CIE Lab 색체계와 Mean Shift 색상 군집화를 사용한 반려동물 건강 분석 애플리케이션

조승훈, 박소은, 김예담, 김용강*

국립공주대학교

whtmdgns70@gmail.com, bok070950@smail.kongju.ac.kr, yedam1113@smail.kongju.ac.kr,
*ygkim@kongju.ac.kr

Pet health analysis application using CIE Lab color space and mean shift color clustering

Seung Hoon Jo, So Eun Park, Ye Dam Kim, Yonggang Kim*

Kongju National University

요 약

본 논문에서는 반려동물의 토사물을 촬영한 이미지를 통해 반려 동물의 건강 상태를 파악하는 데 도움을 주는 애플리케이션을 제안한다. 제안한 시스템에서는 생상 군집화 알고리즘 중 하나인 mean shift 알고리즘과 인간의 색체 지각에 기반한 CIE Lab 색 체계를 사용하여 토사물 이미지 색상을 비교 뷴석한다. 토사물 이미지 색상 분석을 통해 반려동물의 질병 조기 발견에 도움을 주고자 한다.

Ⅰ. 서 론

서울시에서 반려동물 보유 여부를 2016년 19.0%, 2019년 20.1%, 2022년 22.2%로 추정하고 있다. 하지만 반려동물 병원은 일반 병원에 비해 수가 적고, 특히 인구 수가 적은 지역에서는 반려동물 병원의 부족과 서비스 제공의 한계로 인해 반려인들이 난항을 겪고 있다. 서비스 제약이 상황에서 반려동물의 건강 상태를 신속하게 파악하고 진단하는 방법 중 하나로 반려동물의 토사물의 색을 확인하는 방법이 있다. 하지만, 육안으로는 토사물 색상 및 심각성 판단이 어려워 조기 진단 정확률이 높지 않은 문제가 발생한다. 본 연구에서는 반려동물의 토사물 색상 분석을 통해 반려동물의 건강 상태를 조기 진단할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 제안한 애플리케이션에서는 이미지 색상 군집화 알고리즘 중 하나인 mean shift 알고리즘으로 불필요한 데이터를 줄이고, 사람의 색 인지에 기반한 CIE Lab 색 체계를 사용하여 토사물 이미지 색상 분석 결과를 제공한다. 본 연구는 반려인에게 신속하게 건강 상태 평가를 제공하여 질병의 조기 발견에 도움을 주자 한다.

Ⅱ. 이미지 색상 군집화 구현

본 논문에서는 이미지에서 색상을 추출하는 과정에서 조명과 그림자와 같은 여러 환경적 요소들로 인해 영향을 받은 색상이 제시된 색상과 일치할 수도 있으며 실제 사용자가 인식한 것과는 다른 색상이 인식될 가능성이 존재하기 때문에 색상 군집화를 사용하여 이미지를 처리해 이러한 문제점을 해결한다. 색상 군집화를 위해 mean shift 알고리즘을 이용하여 토사물 이미지를 분석한다. Mean shift 알고리즘은 군집의 수를 사전에 지정하지 않아도 된다는 점과 데이터 포인트들의 밀도를 기반으로 군집화하기 때문에 해당 이미지 처리에 적합하다.

본 연구에서는 컴퓨터 비전 라이브러리인 OpenCV를 사용해 평균이동 알고리즘을 구현하였다. 사용자가 촬영한 사진을 Byte 배열 형식의 데이터로 넘겨받고 각 픽셀을 데이터 포인트로 삼아 군집화하도록 하였다. OpenCV를 사용해 mean shift 알고리즘을 작성하면 같은 그룹으로 간주할 범위를 지정하는 공간윈도우 값과 같은 그룹으로 간주할 색상의 차이를 지정하는 색상윈도우 값을 파라미터값으로 입력해야 한다. 이때 파라미터값이 적절하지 않으면 이미지 처리를 위한 연산에 너무 많은 시간을 소요하므로 적절한 파라미터 값 설정이 중요하다. 애플리케이션 구현 시 이미지의 환경을 3024x4032 px로 통제하였으며 공간윈도우 값이 5 / 10 / 15일 때, 색상윈도우 값이 20 / 40 / 60 / 80일 때 처리된 이미지를 가지고 적절한 파라미터를 선택하였다. 이미지의 색상 처리 강도의 적합성과 처리 시간을 평가 항목으로 설정하였다.

그림 1은 파라미터 별 처리시간 측정 결과를 나타낸다. 사용자의 편의성 및 시스템 성능 향상을 위해 처리 시간이 5초 이하인 파라미터 값들을 취하고 그 외 값들은 제외하였다.

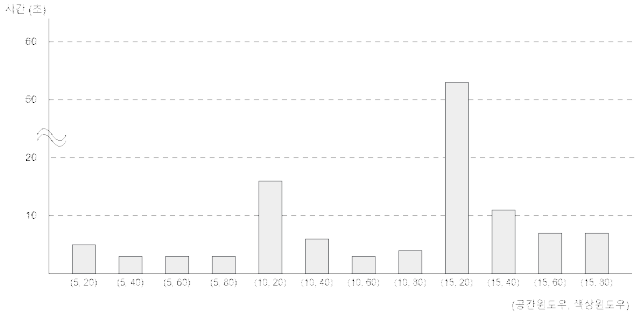

그림 1. 공간 및 색상 윈도우 값에 따른 처리 시간 그래프.

5초 이하의 처리 시간을 보이는 공간윈도우 값과 생상윈도우 값 중, 처리된 이미지를 비교하여 이미지의 세부 내용을 표현하며 환경적 변수를 차단하는 파라미터를 선정하였다. 실험 결과 기반 가장 적절한 값인 (10, 60), 즉 공간윈도우는 10, 색상윈도우는 60의 값을 적용해 시스템에 구현하였다. 선택된 파라미터 값은 예시로 사용된 사진뿐만이 아니라 3024x4032 px인 이미지에서도 다른 파라미터 대비 대부분 준수한 성능을 보였다.

Ⅲ. CIE Lab 색체계 기반 색상 일치율 분석

기존의 RGB를 이용해 표현하는 색상은 인간의 시각적 인지와 일치하지 않는 경우가 존재한다. RGB는 빛의 삼원색인 빨강, 초록, 파랑을 결합해 색상을 표현하는데, 이는 일반적으로 인간의 시각적 체계와 어느 정도 일치하지만 완전히 일치하지 않는다. 따라서 인간의 시각 시스템에 더 적합하게 설계된 CIE Lab 색공간을 사용하여 본 연구를 진행하였다. CIE Lab은 밝기(L*), 색도(a*, b*) 정보를 나타내는 세 개의 축으로 구성되어 있다.

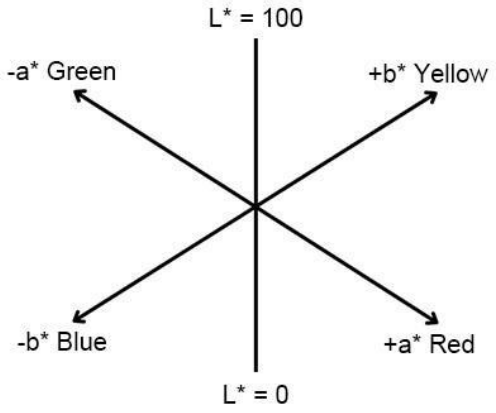

그림 2. CIE Lab 색공간

이미지에서 추출한 RGB 정보를 CIE Lab 색공간으로 변환하기 위해서 CIE(국제조명위원회)가 정의한 CIE1931의 변환식을 이용해 RGB 정보를 CIE XYZ로 변환하고, 이후 CIE1976의 변환식을 이용해 XYZ 정보를 CIE Lab 색공간으로 변환하였다. 계산된 사용된 변환식은 아래와 같다 [1].

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix}$$

$$L^* = 116\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - \frac{16}{116}\right]$$

$$a^* = 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right]$$

$$b^* = 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right]$$

촬영한 토사물의 색상을 파악하기 위해 CIEDE2000 색차식을 사용하였다. CIEDE2000은 Lab 색 공간에서 두 색의 차이를 계산하는 공식으로, 기존의 색차식들 중 인간의 시각과 가장 비슷하게 두 색상을 비교하도록 모델링 되어있다. 색의 차이를 정확하게 계산하기 위해 CIEDE2000 에서는 색도(C), 색조(H), 밝기(L) 차이에 대한 보정을 진행하며, 본 연구에서는 이를 활용해 토사물의 색상을 감지하였다. 계산에 사용한 변환식은 아래와 같다 [2].

$$\Delta E_{00}^{12} = \Delta E_{00}(L_1^*, a_1^*, b_1^*;\ L_2^*, a_2^*, b_2^*)$$

$$= \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T\left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)\left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)}.$$

토사물의 색상은 총 6가지로 노란색(255, 255, 0), 녹색(0, 255, 0), 빨간색(255, 0, 0), 검은색(0, 0, 0), 분홍색(255, 192, 203), 갈색(139, 69, 19)으로 분류하였으며, 각각 RGB 값을 지정해 주었다. 이미지로부터 RGB 값을 가져오기 위해 Google Cloud Vision API를 사용하였다. API로부터 값을 전달받게 되면, RGB 값을 CIE Lab 색공간으로 변환하고, CIEDE2000을 6가지 색상에 각각 적용해 가장 작은 값을 가진 색상으로 토사물의 색을 분류한다. CIEDE2000의 결과값이 작을수록 두 색상 간의 일치도가 높다.

위와 같은 과정을 거쳐, 추출된 토사물의 색상을 기반으로 반려동물에게 이상이 있는지 판단하여 원인과 의심되는 질병을 제시하며 개인이 할 수 있는 적절한 대처방안과 도움을 줄 수 있는 주변 의료기관의 정보를 사용자에게 제공하게 된다.

Ⅳ. 결론

본 연구는 반려동물의 토사물을 촬영하여 이미지를 처리하는 과정에서 mean shift 알고리즘을 사용해 불필요한 데이터들을 줄였으며 이미지에 포함된 색상들을 CIE Lab색체계로 변환해 색상 일치율을 분석하였다. 이를 통해 반려동물이 보유한 질병의 조기 발견에 도움을 주고 적절한 대처방안을 제시한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2022-00166739).

참 고 문 헌

[1] Kheng, L. W. “Color spaces and color-difference equations,” *Color Res. Appl*, vol. 24, pp. 186-198, 2002.

[2] Sharma, G., Wu, W., & Dalal, E. N. “The CIEDE2000 color difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations,” *Color Research & Application*, vol. 30, no. 1, pp. 21-30, 2005.