

비전 인식 기술을 이용한 아토피 진단 검사 시스템 개발

권순민^o, 김정래, 정인범
강원대학교 컴퓨터 정보통신 공학과명

smkwon@snslab.kangwon.ac.kr, jrkim@snslab.kangwon.ac.kr, ibjung@kangwon.ac.kr

Development of atopy diagnostic system based on computer vision technology

Sun-Min Kwon^o, Jeong-Rae Kim, InBum Jung
Department of Computer Information and Communications Engineering
Kangwon National University

요 약

환경오염으로 인해 아토피 등의 피부질환이 증가하고 있으며 이에 국내에서는 인터넷을 통한 아토피 진단 서비스는 많다. 하지만 단순한 설문조사 형식으로 진단에 대한 객관성을 유지하기 어려워 신뢰도가 낮다. 이에 본 논문은 컴퓨터 비전 인식 기술을 활용하여, 컴퓨터에서 처리가능한 아토피 환자의 환부 영상을 수집 및 진단하는 시스템을 개발한다. 아토피 진단 시스템은 환부 영상을 사용자로부터 입력받아 색상 값에 대한 히스토그램을 만들어 정규화한다. 다음으로 정규화된 히스토그램의 확률적 분포를 이용해 역투영한 결과 영상을 만들어 내게 되며 이 역투영 영상을 바탕으로 피부색을 제외한 부분을 아토피 침범 영역이라 판단하게 된다. 최종적으로는 입력 영상으로부터 얻어진 침범 영역, 문진을 이용한 점수를 이용하여 SCORAD 지수 스코어링 하게 된다.

1. 서 론

환경오염으로 인해 아토피 등의 피부질환이 증가하고 있다. 특히 아토피 피부염의 경우 영유아 여섯 명 중 한 명이 앓고 있을 정도로 심각하다. 이렇게 질병의 발병률이 치명적임에도 불구하고 아토피에 대한 정확한 의료정보 및 치료방법이 일반인들에게 많이 알려져 있지 않고 있는 실정이다. 하지만 영유아 환자의 경우 초기진단 시 정확하고 꾸준한 치료를 받는다면 치료율이 80%까지 이르기 때문에 정확한 진단이 매우 중요하다고 볼 수 있다.

이러한 상황에 맞춰 국내에서는 인터넷 등을 통해 피부질환 자가 진단 시스템 등이 서비스 되고 있는 곳이 다수 있으나 대부분이 단순한 설문조사 형태의 원시적인 시스템이다. 이런 경우에 개인별로 설문에 대한 정확한 답변이 어려워 진단에 대한 신뢰도가 낮고 따라서 이용률이 저조하고 다양한 부가정보가 제공되지 않고 있다.

결국, 국내에서는 유무선 네트워크상에서 사진 등의 멀티미디어 정보 기반의 피부질환 진단 시스템 서비스가 전무하다고 할 수 있다 또한 기존의 아토피 진단은 의료 현장에서 의사가 직접 환자의 환부를 보고 판단한다 또는 SCORAD 지수를 가지고 진단을 하게 되는데 아토피의 침범 영역, 증상의 강도, 자각 증상의 정도 등을 가지고 평가하게 된다

실제로 이런 평가 항목들에 대해 객관적인 판단이 어렵기 때문에 기존의 아토피 진단 시스템들은 문진 형태로 제공되어 지고 있다

하지만 본 논문에서는 비전 인식을 통해 환부 영상을 받아 아토피 침범 영역을 계산하고 다른 평가 항목들에 대한 문진 시스템을 제공한다

2. 관련 연구

2.1 피부색 분할

피부색 분할은 칼라 표현의 결정과 피부색 분류의 두 단계로 나누어 생각할 수 있다. 칼라 표현 결정 단계에서는 피부색 분할에 사용하기 위한 색 영역을 결정하게 되는데 보통 HSV 또는 YCbCr, RGB 모델 등의 색 영역이 사용된다. 특히 색 정보를 히스토그램 형태로 사용하는 경우가 많으므로 영역을 어떻게 특정 지을 것인가에 대해 많은 고려가 필요하다

피부색의 분류를 위한 방법으로는 현재 다양한 방법이 연구되고 있다. 기존 방법의 대표적인 예로 Jones와 Rehg는 인터넷에서 획득한 대용량의 영상 데이터로부터의 히스토그램을 통해 통계적 피부색 모델을 구성하였다. 이는 인터넷 상에 있는 사진에서의 일반적인 피부색 분류에는 적합하지만 카메라로부터 직접 획득되는 영상 내 변화하는 조명에서 피부색 분류에는 적합하지 못하다. Chai와 Ngan은 YCbCr의 색 영역에서 피부색 영역을 Y값에 따라 CbCr 피부색 영역을 이동시킴으로서 조명에 강인한 피부색 분할 방법을 제안하였다 Han 등은 JSEG(J-value Segmentation) 알고리즘을 통하여 영상

본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 광역경제권 선도산업 인재양성사업의 연구결과입니다

자체를 색에 따라 양자화시켜 피부색 화소들을 SVM 학습을 통해 인식하고 검출된 화소의 수에 따라 영역을 선별하였다. Hsu 등은 영상 내 가장 밝은 화소를 흰색으로 가정하고 CbCr 색 영역에서 조명을 보정하여 색 항상성을 유지하였다.

이러한 피부색 분할 알고리즘은 화소 기반의 분할 알고리즘과 영역 기반의 분할 알고리즘으로 분류될 수 있다.

2.1 정규화된 RGB 컬러 공간

정규화 RGB는 간단한 정규화 과정으로 구해진 RGB 값과 식(1)에 의해 쉽게 구해질 수 있다

$$r=R/R+G+B \quad g=G/R+G+B \quad b=B/R+G+B \quad (1)$$

정규화된 요소들의 합은 1(r+g+b=1)이기 때문에 세 번째 요소 b는 어떠한 중요한 정보도 가지고 있지 않기 때문에 생략되어서 차원이 축소될 수 있다 남겨진 요소들은 정규화에 의해서 축소된 RGB 컬러 소스의 밝기 값에 대한 r과 g의 의존성으로 종종 순수 색으로 불린다 주변광을 고려하지 않을 때 무광택 표면에 대하여 정규화된 표현의 주목할 만한 특성은 광원에 대한 표면의 방향의 변화에 불변하다는 것이다

2.3 히스토그램 역투영(Histogram back projection)

HSV 색 공간을 가지고 HS 영역에 대한 2차원 히스토그램 분포를 사용하면 사람 영역에서 가장 빈번히 나타나는 컬러 정보를 찾을 수 있다 단 여기서 히스토그램은 정규화 되어있어야 된다 정규화 한다는 것은 각 화소의 빈도수를 전체 화소수로 나눈 것으로 어떤 화소가 얼마나 나타날 수 있는가에 대한 확률을 나타낸다

이 정규화된 히스토그램을 바탕으로 원본 영상에 대한 역투영 영상을 만드는데 빈도수가 높은 화소일수록 밝게 표시한다 역투영된 영상은 가장 빈번한 화소에 대한 확률 분포가 된다

그림 1은 바위산 원영상과 히스토그램을 통해 역투영된 영상 둘을 비교한 그림이다

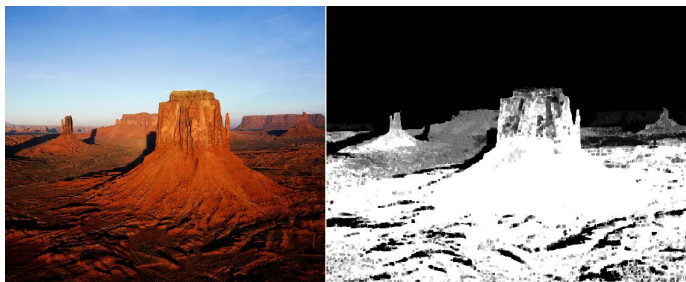


그림 1 원본 영상(좌)과 히스토그램 역투영된 영상(우)

2.4 SCORAD(SCORing Atopic Dermatitis)

현재 의료현장에서 가장 광범위하게 많이 사용되고 있는 아토피 평가지수 이다 전세계적으로 인정되는 표준화 연구가 이루어진 평가도구로서 대규모 연구에 적합하며, 아토피 피부염의 정도를 산정하는 데 중요한 주관적 증상 점수를 포함하고 있어서 전반적 진행상태를 이해하는 데 도움이 된다. 그러나 주관적인 증상 점수로

인하여 객관성이 떨어질 수 있으며 그림 2와 같은 평가지에 직접 환부를 그려서 계산하여야 하므로 계산하는데 시간이 많이 걸리며, 관찰자를 훈련하는 데도 많은 시간이 걸리는 문제점이 있다

SCORAD에 의한 진단방법은 세가지 측정으로 계산되는데, 하나는 아토피 침범영역(Extension : A) 측정으로 신체 부위별로 할당된 가중치에 각 침범비율을 곱하여 합한 것(예컨대, 배에 50% 침범했다면 18×0.5=9, 이와 같이 각 부위를 계산하여 토탈한 것임이고, 다른 하나는 증상의 강도(Intensity : B)인데 가장 심한 부위와 가장 약한 부위를 뺀 나머지 부위를 대표 부위로 해서 대표 부위에 발생한 6가지 증상 즉 홍반(Erythema), 부종/구진(Edema/papules), 진무름/가피(Oozing/crusts), 찰상(Excoriations), 태선화(Lichenification), 건조증(dryness)의 심한정도를 0 내지 3점으로 진단하여(증세 없으면 0, 경중이면 1, 중등중이면 2, 중중이면 3) 토탈한 것이고, 나머지 하나는 가려움증과 불면증에 대한 자각증상(subjective symptoms : C)으로 3일 동안 가려움증(소양증) 및 불면증의 정도를 0에서 10점 사이의 점수로 각각 진단하여 토탈한 것으로써, 이 들 A, B, C 값을 아래 공식에 대입하여 얻어진 값이 SCORAD 점수가 된다.

$$SCORAD = A/5 + 7B/2 + C \quad (2)$$

Criteria	Intensity	Intensity 0 = absent 1 = mild 2 = moderate 3 = severe
erythema		
edema/papules		
oozing/crusts		
excoriations		
lichenification		
dryness*		

* dryness is evaluated on non-lesional areas

C: SUBJECTIVE SYMPTOMS	
Pruritus	0 10
Loss of sleep	0 10
mean of the last 3 days or nights	

SCORAD A/5+7B/2+C

그림 2 SCORAD 평가지

3. 아토피 진단 시스템 설계 및 구현

3.1 아토피 진단 시스템 설계

전체적인 시스템 구성은 웹사이트 형태로 이루어진다. ASP.NET을 기반으로 각 페이지를 구성하며 그림 3와 같이 3부분으로 나눌 수 있다.

환부 영상 분석 모듈은 환부 영상을 사용자로부터 입력 받고 받아들여진 영상을 바탕으로 정규화된 히스토그램, 역투영 영상을 차례로 생성한다. 만들어진 영상으로 아토피 침범 영역을 계산하게 된다

그 다음으로 기존 아토피 진단 사이트와 비슷한 문진이다. 사용자가 웹페이지에서 각 부위에 대한 증상을 체

크하여 그 결과를 저장한다 증상 이외에도 전반적인 아토피 증상에 대해 문진함으로써 유전적인 요인이나 기타 전반적인 상태를 체크하게 된다

마지막으로 환부 영상 분석과 문진을 통해 얻어진 수치들을 바탕으로 SCORAD 응용한 공식으로 전체적인 아토피 지수를 스코어링하여 사용자에게 결과를 보여주게 된다.

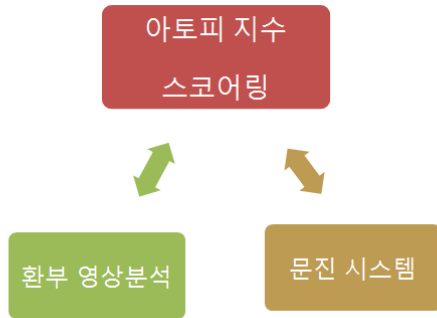


그림 3 아토피 진단 시스템 구조

3.2 아토피 환부 영상 분석 모듈 구현

아토피 환부 영상 분석 모듈의 흐름도는 그림 4과 같으며 입력, 히스토그램 생성, 정규화, 역투영, 침범 영역 계산 순서로 이루어진다

처음으로 환부 영상을 사용자가 웹페이지에 업로드 함으로써 입력을 받게 된다. 입력된 환부 영상을 바탕으로 히스토그램을 만들게 된다. 만들어진 히스토그램을 정규화 하게 되고 정규화된 히스토그램으로 역투영 영상을 만들게 된다. 만들어진 역투영 영상으로 아토피 침범 영역을 계산하게 된다 우선 역투영 영상은 단순한 그레이스케일의 영상으로 가장 밝은 부분이 피부색일 경우가 높다. 그 외의 부분은 아토피 침범 영역이거나 배경일 경우이다. 완전 어두운 배경을 제외하고 조금이라도 밝은 부분을 아토피 침범 영역, 완전 밝은 부분을 정상 피부 영역이라 판단하여 계산하게 된다

영상 처리에 대한 연산은 OpenCV 라이브러리를 이용하여 계산하였다. OpenCV 라이브러리에는 기본적인 색 공간 면형 및 히스토그램의 생성 역투영 영상의 생성에 적합한 함수들을 가지고 있어 유용하게 사용할 수 있었다.

3.3 문진 시스템 구현

환자의 전반적인 아토피 상태를 알아보기 위한 질문 및 증상에 대한 질문을 하고 결과를 체크한다 우선 증상에 대한 질문으로 홍반(Erythema), 부종/구진(Edema/papules), 진무름/가피(Oozing/crusts), 찰상(Excoriations), 태선화(Lichenification), 건조증(dryness)의 심한정도를 0에서 3 사이의 수치로 표시하게 된다. 이 수치는 나중에 스코어링할 경우 B 부분으로 들어가게 된다.

이후 피부의 상태나 가려움 정도 가축력 등을 묻는 문진으로 C 부분으로 들어가게 되며 모든 정보는 사용자

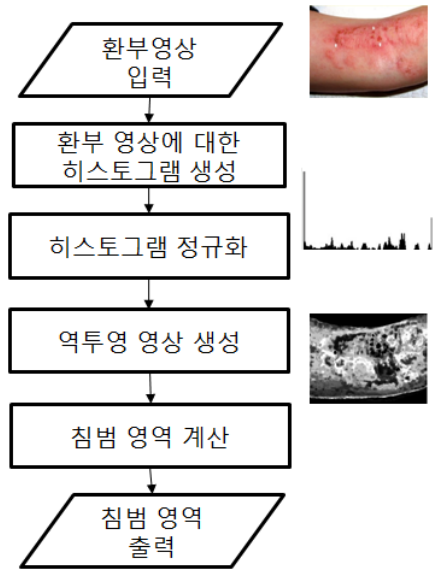


그림 4 영상분석 모듈의 흐름도
별도 그림 5과 같이 xml 파일로 저장되어 진다.

3.4 아토피 지수 스코어링

아토피 환부 영상 분석 모듈을 통해 계산된 아토피 침범 영역 A 및 문진을 통해 계산된 B, C를 전부 통합해 스코어링 하게 된다.

아토피 침범 영역인 A는 전체 피부에 대한 아토피 영역으로 백분율 확률을 이용해 쓴다

다음으로 증상에 대한 문진 결과인 B는 머리/목, 몸통, 팔, 손, 다리, 발 총 6부위에 대한 수치인데 이중 가장 높은 수치가 나온 부위와 가장 적게 나온 수치의 부위는 제외하게 된다. 그리고 나온 수치에서 2를 나누어 쓴다.

전반적인 피부 상태나 가려움 정도 가축력을 묻는 문진 결과 C는 총 25개의 문항으로 전체를 10점으로 계산하게 된다.

전체 점수는 0점에서 103점 사이의 값을 가지게 되며 25점 미만이면 경증, 25점 이상 55점 미만이면 중등증, 55점 이상이면 중증으로 판단하게 된다

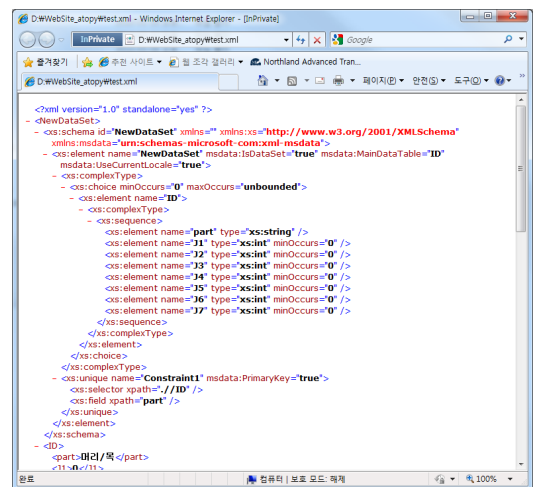


그림 5 xml 형태로 저장되는 문진정보

3.5 구현 환경

아토피 진단 시스템은 표 1과 같이 ASP.NET을 바탕으로 Visual Studio 2008을 통해 구현하였다

그리고 영상처리를 위한 라이브러리로OpenCV를 사용하였는데 주로 환부 영상에 대한 히스토그램을 생성하거나 역투영 영상을 생성하는 등 환부 영상 분석 모듈에 사용되었다.

그 외에도 사용자의 문진 결과를 저장하기 위해xml 문서 형태도 사용되었다

표 1 구현환경

언어	ASP.NET
개발툴	Visual Studio .NET 2008
사용 라이브러리	OpenCV 1.1v
데이터 저장	xml
프레임 워크	.NET framework 3.5

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 기존 아토피 진단 서비스의 단점으로 알려진 단순 설문 형식으로 진단에 대한 객관성을 유지하기 어렵다는 점을 개선하고자 그림6과 같은 아토피 진단 홈페이지를 개발하였다

시스템은 환부 영상에 대한 히스토그램 역투영을 통해 아토피 침범 영역을 계산하고 문진과 SCORAD 지수를 활용하여 객관화된 진단 결과를 사용자에게 제공한다



그림 6 아토피 진단 홈페이지 화면

향후에는 각 사용자별로 누적된 환부 영상을 가지고 환자 고유의 피부색을 알아내 좀 더 아토피 침범 영역을 정밀히 찾도록 개선할 예정이다

그러기 위해서 필요한 각 사용자 데이터를 저장할 데이터 베이스도 설계해 구현할 것이며 아토피 지수를 스코어링하는 방식도 사용자의 과거 데이터를 이용해 가중치를 달리 적용하는 방법으로 개선해 나아갈 것이다

참고문헌

[1] 문규형, 최유주, “조명 변화에 강건한 피부색 영역 검출을 위한 혼합 컬러 모델”, 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집 Vol. 33, No. 2(B), 2006. 10

[2] 홍수연, 변혜란, “Mean Shift와 변위 지도를 결합한 카메라 이동환경에서의 다수 인체 추적”, 한국정보과학회 가을학술발표 논문집 Vol. 32, No. 2, 2005. 11

[3] 개리 로스트 브라드스키 에이드리안 켈러, “Learning OpenCV 제대로 배우기” 한빛미디어

[4] OPEN CV KOREA (<http://cafe.naver.com/opencv>)

[5] M. Jones and J. M. Rehg, “Statistical Color Models with Application to Skin Detection,” Int. Journal of Computer Vision, Vol.46, No.1, 2002, pp 81-96.

[6] 박영재, 김계영, 최영일 “YCbCr 공간에서 눈 영역의 피부색을 이용한 피부영역 검출 기법” 한국정보과학회 논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제 7호 2009.7, pp 520~523.

[7] 조성식, 배정태, 이성환 “칼라 양자화 맵의 영역 히스토그램에 기반한 조명 적응적 피부색 영역 분할” 한국정보과학회 논문지 : 소프트웨어 및 응용 제 36권 제 1호 2009.1, pp 54~61.