적용될 수 있는지에 대한 가능성을 탐색한다.

Abstract

In this paper, we present the design and modeling of a user-customized virtual wardrobe. We utilize Faster R-CNN and ORB for clothing recognition and classification, and employ matrix factorization in AI-based recommendation systems for personalized recommendations. Initially, we accurately recognize clothing in images using Faster R-CNN, and then classify the type of recognized clothing using ORB. Furthermore, based on this information, we learn user preferences using the matrix factorization algorithm, MF, to provide user-customized recommendations. Through this methodology, our goal is to create a personalized virtual wardrobe to make users' fashion choices and management more convenient. This study explores the possibilities of applying AI and computer vision technologies to fashion and consumer behavior.

Key words

Artificial Intelligence, Computer Vision, Faster R-CNN, ORB, Matrix Factorization, Virtual Wardrobe, Personalized Recommendations

* 경기대학교 컴퓨터공학부 2monica9@kyonggi.ac.kr

** 경기대학교 AI컴퓨터공학부 dragonhci@gmail.com

※ 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음(2021-0-01393)

I. 서 론

인공 지능(AI)과 패션의 교차점은 혁신적인 응용 프로그램에 대한 막대한 잠재력을 가진 신흥 분야이다. 그러한 플랫폼 중 하나는 개인이 자신의 개인 스타일과 의류 선택을 관리하는 방식에 혁신을 일으킬 수 있는 개념인 사용자 맞춤형 가상 옷장의 개발이다. 그 잠재력에도 불구하고 효과적인 AI 기반 가상 옷장의 개발은 정확한 의류 인식에서 개인화된 추천 시스템에 이르기까지 고유한 일련의 문제를 제기한다.

본 연구에서는 딥러닝 기반의 AI 및 컴퓨터 비전 기술을 사용하여 사용자 맞춤형 가상 옷장을 설계하고 모델링하여 이러한 문제를 해결한다. 우리 연구의 주요 목표는 사용자의 패션 선택 및 관리 프로세스의 편의성을 극대화하여 사용자의 전반적인 경험을 향상시키는 것이다.

우리 방법론의 핵심은 정확한 의류 인식을 위해 객체 감지 시스템인 Faster R-CNN을 사용하는 것이다. 그 다음에는 인식된 의류의 정확한 분류에 사용하는 특징점 검출 알고리즘인 ORB(Oriented FAST and Rotated BRIEF)가 이어진다.

또한 개인화 된 추천을 제공하기 위해 의류 인식 및 분류에서 얻은 데이터를 기반으로 매트릭스 분해 기술과 내부 데이터베이스의 정보를 활용한다. 또한 AI 기반 추천 시스템에서 널리 사용되는 방법인 MF(Matrix Factorization) 알고리즘을 사용하여 사용자 선호도를 학습하고 적응한다.

이 연구를 통해 우리는 패션과 소비자 행동에서 AI와 컴퓨터 비전 기술의 잠재적인 응용을 탐색하는 것을 목표로 한다. 우리는 우리의 발견이 이 급 성장하는 분야에 크게 기여하고 미래 연구를 위한 새로운 길을 열 것이라고 예상한다.

II. 시스템 아키텍처

사용자 인터페이스(UI)에서 사용자에게 이미지를 입력받는다. 이후 이미지가 업로드되면 이미지 처리 모듈로 전송된다. 여기서 Faster R-CNN 알고리즘을 사용한다.

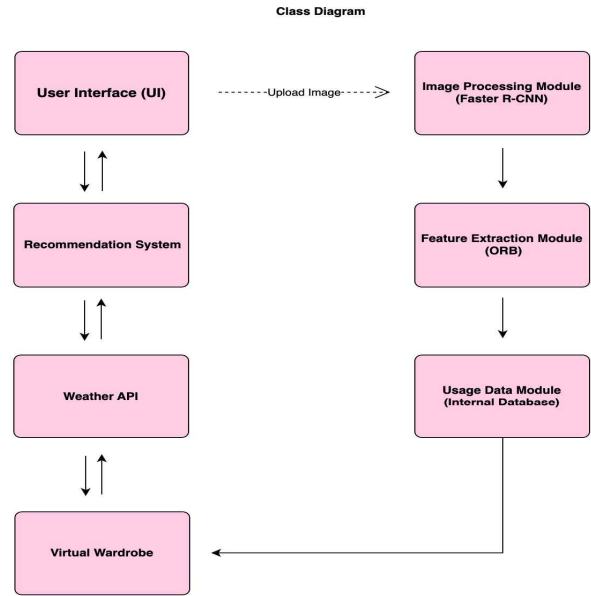


그림 1. 시스템 아키텍처 UML
Fig. 1. System Architecture UML

Faster R-CNN 알고리즘에 업로드 된 이미지가 입력이 되면, RPN(Region Proposal Network)이 이미지를 가로질러 작은 창을 밀고 개체가 각 창 내에 있는지 여부를 예측하여 이미지 내에서 잠재적인 관심 영역(ROI)을 생성한다. 이후 RPN에서 제안한 ROI는 관심 영역(RoI) 풀링 레이어를 한다. 이 레이어는 입력 이미지의 컨볼루션 특징 맵에서 고정 크기 특징 맵을 추출한다. RoI 풀링 레이어에서 얻은 기능 맵은 VGGNet 또는 ResNet과 같은 컨볼루션 신경망(CNN)에 공급되며, CNN은 의류 항목의 시각적 패턴과 특성을 캡처하여 각 ROI에서 높은 수준의 기능을 추출하는 컨볼루션 기능 추출 단계를 거친다. 그렇게 추출된 특징은 두 가지 작업에 사용된다. 첫째, 분류기는 각 ROI의 범주를 예측하여 상의, 하의 또는 다른 의류 품목으로 분류한다. 둘째, 바운딩 박스 회귀자는 바운딩 박스의 좌표를 미세 조정하여 각 ROI 내 의류 품목을 보다 정확하게 예측한다. 마지막으로 중복 감지를 제거하고 결과를 세분화하기 위해 비최대 억제 단계가 예측 경계 상자에 적용된다. 이 단계에서는 신뢰도 점수가 낮은 겹치는 경계 상자를 제거하고 가장 신뢰도가 높은 탐지만 유지한다.

위와 같은 과정은 통해 업로드된 이미지에서 의류 항목(상의, 하의)을 감지하고 분류한다. 분류된

이미지는 특징 추출 모듈에서 분류된 의류 항목에 대해 ORB 알고리즘을 적용하여 추가적인 분석과 특징 추출을 수행한다. ORB는 현지화된 의류 항목에서 키포인트를 감지하여 시작된다. 이때, 키포인트는 안정적으로 추적하거나 설명할 수 있는 이미지의 고유한 지점을 의미한다. 이후 키포인트가 감지되면 ORB는 각 키포인트에 대한 이진 설명자를 계산한다. 이러한 디스크립터는 색상, 텍스처 및 모양과 같은 로컬 모양에 대한 중요한 정보를 간결한 표현으로 캡처한다. 마지막으로 의류 항목의 ORB 설명자는 가장 유사한 일치 항목을 찾기 위해 알려진 설명자의 데이터베이스와 비교된다. 이러한 일치 항목을 기반으로 의류 항목을 다른 범주로 분류하거나 개인화된 권장 사항 생성과 같은 추가 분석에 사용할 수 있다.

Faster R-CNN과 ORB 알고리즘을 통해 얻은 의류 정보를 기반으로 해당 플랫폼은 사용자에게 의류를 추천해 줄 수 있다. 이때 행렬 분해 알고리즘(MF)과 내부 데이터베이스를 활용한다. MF 알고리즘은 사용자-아이템 상호작용 매트릭스에서 작동하여 사용자와 의류 아이템 간의 과거 상호작용을 내며 사용자-항목 상호작용 행렬을 사용자 선호도 행렬과 항목 속성 행렬과 같은 하위 행렬로 분해한다. 이후 사용자 선호도 및 항목 속성 매트릭스는 최적화 기술을 사용하여 반복적으로 업데이트되어 예측 및 실제 사용자 항목 평가 간의 차이를 최소화한다. 이때 일반적으로 경사하강법, 교대 최소자승법 또는 확률적 경사하강법과 같은 최적화 기술을 사용하여 수행될 예정이다.

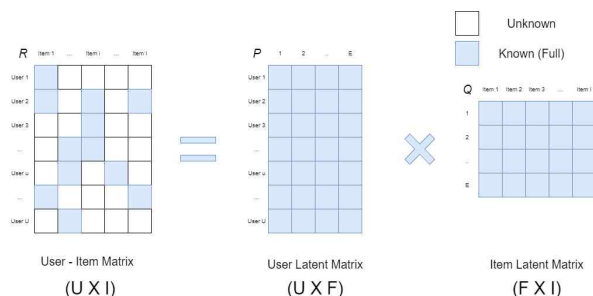


그림 2. 평가 행렬과 분해된 User와 Item의 latent 행렬
Fig. 2. Evaluation Matrix and Decomposed User and Item Latent Matrix

그렇게 행렬이 학습되면 알고리즘은 행렬에서 해당 벡터의 내적을 기반으로 사용자-항목 쌍에 대한 누락된 평점 또는 선호도를 예측하게 된다. 이후 MF 알고리즘은 사용자가 선호하는 조정 및 날씨 조건과 같은 추가 요소를 행렬의 열로 통합하여 더 많은 상황 인식 권장 사항을 가능하게 한다.

추천 알고리즘은 MF 알고리즘 뿐만 아니라 내부 데이터베이스와도 유기적인 관계를 형성한다. 플랫폼의 내부 데이터베이스는 추천 프로세스에 사용되는 관련 정보를 저장하는 저장소 역할을 하는데, 여기에는 개인의 선호도와 기온별 최적의 의류 및 최적의 색상 조합 등이 포함되어 있다. 또한 이전 사용자 항목 상호 작용을 저장하여 과거 의류 선택 및 선호도에 대한 더 나은 정확도를 제공한다. 또한 데이터베이스는 의류 항목을 설명하기 위해 색상, 패턴 및 스타일과 같은 항목 속성 또는 기능을 보유한다. 기상 조건에 따라 미리 계산된 권장 사항이 포함되어 현재 날씨에 맞는 복장 제안을 제공한다. 데이터베이스는 또한 의류 사용 빈도를 추적하여 사용자가 특정 의류 항목을 얼마나 자주 착용하는지에 따라 권장 사항을 미세 조정할 수 있다. 내부 데이터베이스의 지속적인 업데이트 및 개선을 통해 시간이 지남에 따라 권장 사항의 정확도와 관련성이 향상된다.

III. 시나리오

1. 사용자는 장치에서 플랫폼의 사용자 인터페이스(UI)를 열고 가상 옷장에 새 항목을 추가하는 옵션을 선택한다.
2. 사용자는 플랫폼의 UI 내에서 장치의 카메라를 사용하여 새 의류 항목의 사진을 찍는다.
3. Image Processing Module은 Faster R-CNN 알고리즘을 활용하여 사진을 분석하고 의류 품목을 분류하여 상의인지 하의인지 판단한다.
4. 기능 추출 모듈은 ORB 알고리즘을 적용하여 분류된 의류 항목에서 패턴, 색상과 같은 특징 기능을 추출한다.
5. 분류된 의류 항목은 기능과 함께 플랫폼 내부 데이터베이스 내의 사용자의 개인 가상 옷장에 등록 및 저장된다.

6. 추천 시스템은 사용자의 가상 옷장, 사용 데이터 모듈(의류 사용 패턴 포함) 및 날씨 API와 통합되어 그날의 개인화된 의상 추천을 생성한다.

7. 추천 시스템은 사용자의 선호도, 사용자의 기존 가상 옷장 아이템, 날씨 API에서 얻은 현재 날씨 및 사용자의 옷 사용 패턴을 고려하여 적합한 의상 조합을 제안한다.

8. 추천 의상 조합은 플랫폼의 사용자 인터페이스(UI)를 통해 사용자에게 표시된다. 사용자는 제안된 의상을 보고 자신의 선호도와 제공된 권장 사항에 따라 선택할 수 있다.

IV. 결 론

결론적으로 우리 플랫폼은 맞춤형 코디와 함께 개인화 된 옷장 경험을 제공한다. 다양한 인공지능과 포괄적인 내부 데이터베이스를 활용하여 사용자는 의류 항목을 쉽게 관리하고 선호하는 코디, 날씨 조건 및 의류 사용 빈도에 따라 맞춤형 의상 제안을 받을 수 있다.

앞으로 우리는 커뮤니티 기능을 도입하고 사용자가 연결하고 의상 영감을 공유하고 다양한 활동을 할 수 있는 패션 커뮤니티를 만들어 플랫폼을 더욱 발전시킬 계획이다. 이것은 소속감을 키우고 사용자가 동료 패션 애호가로부터 조언과 영감을 구할 수 있는 플랫폼으로 발전할 수 있을 것이다.

또한 사용자가 가상으로 다양한 의상 조합을 시도하고, 새로운 스타일을 실험하고, 실제로 입어보지 않고도 의상이 어떻게 보이는지 시각화할 수 있는 가상 의상 기능을 구현하는 것을 목표로 하고 있다. 이 가상 피팅 경험은 사용자에게 편의성, 영감 및 새로운 수준의 상호 작용을 제공할 것으로 예상된다.

지속적인 학습과 개선을 통해 해당 플랫폼은 사용자가 자신 있는 패션 선택을 하고, 고유한 스타일을 탐색하고, 옷장의 유용성을 극대화할 수 있도록 지원할 것이다. 우리는 커뮤니티 기반 플랫폼을 통해 사용자를 연결하고 혁신적인 가상 의상 기능을 제공하여 원활하고 즐거운 패션 경험을 제공하기 위해 노력할 것이다. 우리는 함께 사용자가 옷장에

참여하는 방식을 재정의하고 패션 경험을 향상시킬 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Y. W. Yang, Y. D. Yun, and H. S. Lim, "아이템 정보 기반 협업 필터링 추천 시스템 연구.: 한국정보처리학회 학술대회논문, Vol 24, No. 1, pp. 439-441, 2017
- [2] C.-Y. Park, B.-C. Lim, W.-J. Lee, C.-S. Lee, M.-S. Kim, and S.-Y. Lee, "Suitable clothing recommendation system by size and skin color," Journal of Digital Convergence, Vol. 20, No. 3, pp. 407-413, Mar. 2022.
- [3] Koren, Yehuda, Robert Bell, and Chris Volinsky. "Matrix factorization techniques for recommender systems", Computer 42.8 : pp. 30-37, Aug. 2009.
- [4] Ren, Shaoqing, et al. "Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks." Advances in neural information processing systems 28, pp. 91-99, 2015.
- [5] Rublee, Ethan, Vincent Rabaud, Kurt Konolige, and Gary Bradski, ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF. 2011 International Conference on Computer Vision. IEEE, Nov. 2011.