

# 사용자의 색상 선호 기반 추천 시스템을 위한 상품 이미지 속 의류 색상 분석

노은진<sup>1</sup>, 박상원<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국외국어대학교 스페인어과

<sup>2</sup>한국외국어대학교 정보통신공학과

1102julia@hufs.ac.kr, swpark@hufs.ac.kr

## Color Analysis of Clothing in Product Images for User's Color Preference-Based Recommendation System

Eunjin Roh<sup>1</sup>, Sangwon Park<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Spanish, Hankuk University of Foreign Studies

<sup>2</sup>Information Communications Engineering, Hankuk University of Foreign  
Studies

### 요 약

많은 온라인 쇼핑몰에서 색상 기반 필터링 서비스나 추천 시스템을 제공하지만, 수동 분류는 많은 시간이 들고 오류 위험이 있다. 본 연구의 실험에서는 먼저 분석할 의류 이미지를 실루엣 분석으로 수행한 경우와 수행하지 않는 경우의 k-평균 군집화 알고리즘으로 가장 우세한 색상 군집의 중심값을 도출하는데, 만약 군집 개수가 2개 이상이면 보다 큰 군집의 중심값만을 고려한다. 이 중심값을 이용해 사전 학습한 k-최근접 이웃 알고리즘으로 색상 클래스를 분류한다. 실험 결과 실루엣 분석을 수행하지 않은 k-평균 군집화 알고리즘을 사용한 분류 방식이 정확도와 수행 시간 모두 매우 준수하였으나, 배경색이 존재하여 의류 색 분석에 영향을 줄 수 있는 경우 잘못 분류한다는 문제도 있다.

### 1. 서론

많은 온라인 쇼핑몰이나 검색 엔진에서는 이미지 속 물체의 색상으로 검색 결과를 필터링하거나, 빅데이터나 딥러닝 기술을 사용해 유사한 상품을 검색하거나, 소비자의 요구나 취향을 분석해 사용자에게 개인화된 추천 시스템 등의 기능을 제공하고 있다. 패션 아이템은 색상, 소재, 형태, 색감, 감성 등 다양한 요소들이 고려되지만, 특히 사용자의 색상 선호가 구매에 영향을 미치는 경우가 많아 패션 관련 플랫폼에서는 색상 기반 필터링이나 추천 시스템 관련 기술이 요구되는 경우가 있다[1]. 이에 새로이 서비스를 개시한 온라인 쇼핑몰에서도 이를 제공하려는 경우도 있으나, 이미지 속 의류의 색상을 수동으로 분류하는 것은 매우 시간이 많이 들며, 많은 인력이 필요하고, 모니터와 조명 환경 등의 이유로 분류 시 오류를 범할 가능성이 있다. 특히 판매를 위한 온라인 공간만을 제공하는 판매 대행 서비스는 모든 이미지를 업체가 확인하기에는 어려워 위와 같은 애로사항이 더욱 두드러진다. 이처럼 등록된 이미지에 찍힌 물체의 색상을 인식하는 기술은 현재 다양한 플랫폼에 매우 필요한 기술이라고 할 수 있다.

본 연구는 온라인 쇼핑몰의 이미지 속 의류의 색상을 알아내기 위해 k-평균 군집화 알고리즘(k-means clustering algorithm)으로 이미지의 대표 색상의 중심값을 알아낸 후, 이를 k-최근접 이웃 알고리즘(k nearest neighbor algorithm)을 사용해 색상

분류를 수행하고, 사용한 알고리즘의 성능과 장단점을 비교, 분석해 볼 것이다.

### 2. 관련 연구

많은 논문에서 패션 아이템의 분류에 대해 연구해왔다. 박과 최[1]는 패션 관련 인공지능의 연구를 위해 패션 아이템 이미지의 색채와 소재 분류에 관해 연구하였다. 여성 의류 쇼핑몰에서 판매하는 10개 아이템에 대해 2,000개의 이미지를 수집하였고, 전문가와 관련 어휘 추출, 전문서적의 참고 등의 방식으로 색채, 속성, 소재를 분류하였다. 이런 분류 체계는 인공지능 연구뿐만 아니라 패션 상품 검색, 스타일링 제안, 직물 직조 결함 감지, 판매 트렌드 분석 등 산업적 목적으로의 활용 또한 기대된다.

의류 선호는 개인의 취향이 서로 다르며, 선호가 같더라도 시간, 장소, 상황에 따른 스타일이 요구된다. 김 외 2명[2]은 인공지능을 사용해 사용자 맞춤형 의류 추천 서비스에 대해 연구하였다. 사용자가 요구하는 TPO(시간, 장소, 상황)를 정의해 이를 기준으로 각 카테고리당 100개 이미지를 인공지능 엔진으로 인식시켰고, 이 결과를 전문가가 검토해 세부 속성을 확정하는 방식을 제안하였다. 업로드된 이미지 속 의류는 Look Title을 사용해 의류의 카테고리, 색상, 소재, 패턴 등 약 140가지의 속성으로 분류하였다.

<표 1> 데이터 전처리 의사 코드

```
img = 분석할 이미지 png 파일
img_reshape = img를 (128, 128, 4)모양으로 조정.
cutoff = 200
for pixel in img_reshape의 모든 rgb 픽셀값 do
    if pixel[R] ≥ cutoff and pixel[G] ≥ cutoff and pixel[B] ≥ cutoff then
        해당 데이터 삭제
img_reshape = RGBA중 A열 삭제, (128, 128, 3)형태로 조정
```

<표 2> k-평균 군집화 알고리즘 의사 코드

```
pixels = 전처리한 이미지를 array형태로 불러온다.
n = 0에서 11사이의 값을 정수로 지정한다.
result_centroid = []
if pixels의 크기 == 0 then
    hex_colors = ['#FFFFFF']
    pixel_num = []
    best_n = 0
else if n == 0 then
    sil_score = n을 2~11사이의 값을 가지게 해 10번의 실루엣 분석
    수행, 실루엣 계수 계산
    if sil_score의 개수 ≤ 1 or sil_score의 최댓값 < 0.5 then
        best_n = 1
    else
        best_n = sil_score중 최댓값의 index + 2
else
    best_n = n
if best_n != 0 then
    model = MiniBatchKmeans(n_cluster=best_n, init='k-means++')
    labels = model.fit+predict(pixels)
    counts = 동일한 label을 가진 데이터끼리 하나의 군집으로 뭉친다
    center_colors = 각 군집의 중심값
    hex_colors = 각 중심값의 hex 코드 리스트를 center_colors기준으로
    정렬
    pixel_num = 각 군집에 속한 데이터 개수 리스트를 center_colors
    기준 정렬
if pixel_num의 개수 == 0 then
    sig_centroid = (255, 255, 255)
else if pixel_num의 개수 == 1 then
    sig_centroid = hex_colors
else
    sig_centroid = 가장 큰 pixel_num을 가지는 hex_color의 값
result_centroid.append(sig_centroid)
```

<표 3> 가중 평균을 적용한 중심값 계산 의사 코드

```
value = 분석할 이미지의 중심값 데이터
weight = 각 중심값 군집에 속하는 픽셀 데이터 개수
num = 분석할 이미지 개수
weight_sum = weight의 모든 값의 합
gen_weight = []
for i in range(num) do
    gen_weight.append(i / weight_sum)
weighted_centroid = gen_weight[i]과 value[i]의 가중 평균
```

<표 4> k-최근접 이웃 알고리즘 의사 코드

```
X = 학습할 데이터셋의 중심값 데이터를 array 형태로 호출
y = 학습할 데이터셋의 라벨 값 호출
X_train, X_test, y_train, y_test = X와 y를 8:2 비율로 분리
test_score = []
for k in range(1, 16) then
    knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=k)
    knn = knn.fit(X_train, y_train)
    test_score.append(knn.score(X_test, y_test))
best_k = 가장 큰 값을 가지는 test_score의 k값
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=best_k)
knn.fit(X_train, y_train)
img = 분류할 이미지 전처리 후 k-평균 군집화 알고리즘을 사용해
구한 중심값
predicr_color = knn.predict(img)
```

3. 색상 분석 알고리즘

본 연구는 이미지 속의 의류의 색상을 파악하기 위해 k-평균 군집화 알고리즘과 k-최근접 이웃 알고리즘을 사용하여 색상을 인식하였다. <표 1>은 데이터 전처리 의사 코드이다. 먼저 분류를 진행할 의류 이미지 한 개의 크기를 128\*128로 줄여 (128,

1) numpy, pandas, PIL 사용.

128, 4) 모양의 데이터로 조정하였다. 그리고 RGB 좌표값이 모두 200이 넘는 경우, 즉 흰색이면 배경이라고 정의하고, 해당 데이터를 제외하였다.

<표 2>은 k-평균 군집화 알고리즘 의사 코드이다. 전처리 된 의류 이미지의 픽셀 데이터를 k-평균++(k-means++) 중심값 초기화 방식을 사용한 미니배치(mini batch) k-평균 군집화 알고리즘으로 군집화하고, 생성된 군집들의 중심값을 도출한다. 이때 군집 개수 n을 입력받는데, 만약 n이 0인 경우, 실루엣 분석(silhouette analysis)을 수행하였다. 실루엣 분석에서는 n을 2부터 11 사이 값을 차례로 가지게 해 반복 분석하였고, 계산된 실루엣 계수(silhouette score) 중 가장 큰 값을 가지는 n을 가장 적절한 군집 개수라고 정의하였다. 단, 모든 n의 실루엣 계수가 0.5 미만이거나, 분석할 데이터의 개수가 1개 이하인 경우, n을 1로 정의하였으며, 유일한 데이터의 개수가 n개 이하이면 실루엣 분석을 종료하고 직전까지 계산한 실루엣 계수만을 고려하였다. 이는 데이터 전처리 작업 시 흰색 데이터를 삭제해 발생하는 문제인데, 쇼핑물 이미지 속 의류가 흰색이라 흰배경과 구분이 되지 않는다는 것이므로, 중심값을 흰색의 좌표값을 가지도록 하였다. 중심값은 RGB 값 3차원 데이터이며, 만약 도출한 중심값 개수가 2개 이상이면, 가장 큰 군집의 중심값만 고려한다.

크기가 가장 큰 군집만 고려하는 것이 아닌 <표 3>의 가중 평균을 고려한 중심값도 실험하였다. k-평균 군집화 알고리즘을 사용해 알아낸 이미지의 중심값들을 값으로, 각 군집에 속하는 데이터 개수를 가중치로 가중 평균을 계산해, 모든 군집의 성격을 포함하는 하나의 3차원 중심값을 계산하였다.

<표 4>은 k-최근접 이웃 알고리즘 의사 코드이다. 하나의 의류 이미지 당 하나의 중심값을 추출하고, 이를 사전 학습한 k-최근접 이웃 알고리즘을 사용해 하나의 색상 클래스로 분류한다. 사전 학습은 의류 이미지 데이터셋을 k-평균 군집화 알고리즘을 사용해 구한 각 이미지의 중심값을 사용해 학습하였는데, 최적의 이웃 개수 k를 알아내기 위해 1부터 15까지의 값을 차례로 가지게 해 반복적으로 학습을 수행하였고, 점수가 가장 높은 k로 최종 학습을 수행하였다. 분류를 진행하고자 하는 이미지의 중심값을 학습한 모델에 집어넣으면 해당 이미지 속 의류의 색상 클래스를 알아낼 수 있다.

4. 실험 및 결과

<표 4> 의류 이미지 크롤링 키워드

색상 클래스	옷 종류
aqua, black, blue, fuchsia, green, lime, maroon, navy, red, white, yellow	shirts, pants, skirts, dress, t-shirts, pullover

실험에는 의류가 찍힌 이미지를 구글에서 크롤링

- 2) numpy, sklearn.cluster.MinibatchKMeans, collections.Counter, sklearn.metrics.silhouette\_score 사용
- 3) numpy 사용
- 4) numpy, sklearn.model\_selection.train\_test\_split, sklearn.neighbors.KNeighborsClassifier 사용

해 사용하였다. 구글 검색창에 “blue shirts”, “red dress” 등 <표 4>와 같이 색상과 옷의 종류로 검색해 나온 이미지를 크롤링하였고, 옷 이미지가 아니거나 패션쇼, 연예인 착상, 화보 등 옷 한 벌 중심 이미지가 아닌 것을 걸러주었다. 각 클래스에 100개의 이미지가 크롤링 되면 작업을 멈추었다.

효과적인 실험을 위해 데이터를 증대하였다. 이미지의 모든 픽셀의 RGB 값에 86을 더했으며, 더한 값이 255를 초과하면, 해당 값에서 255를 빼 주었다. 이런 방법으로 이미지를 수정한 후, 다시 라벨링 해 데이터셋에 추가하였다. 기존과 증대한 데이터 총 2,200개의 이미지를 사용하여 실험을 수행하였다.




<표 5> 실험 결과

실루엣 분석		K-Means + KNN			CNN[3]
		X	O		
중심값 지정법		-	최대 군집	가중 평균	
학습	CPU시간	1' 49"	43h 04' 53"		28' 27"
	메모리	685 MB	299 MB		840 MB
테스트	CPU시간	1.70 ms			12.23 ms
	메모리	151 MB			695 MB
정확도		0.72	0.78	0.71	0.75

실험 결과는 <표 5>와 같다. 실루엣 분석을 진행하지 않은 k-평균 군집화 알고리즘은 군집 개수를 1로 설정하였고, k-최근접 이웃 알고리즘은 크롤링한 데이터를 사용해 사전 학습하였다. 실험에 사용한 컴퓨터는 intel® Core™ i7-9700F 3.00GHz CPU와 16GB DDR4 RAM이 탑재되어 있다.

최대군집을 중심값으로 하는 실루엣 분석을 진행한 k-평균 군집화 알고리즘이 약 0.78의 정확도와 299MB의 메모리를 사용하여 높은 정확도와 적은 메모리 사용량을 보여주었지만, CPU 시간이 43시간 4분 53초라는 점에서 매우 느리다. 반대로 실루엣 분석을 진행하지 않은 k-평균 군집화 알고리즘을 사용한 방식은 1분 49초 CPU 시간이 걸려 가장 빠른 속도를 보여주었으나, 다소 낮은 정확도(0.72)와 높은 메모리 사용량(685MB)을 보여주었다.

<표 6> 배경색이 존재하는 이미지 분석

이미지	실루엣 분석	
	X	O
		
분류 결과	white	blue

이러한 성능 개선은 <표 6>과 같이 이미지의 옷의 색상은 파란색이지만 배경이 흰색이 아닌 경우 등에서 나타난다. 옷의 색상이 아닌 주변 색이 분류 결과에 영향을 미치는 경우 군집 개수를 고정하거나 모든 군집에 가중치를 두어 중심값을 계산하는 것은 좋지 않은 방법이다.

결과 비교를 위해 Rachmadi와 Purnama의 합성곱 신경망 모델[3]을 사용해 데이터셋을 실험해 보았다. 분류 정확도는 약 0.75로 최대군집을 중심값으로 사용하는 실루엣 분석을 진행한 k-평균 군집화 알고리즘보다 낮은 정확도를 보여주었다. 또한, 학습

시간이 28분 27초 CPU 시간이 걸려 실루엣 분석을 진행하지 않은 k-평균 군집화 알고리즘을 사용한 방식(1분 49초)보다 수행 시간이 길었으며, 분류는 12.23밀리초 CPU 시간이 걸려 두 방식의 분류 시간(1.70밀리초)보다 많이 걸렸다. 특히, 메모리를 학습에 840MB를, 분류에 695MB를 사용해 실험한 모든 알고리즘 중 가장 많은 메모리를 사용하였다.

즉, 실루엣 분석을 진행하지 않은 k-평균 군집화 알고리즘을 사용한 분류 방식은 비교적 짧은 수행 시간과 적은 메모리를 사용해 합성곱 신경망과 유사한 정도의 정확도를 도출해낼 수 있는 알고리즘이다. 이는 최근 서비스를 시작한 소규모 온라인 쇼핑몰 사업에서도 적은 비용으로 추천 시스템을 위한 이미지 속 의류 색상 분류를 수행할 수 있게 한다. 만약, 분석을 수행할 충분한 시간과 비용이 있다면, 최대군집 중심값을 사용하는 k-평균 군집화 알고리즘 방식이 더욱 정확도가 높고 메모리 사용량도 낮으므로 괜찮은 선택이 될 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 k-평균 군집화 알고리즘과 k-최근접 이웃 알고리즘을 사용해 상품 이미지 속 의류의 색상을 분류하는 방식에 대해 실험하였다. 실험 결과 실루엣 분석을 수행하지 않은 k-평균 군집화 알고리즘은 적은 수행 시간과 메모리 사용량을 보여주었고, 최대군집을 중심값으로 사용한 실루엣 분석을 진행한 k-평균 군집화 알고리즘은 가장 높은 정확도를 보여주었다. 만약 새로 사업을 시작하는 온라인 쇼핑몰일 경우, 경제적인 실루엣 분석을 수행하지 않은 k-평균 군집화 알고리즘을 사용해 패션 이미지의 색상을 분석해 사용자 개인화 추천 시스템을 구축할 수 있을 것이다. 만약 비용을 고려할 필요가 없다면, 정확도가 높은 최대군집을 중심값으로 하는 실루엣 분석을 진행한 k-평균 군집화 알고리즘 방식도 좋은 선택지가 될 것이다.

다만, 전자는 배경색을 분석에 활용해버리는 문제가, 후자는 매우 긴 CPU 시간이 걸린다는 한계가 있다. 향후에는 한 개 이상의 색상이 존재하는 이미지에 대해 더욱 정확하고 빠른 분석이 가능한 알고리즘을 연구할 필요가 있다고 사료된다.

참고문헌

[1] 박남희, 최윤미 “패션 AI의 학습 데이터 표준화를 위한 패션 아이템 이미지의 색채와 소재 속성 분류 체계”, 한국의류학회지 44권 2호, pp. 354-368, 2020

[2] 김형숙, 이종혁, 이현동 “인공지능 기반 개인 맞춤형 의류 추천 서비스 개발”, 스마트미디어저널 10권 1호, pp. 116-123, 2021

[3] Reza Fuad Rachmadi, I Ketut Eddy Purnama “Vehicle Color Recognition using Convolutional Neural Network”, arXiv:1510.07391, Cornell University, 2018