

<얼굴인식 및 여드름 객체 탐지>

3 학년 201810866 융합전자공학과 김 건

3 학년 201810876 융합전자공학과 문성준

4 학년 201810890 융합전자공학과 정우성

요약

이 연구에서는 얼굴인식과 여드름 객체 탐지에 대해 다루고 있습니다. 여드름은 비염증성 여드름, 염증성 여드름, 화농성 여드름으로 나뉘는 단계적인 특성을 갖습니다. 한 사람의 얼굴에는 이러한 여드름 종류가 복합적으로 나타나며, 이를 단순히 객체로 검출하는 것은 쉽지 않습니다. 따라서 여러 가지 객체 탐지 방법을 사용하여 여드름의 특징에 따라 검출이 잘 되는지 확인하고 그 특성을 살펴보았습니다.

연구는 얼굴 사진 이미지를 사용하며, 얼굴인식에는 매트랩(Matlab)과 파이썬을 활용했습니다. 여드름 객체 탐지에는 색상 탐지 방법, 이진화 검출 방법, 에지 검출 방법, 주파수 영역 탐지 방법 등 4 가지 방법을 사용했습니다. 이진화 탐지 방법은 주파수 영역, 에지검출 방법에 사용되기도 하지만, 명확한 여드름의 특징을 확인할 수 없어 실험 결과에서 제외되었습니다. 최종적으로 주파수 영역 탐지 방법, 색상 탐지 방법, 에지 검출 방법의 세 가지 방법을 사용하였습니다. 각 방법의 검출 특징과 여드름의 종류에 따른 특징을 비교하였습니다.

주파수 영역 탐지는 주파수 성분을 분석하여 비염증성 여드름을, 색상 탐지는 붉은 색상을 활용하여 염증성 여드름을, 에지 검출은 윤곽을 추출하여 화농성 여드름을 잘 검출하는 특징을 가지고 있습니다. 따라서 복합적으로 이러한 탐지 방법을 사용하면 얼굴에서 여드름을 종류에 따라 정확하게 검출할 수 있습니다.

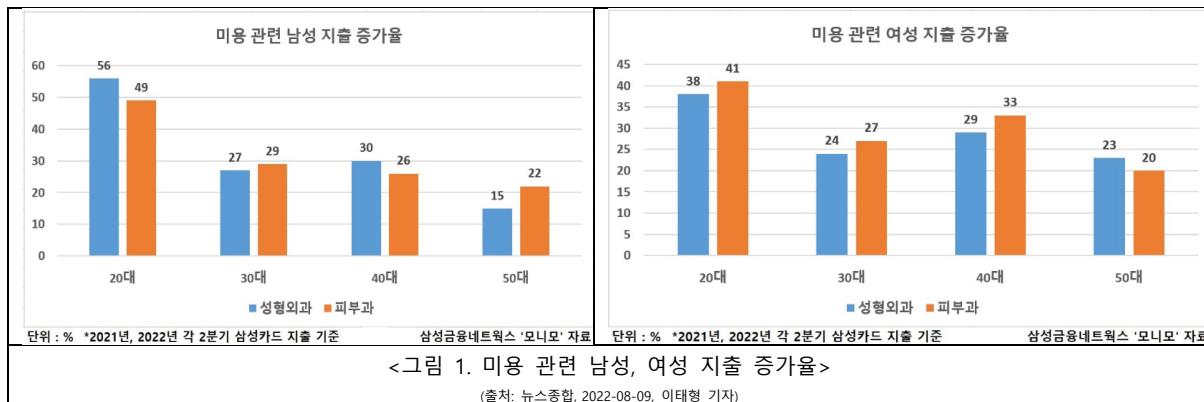
최종적으로 이 연구는 얼굴 인식과 여드름 객체 탐지를 통해 피부 진단 서비스를 계획하고 있습니다. 여러 가지 객체 탐지 방법을 활용하여 얼굴에서 여드름을 종류에 따라 정확하게 검출하고자 합니다. 이를 통해 사용자들은 자신의 얼굴 사진을 통해 비염증성 여드름, 염증성 여드름, 화농성 여드름의 종류를 진단할 수 있는 피부 진단 서비스를 이용할 수 있을 것으로 기대됩니다. 이러한 서비스는 개인의 피부 상태를 파악하고 적절한 치료 방향을 제시하는 데 도움을 줄 수 있을 것입니다.

Instruction –

주제 선정이유

주제 선정 이유로는 코로나 이후 마스크 벗게 되면서 피부에 대한 관심도가 높아진다는 사실을 고려하였습니다. "마스크 벗은 20 대, 성형·피부과 진료 40% 이상 늘어"라는 뉴스(출처: 뉴스종합, 2022-08-09, 이태형 기자)에 따르면 삼성카드는 2021년과 2022년의 각 2분기를 비교하여 외부 활동이 늘고 실외 마스크 착용 제한이 풀리면서 미용 관련 진료가 크게 늘어난 것으로 나타났습니다. 이는 코로나로 인한 장기간의 마스크 착용으로 인해 피부 문제가 증가하고, 마스크 벗게 되면서 사람들이 피부에 대한 관심과 관리 의지를 높였다는 의미입니다. 이에 따라 얼굴인식과 여드름 객체 탐지를 통한 피부 진단이 주로 선정되었습니다. 연구는 사용자들이 자신의 얼굴 사진을 통해 비염증성 여드름, 염증성 여드름, 화농성 여드름의 종류를 진단하고

피부 상태를 파악할 수 있는 서비스를 개발하고자 합니다. 이를 통해 자신의 피부 상태를 정확하게 파악하고 적절한 치료와 관리 방법을 선택할 수 있게 됩니다.



여드름의 종류

최유진의 '여드름의 단계별 치료방법'이라는 한국건강관리협회지 39 권, 7 호 (2015)의 학술 논문을 인용하여 실험에서 여드름을 3 단계로 나누어 진행하였습니다. 이 학술 논문에서는 여드름의 각 단계별 및 증상별로 치료를 다르게 접근하는 것이 중요하다고 강조하고 있습니다. 논문에서 언급한 바에 따르면 여드름 을 3 가지 단계로 구분하고 있습니다.

첫 번째 단계는 여드름 초기의 비염증성 여드름(좁쌀 여드름)입니다. 이 단계에서는 하얀 여드름 (화이트헤드)이나 검은 여드름(블랙헤드)가 주로 발생한다고 언급하고 있습니다.

두 번째 단계는 여드름 중기의 염증성 여드름(붉은 여드름)입니다. 이 단계에서는 피지선 내에 번식하는 세균으로 인해 붉은 여드름이 발생한다고 설명하고 있습니다.

세 번째 단계는 여드름의 마지막 단계인 화농성 여드름(결절성 여드름)입니다. 이 단계에서는 여드름의 고름이 피부 깊이 침투하여 심한 화농성 여드름이 형성된다고 언급하고 있습니다.

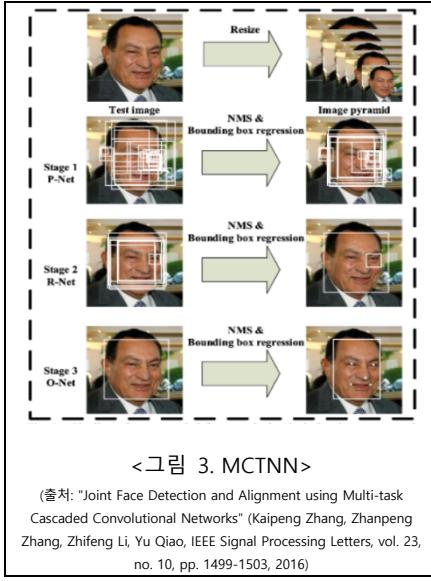
본 실습에서는 이 학술 논문을 참고하여 여드름의 단계별로 영상 처리를 사용하여 검출하는 연구를 수행하였습니다.



얼굴인식 방법 소개

1. 파이썬을 이용한 얼굴 인식 MTCNN(Multi-task Cascaded Convolutional Networks)

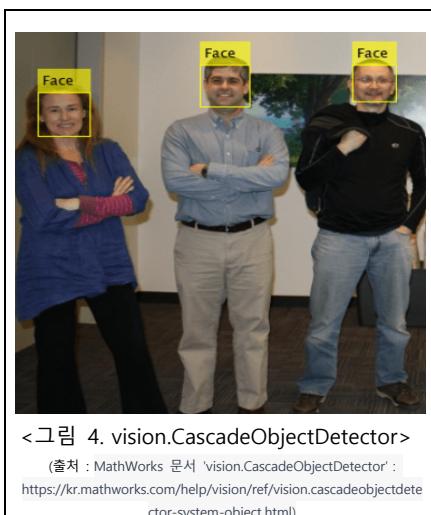
본 실험에서는 얼굴 인식을 위해 MTCNN(Multi-task Cascaded Convolutional Networks) 알고리즘을



사용하였습니다. 이 알고리즘은 Python의 MTCNN 패키지를 활용하여 구현하였으며, OpenCV('cv2')와 Matplotlib(matplotlib.pyplot) 라이브러리도 함께 활용하였습니다. MTCNN은 단계별로 구조를 통해 초기 검출 단계에서 불필요한 영역을 제거하고 정확도를 향상시키면서도 연산 비용을 줄일 수 있는 장점을 갖고 있습니다. 또한, 변동성이 있는 얼굴을 신뢰성 있게 처리하며, 얼굴의 랜드마크를 탐지하여 보다 정확한 분석이 가능합니다. 이러한 특징은 얼굴 여드름과 같은 피부 이상을 검출하는데 유용하게 활용될 수 있습니다. 따라서, 본 실험에서는 MTCNN을 선택하여 얼굴 객체 검출에 활용하였습니다. MTCNN은 다양한 환경에서 뛰어난 성능을 보여주며, 매트랩에 비해 좀 더 정확한 얼굴 인식을 가능하게 해주는 강력한 도구입니다.

2. Matlab 을 활용한 얼굴인식 vision.CascadeObjectDetector

얼굴인식을 위해 Matlab의 컴퓨터 비전 툴박스에서 제공하는 vision.CascadeObjectDetector 객체를

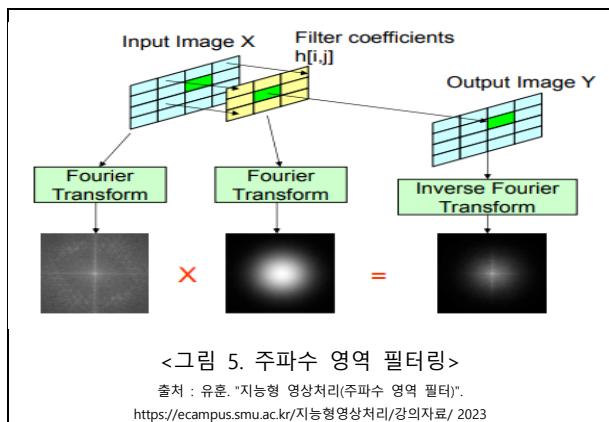


사용했습니다. 이 객체는 사전에 학습된 분류기를 활용하여 얼굴을 식별하는 데 사용됩니다. 이 분류기는 다양한 크기와 위치의 얼굴 패턴을 학습하여 얼굴 검출을 효과적으로 수행할 수 있도록 훈련되었습니다. 주로 Haar-like 특징과 AdaBoost 알고리즘을 이용하여 얼굴과 비-얼굴 영역을 분류합니다.

vision.CascadeObjectDetector 객체는 간편하고 사용하기 쉬운 인터페이스를 제공하며, 실시간 얼굴 검출에 적합한 경량 알고리즘 구조를 가지고 있습니다. 빠른 처리 속도를 특징으로 하며, 실시간 비디오 스트림과 같은 실시간 환경에서도 효율적으로 작동합니다. 또한 다양한 환경에서 얼굴을 신뢰성 있게 검출할 수 있는 능력을 갖추고 있습니다. 위와 같은 이유로 vision.CascadeObjectDetector 객체를 선택하여 얼굴 인식을 수행하였습니다.

여드름 탐지 방법 소개

1. 주파수 영역을 이용한 탐지



여드름 단계 중 초기 단계인 비염증성 여드름(좁쌀 여드름)을 검출하기 위해 주파수 영역을 이용한 탐지 기법을 사용합니다. 이 기법은 이미지를 주파수 영역으로 변환하기 위해 FFT(고속 푸리에 변환)을 사용하고, 그 후에 high pass 필터링을 통해 여드름을 검출합니다. 비염증성 여드름은 피지선의 과도한 분비로 인해 발생하며, 이로 인해 여드름에 특징적인 주파수 성분이 생성됩니다. 이러한 주파수 성분은 주파수 영역에서 탐지될 수 있으며, 이를 통해 여드름을 구분하는 데 도움이 됩니다. 주파수 영역에서의

분석은 여드름에 특화된 성분을 강조하고 일반적인 이미지 구조나 배경 정보를 억제함으로써 여드름을 뚜렷하게 나타내는 데 도움이 됩니다.

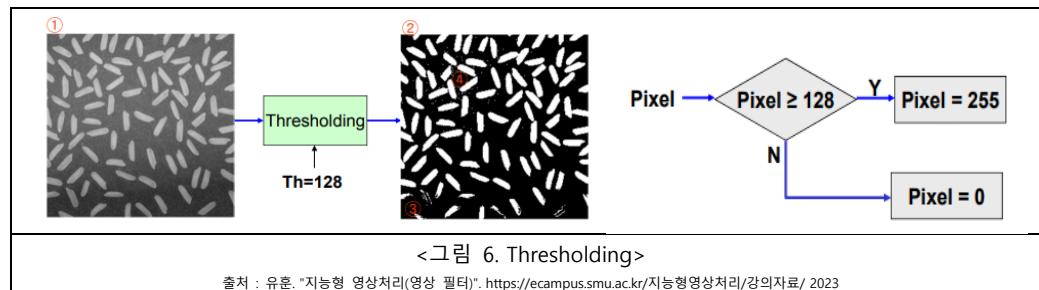
하이패스 필터링은 이미지의 고주파 성분, 즉 여드름에 특징적인 성분을 강조하는 데 사용됩니다. 이 필터링은 주파수 영역에서 저주파 성분을 제거하여 고주파 성분을 강조함으로써 여드름을 뚜렷하게 보이게 합니다. 이를 통해 비염증성 여드름을 구분하고 검출할 수 있습니다.

2. 색상을 이용한 탐지

여드름 단계 중 2 단계인 염증성 여드름(붉은 여드름)을 검출하기 위해 색상을 이용한 탐지 기법을 사용합니다. 이 기법은 이미지에서 피부 영역을 추출한 후, 해당 영역의 색상 정보를 분석하여 염증성 여드름을 검출합니다. 염증성 여드름은 일반적으로 붉은 색을 띠고 있기 때문에 "붉은 여드름"으로 표현됩니다. 이를 위해 RGB 를 HSV 로 변환하여 검출하는데, HSV 색 공간은 색상 정보를 강조하여 특정 색상 범위를 구분하기에 용이합니다. 붉은 색상이 여드름 검출에서 중요하므로 HSV 색 공간을 사용하여 붉은 여드름을 구분할 수 있습니다. 또한, HSV 색 공간에서는 색상, 채도, 명도의 요소를 독립적으로 조정할 수 있어서 특정한 색 범위를 설정하고 채도와 명도 요소를 조절하여 적절한 여드름 영역을 검출할 수 있습니다.

3. 이진화를 이용한 탐지

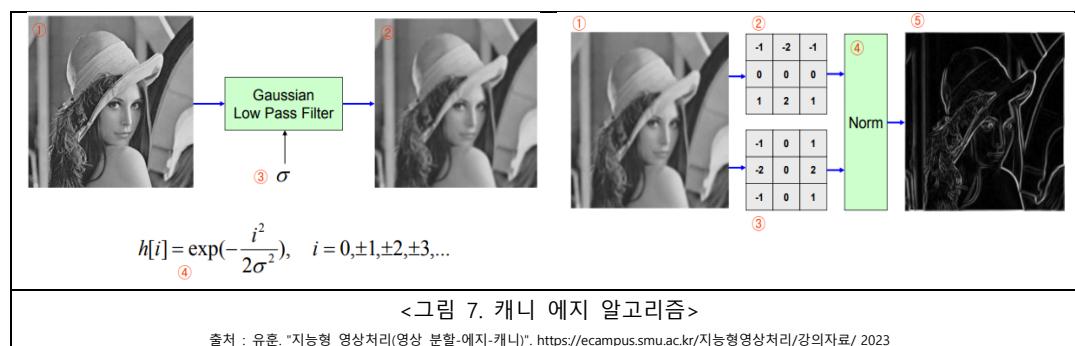
여드름 단계 중 3 단계인 화농성 여드름(결정성 여드름)을 검출하기 위해 이진화를 이용한 탐지 방법을 시도했습니다. 이진화는 이미지를 흑백으로 변환하여 명암 대비를 강조하고 객체를 분리하는 데 사용될 수 있습니다. PDF를 확인하여 임계값을 설정하고, 여드름 객체를 분리하기 위한 시도를 진행했습니다. 그러나 여드름은 단일한 형태나 명암 패턴으로 정확하게 표현되지 않을 수 있기 때문에 여드름의 명확한 특징을 확인하기 어려웠습니다. 이에 따라 이진화 방법을 단독으로 사용하는 것보다 주파수 영역이나 에지 검출 방법과 함께 여드름 객체를 분리하는 데 이진화 방법을 추가로 사용했습니다. 이러한 방법을 통해 여드름의 특징을 더욱 정확하게 감지할 수 있었습니다.



4. 에지를 이용한 탐지

여드름 단계 중 3 단계인 화농성 여드름(결정성 여드름)을 검출하기 위해 캐니 에지 알고리즘을 이용한 탐지 방법을 사용했습니다. 캐니 에지 알고리즘은 영상에서 에지를 찾기 위해 널리 사용되는 기법 중 하나입니다.

캐니 에지 알고리즘은 여러 단계의 처리 과정을 거쳐 에지를 검출합니다. 먼저, 가우시안 필터링을 통해 이미지를 평활화하여 잡음을 감소시킵니다. 그 다음, 그라디언트 방향과 크기를 계산하여 이미지에서 에지의 방향을 추정합니다. 그 후, 이중 임계값을 사용하여 강한 에지와 약한 에지를 구분합니다. 강한 에지는 실제 에지로 간주되고, 약한 에지는 후보 에지로 남겨집니다. 마지막으로, 이중 임계값에 기반하여 약한 에지 중 강한 에지와 연결된 에지를 최종 에지로 선택합니다.



캐니 에지 알고리즘을 이용하여 화농성 여드름을 검출하는 이유는 화농성 여드름이 주로 부풀어 오른 부위로 인해 에지가 뚜렷하게 나타나기 때문입니다. 캐니 에지 알고리즘을 적용하면 에지를 강조하고, 객체의 경계를 정확하게 검출하여 화농성 여드름을 식별하는 데 도움을 줄 수 있습니다.

The proposed method –

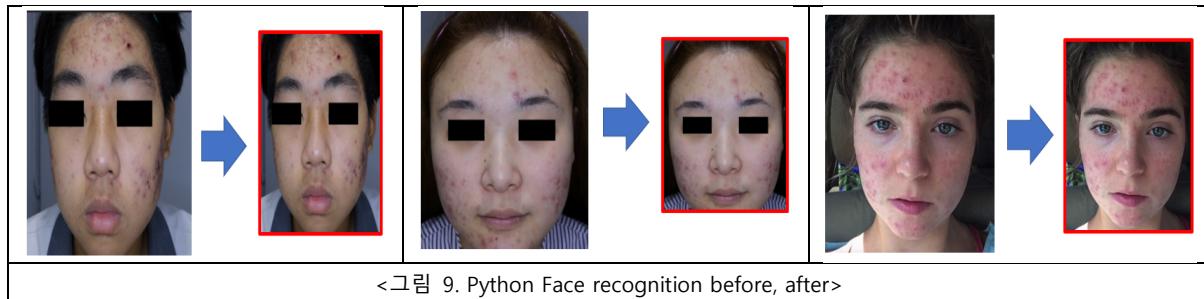
사용 이미지 소개

1. Matlab 을 활용한 얼굴인식



Matlab 의 컴퓨터 비전 툴박스에서 제공하는 `vision.CascadeObjectDetector` 객체를 사용하여 얼굴 인식을 수행한 결과입니다. 이 객체는 사전에 학습된 분류기를 활용하여 얼굴을 식별합니다. 주로 Haar-like 특징과 AdaBoost 알고리즘을 사용하여 얼굴과 비-얼굴 영역을 분류하며, 빠른 처리 속도와 신뢰성 있는 얼굴 검출 능력을 가지고 있습니다. `vision.CascadeObjectDetector` 는 사용하기 쉽고 실시간 환경에서도 효율적으로 작동합니다.

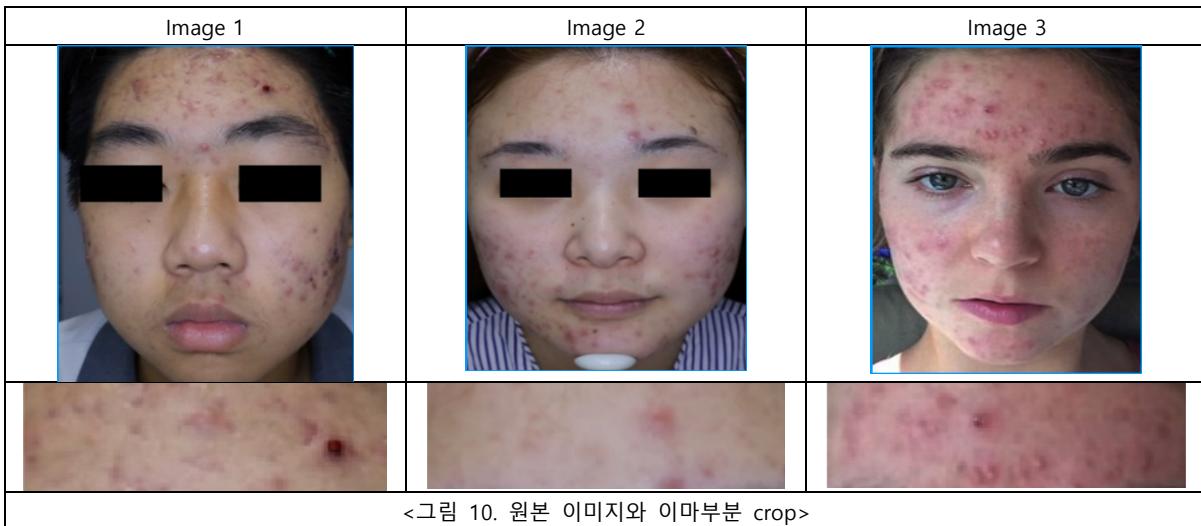
2. Python 을 활용한 얼굴인식



Python 의 `mtcnn` 패키지를 사용한 MTCNN 알고리즘을 통해 얼굴 인식을 수행했습니다. MTCNN 은 다단계 구조를 활용하여 불필요한 영역을 제거하고 정확도를 향상시키는 장점을 가지고 있습니다. 또한, 얼굴의 랜드마크를 탐지하여 정확한 분석이 가능합니다. 이를 통해 다양한 환경에서 뛰어난 성능을 보여주며, Matlab 에 비해 좀 더 정확한 얼굴 인식을 가능하게 해주는 강력한 도구입니다.

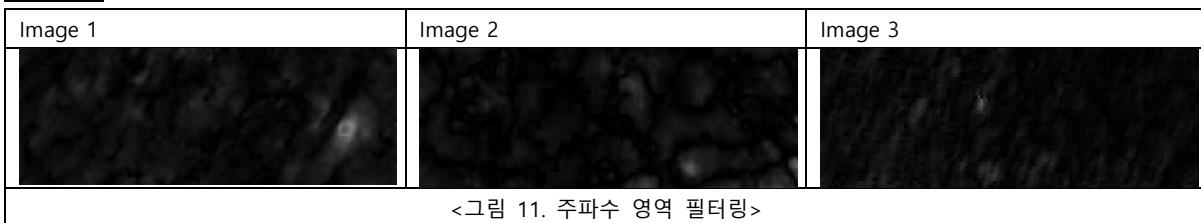
1. 주파수 영역을 이용한 검출

과정 1.



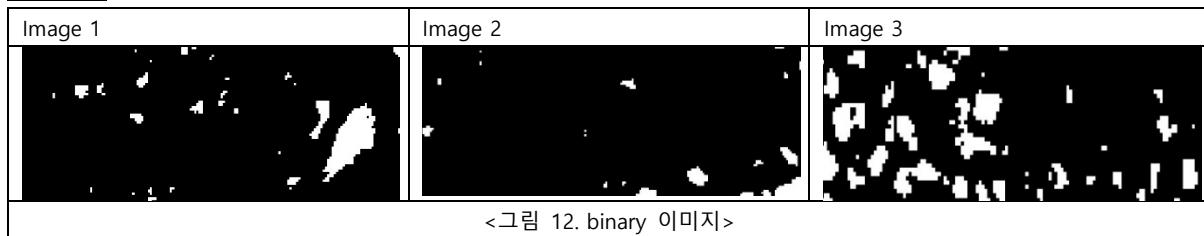
얼굴 인식을 통해 검출된 이미지에 매트랩에서 제공하는 imcrop 함수를 사용하여 여드름 객체를 탐지할 이마부분을 crop 하여 본 실습에서 사용하였습니다.

과정 2.



본 실험에서는 이미지를 주파수 영역으로 변환하기 위해 fft2 함수를 사용하였습니다. 이를 통해 이미지의 주파수 성분을 분석할 수 있었습니다. 필터링 작업을 위해 고주파수 성분을 강조하기 위해 high pass filter 를 선택하였습니다. 이후, 필터링된 주파수 영역의 이미지를 ifft2 함수를 사용하여 다시 시간 영역으로 변환하였습니다. 이 단계에서는 주파수 변환 이전의 이미지로 되돌리는 과정이 진행되었습니다. 위 결과물을 보면 여드름 객체가 강조되었음을 알 수 있습니다.

과정 3.



이진화 과정은 객체 검출을 위해 수행되었습니다. 이를 위해 필터링된 이미지를 이진화하여 픽셀 값을 두 개의 값으로 구분하는 작업을 수행했습니다. 위 결과물을 통해 흰색으로 표현된 객체가 여드름임을 알 수 있습니다.

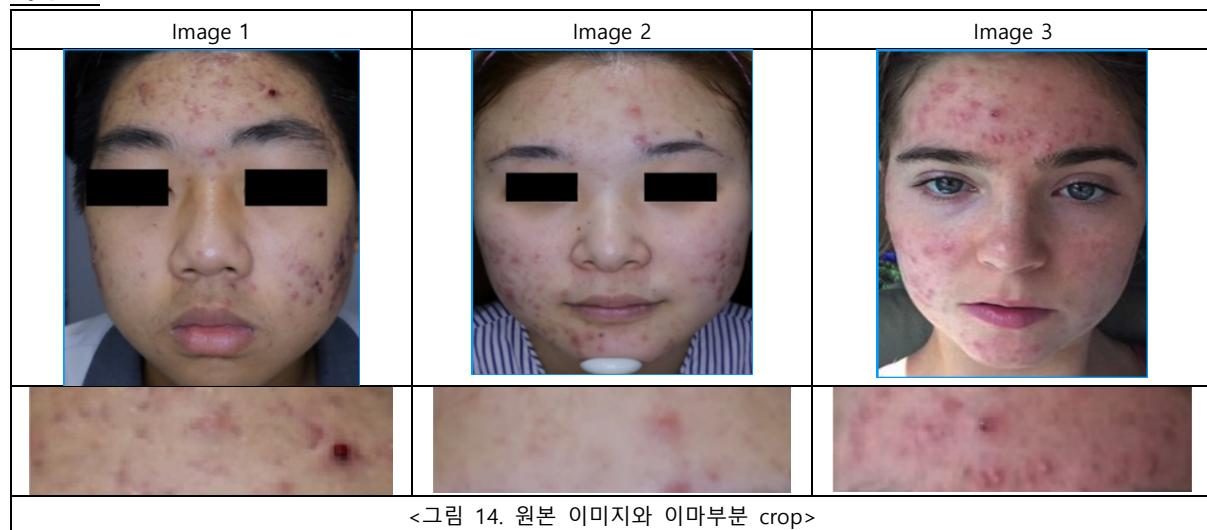
과정 4.



마지막으로, 이진화된 이미지에서 여드름 객체를 검출하기 위해 메타데이터를 활용하였습니다. 이를 통해 객체의 위치, 크기, 형태 등을 파악하여 여드름 객체를 식별하였습니다. 이러한 접근 방식을 통해 여드름 객체를 검출할 수 있었습니다.

2. 색상을 이용한 여드름 검출

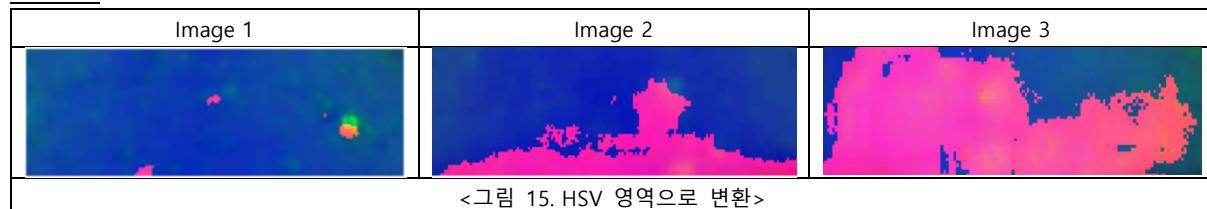
과정 1.



얼굴 인식을 통해 검출된 이미지에 매트랩에서 제공하는 imcrop 함수를 사용하여 여드름 객체를 탐지할 이마부분을 crop 하여 본 실습에서 사용하였습니다.

그 후 RGB 영역의 이미지를 HSV 영역의 이미지로 변환하기 위해서 매트랩에서 제공하는 rgb2hsv 함수를 이용하였고 다음과 같은 이미지를 얻었습니다.

과정 2.



위 이미지를 살펴보면 HSV 영역으로 잘 변환이 된 것을 알 수 있습니다. 그 후 여드름이라고 인식하는 범위의 색상을 0.005 ~ 0.028로 지정을 하여 여드름이라고 선정하여 붉은색으로 표시하여 아래와 같은 이미지를 얻었습니다.

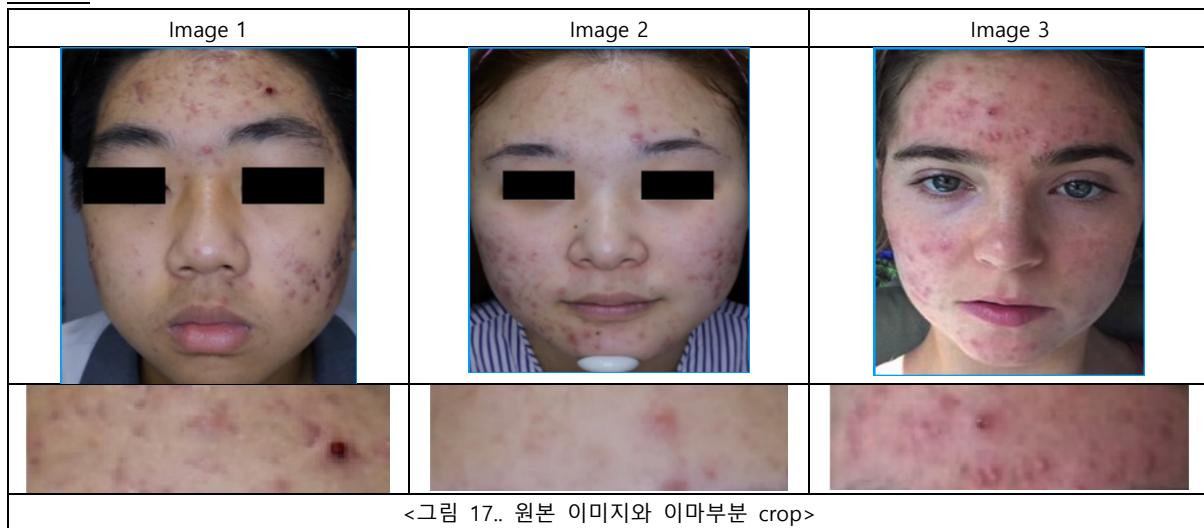
과정 3



위 결과 이미지를 살펴보면 여드름이라고 인식하는 범위의 색상부분이 붉은색으로 표시가 된 것을 볼 수 있습니다.

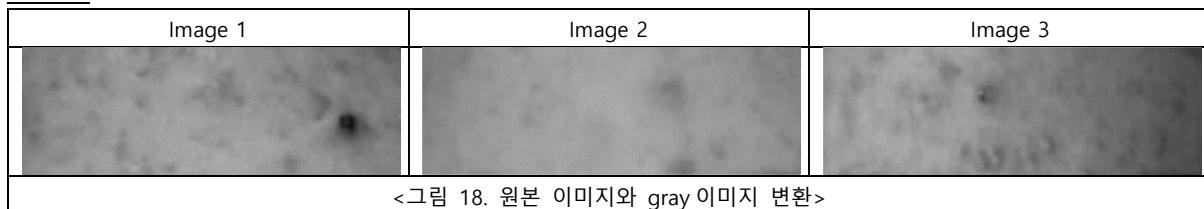
3. 이진화를 이용한 여드름 검출

과정 1.



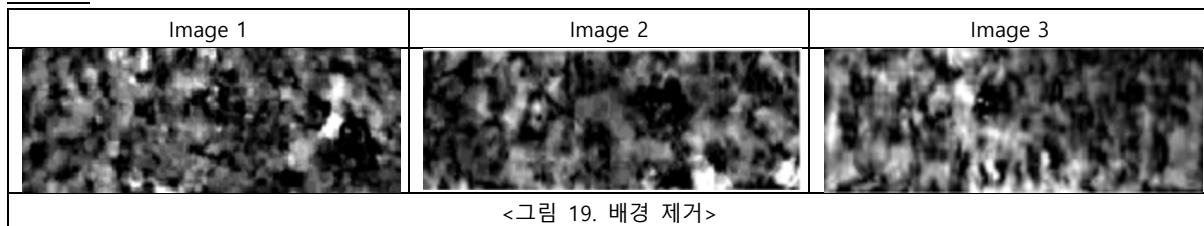
얼굴 인식을 통해 검출된 이미지에 Matlab에서 제공하는 imcrop 함수를 사용하여 여드름 객체를 탐지할 이마부분을 crop 하여 본 실습에서 사용하였습니다.

과정 2.



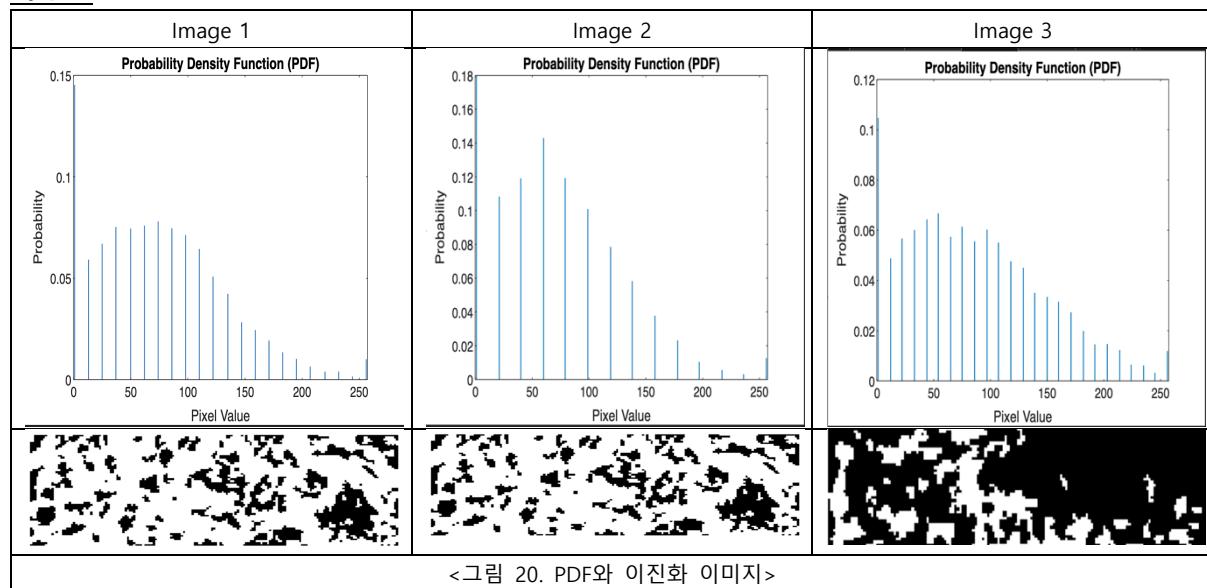
이마 부분을 Crop 해서 나온 이미지에 Matlab에서 제공하는 rgb2gray 함수를 사용하여 Gray 이미지로 변환하였습니다.

과정 3.



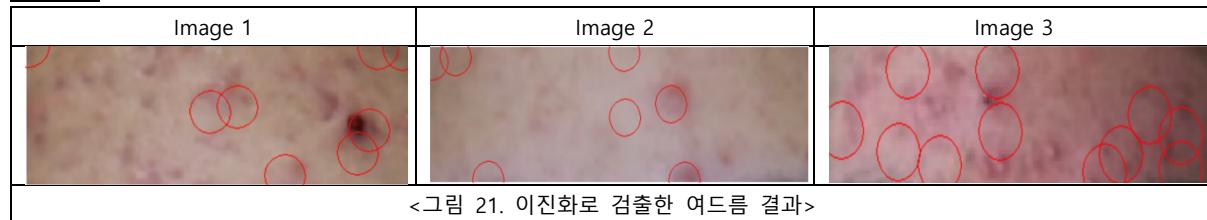
Gray 이미지로 변환 한 이미지에 여드름 객체 탐지에 방해가 되는 배경의 영향을 제거하였습니다.

과정 4.



Pdf 를 확인하여 경계값을 확인하였고 각 이미지에 따라 적절한 임계값을 직접 설정하였습니다.

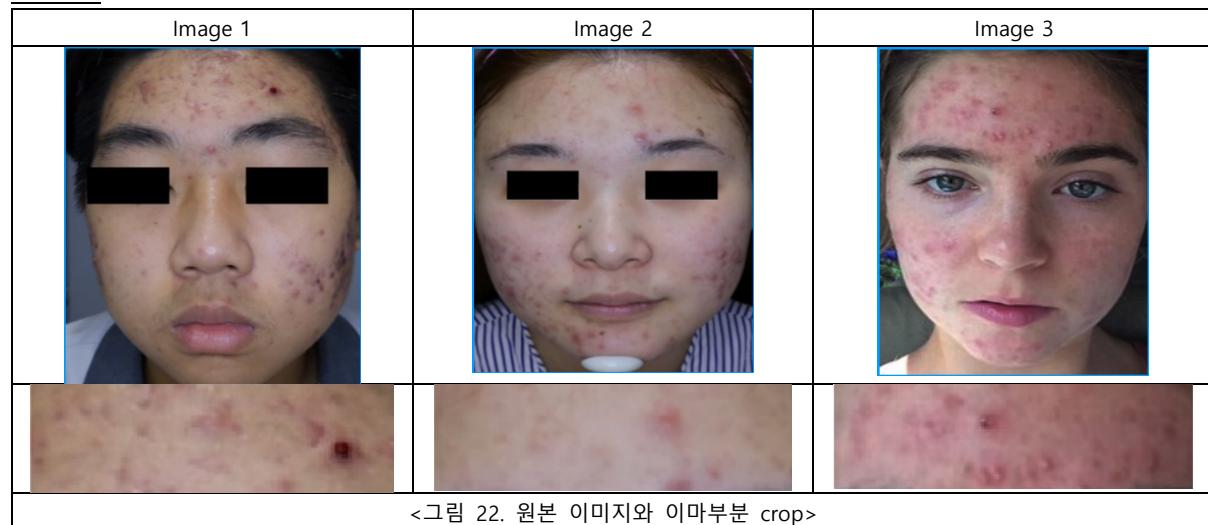
과정 5.



면적값과 중앙픽셀값을 확인하여 객체를 검출할 이진화된 면적값을 설정하여 여드름을 최종적으로 검출하였습니다. 그러나 여드름은 단일한 형태나 명암 패턴으로 정확하게 표현되지 않을 수 있기 때문에 여드름의 명확한 특징을 확인하기 어려웠습니다. 따라서 최종 결과에는 제외하였습니다.

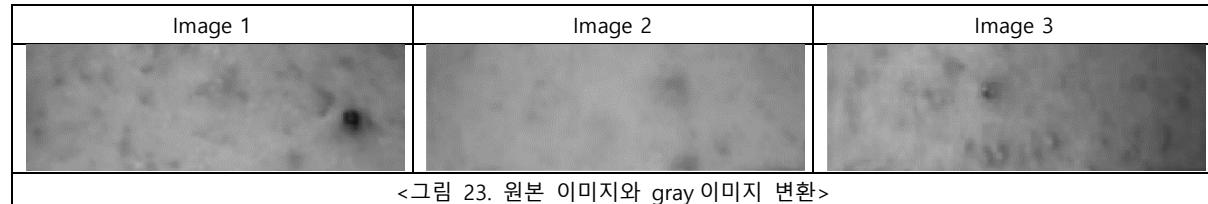
4. 예지를 이용한 여드름 검출

과정 1.



얼굴 인식을 통해 검출된 이미지에 매트랩에서 제공하는 imcrop 함수를 사용하여 여드름 객체를 탐지할 이마부분을 crop 하여 본 실습에서 사용하였습니다.

과정 2.



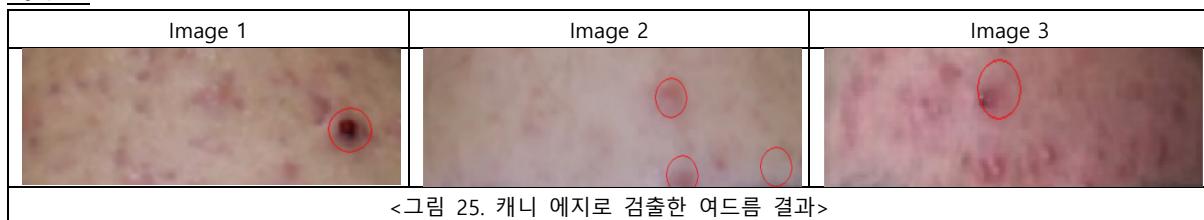
위의 실험에서 이마 부분을 Crop 해서 나온 이미지에다가 Matlab 에서 제공하는 rgb2gray 함수를 사용하여 Gray 이미지로 변환하였습니다.

과정 3.



임계값을 0.05 와 0.5 사이의 값을 설정하여 매트랩 함수 `edge(blurImg, 'Canny', [lowThreshold highThreshold], 'thinning');` 를 사용하여 캐니 엣지 알고리즘으로 에지 검출을 진행 하였다. 그 후 면적값과 중앙픽셀값을 확인하여 객체를 검출할 면적값을 설정하여 여드름을 최종적으로 검출하였다.

과정 4.



그 후 면적값과 중앙픽셀값을 확인하여 객체를 검출할 면적값을 설정하여 여드름을 최종적으로 검출하였다.

simulation results-

본 실습에서 사용한 4 가지 여드름 객체 탐지 방법 중 이진화 탐지 방법은 주파수 영역, 에지검출 방법에 중복으로 사용되며, 여드름의 검출의 명확한 특징을 확인할 수 없어 실험 결과에서 제외되었습니다. 최종적으로 색상영역탐지, 에지검출, 주파수영역을 사용하여 여드름 객체 탐지를 진행하고 실험결과를 통해 각 방법의 특징을 살펴보았습니다.

1. 주파수 영역을 이용한 검출 결과



주파수 영역을 이용하여 이미지에서 여드름을 검출한 결과 화농성 여드름은 물론 정도가 심하지 않은 비염증성 여드름을 모두 잡아내는것을 알 수 있었습니다. 주파수 영역 탐지는 주파수 성분을 분석하여 비염증성 여드름까지 잡아내는 특징을 가졌다는 것을 알 수 있었습니다.

2. 색상 영역을 이용한 검출 결과



색상영역에서 이미지에서 여드름을 검출한 결과 여드름이 있는 영역을 표시하고 붉은 색상을 활용하여 염증성 여드름을 잘 검출하는 것을 볼 수 있습니다. 하지만 검출해야 할 여드름 부분이 너무 많고 붉은색의 기준이 모호한 image3에서는 여드름이라고 검출된 영역이 많이 되어있는 것을 알 수 있었습니다.

3. 에지 검출을 이용한 검출 결과



에지검출을 이용하여 이미지에서 여드름을 검출한 결과 Image1,2,3 를 살펴보면 크기가 크고 경계가 뚜렷한 여드름만 객체로 검출된 것을 알 수 있었습니다. 이를 통해 에지 검출은 윤곽을 추출하여 화농성 여드름을 잘 검출하는 특징을 가지고 있다는 것을 알 수 있었습니다.

Conclusions-

결론적으로 여드름 객체 탐지에 색상영역변환, 에지 검출 방법, 주파수 영역 탐지 3 가지 방법을 사용했습니다. 실험결과를 통해 알아본 각 방법의 검출 특징은 다음과 같습니다. 주파수 영역 탐지는 주파수 성분을 분석하여 비염증성 여드름을, 색상 탐지는 붉은 색상을 활용하여 염증성 여드름을, 에지 검출은 윤곽을 추출하여 화농성 여드름을 잘 검출하는 특징을 가지고 있었습니다. 따라서 복합적으로 이러한 탐지 방법을 사용하면 얼굴에서 여드름을 종류에 따라 정확하게 검출할 수 있을것이란 결론이 나왔습니다. 이러한 검출 방법을 이용하여 최종적으로 이 연구는 얼굴 인식과 여드름 객체 탐지를 통해 피부 진단 서비스를 계획하고 있습니다. 여러 가지 객체 탐지 방법을 활용하여 얼굴에서 여드름을 종류에 따라 정확하게 검출하고자 합니다. 이를 통해 사용자들은 자신의 얼굴 사진을 통해 비염증성 여드름, 염증성 여드름, 화농성 여드름의 종류를 진단할 수 있는 피부 진단 서비스를 이용할 수 있을 것으로 기대됩니다. 이러한 서비스는 개인의 피부 상태를 파악하고 적절한 치료 방향을 제시하는 데 도움을 줄 수 있을 것입니다.

참고문헌-

- 이태형. "마스크 벗은 20 대, 성형·피부과 진료 40% 이상 늘어" 뉴스종합, 2022-08-09
- 최유진. '여드름의 단계별 치료방법', 한국건강관리협회지 39 권, 7 호 (2015)
- Kaipeng Zhang, Zhanpeng Zhang, Zhifeng Li, Yu Qiao. "Joint Face Detection and Alignment using Multi-task Cascaded Convolutional Networks", IEEE Signal Processing Letters, vol. 23, no. 10, pp. 1499-1503, 2016
- MathWorks 문서 'vision.CascadeObjectDetector':
<https://kr.mathworks.com/help/vision/ref/vision.cascadeobjectdetector-system-object.html>
- 휴먼 피부과 소사별점 :http://humanssb.co.kr/clinic/m_bnaacne1.php?top=16&sub=2
- 유훈. "지능형 영상처리(주파수 영역 필터)". <https://ecampus.smu.ac.kr/지능형영상처리/강의자료/> 2023
- 유훈. "지능형 영상처리(영상 필터)". <https://ecampus.smu.ac.kr/지능형영상처리/강의자료/> 2023
- 유훈. "지능형 영상처리(영상 분할-에지-캐니)".<https://ecampus.smu.ac.kr/지능형영상처리/강의자료/> 2023