

논문 2008-45SP-1-6

PpIX 형광영상을 이용한 피부 기저세포암 자동검출

(Automatic Skin Basal Cell Carcinoma Detection Using Protoporphyrin IX(PpIX) Fluorescence Image)

유 흥 연*, 전 도 영*, 김 민 성*, 홍 성 훈**

(Hong-Yeon Yu, Do-Young Jun, Min-Sung Kim, and Sung-Hoon Hong)

요 약

본 논문은 PpIX 유도물질인 포르피린 혼합제 methyl 5-aminolaevulinate (MAL)를 환자의 피부 종양부위에 도포하고, 우드 램프를 이용하여 획득한 PpIX 형광영상으로부터 기저세포암을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 형광영상의 밝기값 특징을 분석하여 육안으로 확인이 가능한 암이 존재하는 영역, 암이 존재할 수 있는 의심영역 및 암이 없는 정상영역으로 구분한다. 그리고 암이 존재하는 영역을 포함한 의심영역에 대해 국부적 워터셰드 알고리즘을 적용하여 인접화소와 유사한 값을 가지는 소규모의 영역으로 분할한다. 그리고 국부적 워터셰드 알고리즘으로 분할된 소규모 영역들의 평균 밝기값 차이를 병합기준 척도로 사용하는 계층적 큐 기반의 고속 영역병합을 수행하여 정확한 기저세포암을 추출한다. 10명의 기저세포암 환자에게 제안 알고리즘을 적용하여 검출한 암영역에 대해 50개의 조직 샘플을 획득하고, 피부과 전문의가 병리학적 검사를 수행했다. 실험결과 제안된 알고리즘은 94.1%의 민감도와 82.6%의 정확도로 신뢰성 있는 추출결과를 제공한다.

Abstract

In this paper, we propose an auto-detection algorithm of basal cell carcinoma(BCC) from the protoporphyrin IX(PpIX) fluorescence image induced by applying the methyl 5-aminolaevulinate (MAL) ointment-induced protoporphyrin IX(PpIX) to the skin tumour area and then shining the wood lamp on the area. The proposed algorithm first generates 3 mask areas-tumor area, suspected tumor area and tumor free area and then applies local watershed algorithm to the tumor and the suspected tumor areas to make small watershed regions that include similar luminance value pixels. Next, small watershed regions are merged by hierarchical queue based fast region merging that uses the difference between the average luminance values of adjacent watershed regions as a region merging criterion and finally BCC regions are detected. 50 tissue samples are acquired from the tumour regions of 10 patients with BCC that are extracted by using the proposed algorithm and are performed pathological examination by expert dermatologist. Experiment result shows the rate of tumor detection from BCC lesion using presurgical in vivo of MAL-induced PpIX fluorescence has high sensitivity 94.1% and relatively high specificity 82.6%.

Keywords : 기저세포암, PpIX, 형광영상, 국부 워터셰드, 계층적 큐

I. 서 론

기저세포암^[1]은 피부의 최하층인 기저층 혹은 모낭 등을 구성하는 세포가 악성화된 것으로 방치해두면 피

부 속 근육 등의 조직으로 침윤해가지만, 림프절이나 다른 장기로 전이하는 것은 매우 드물다. 최근 인구의 노령화에 따라 기저세포암의 발생빈도가 높아지고 있으며, 장시간 태양광선에 노출된 결과로 머리와 얼굴에서 주로 발생한다. 초기증상은 약간 불룩하게 나온 검은색이나 흑갈색의 병변 형태를 가지고, 시간이 지날수록 중심부가 함몰되어 궤양이 생기며, 주변을 제방처럼 둘러싸게 되는 특징이 있다. 또한 육안으로 보이는 종양의 윤곽보다 넓게 퍼지는 성질을 가지고 있어 종양의 경계가 불분명하다.

* 학생회원, 전남대학교 전자정보통신공학과
(Department of Electronics and Information Engineering, Chonnam National University)

** 정회원, 전남대학교 전자컴퓨터공학부
(School of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University)

접수일자: 2007년10월8일, 수정완료일: 2007년12월27일

초기단계 기저세포암은 비교적 발견이 쉽고 국소 및 원격전이가 드물어 외과적 절제술로 높은 완치율을 기대할 수 있다. 일반적으로 외과적 절제술은 육안으로 보이는 종양의 윤곽보다 3cm 이상정도 여유를 두고 절제를 한다. 그러나 환자의 연령, 종양의 위치 및 크기, 종양의 형태 등을 고려하지 못한 치료나, 눈, 코, 입술 주위에 발생한 경우 피부 결손을 고려하여 수술 범위를 줄이게 되면 종양을 완전히 제거하지 못해 재발하는 경우가 발생한다. 이렇게 재발된 기저세포암은 초기 발생된 경우보다 더욱 넓은 범위의 피부 절제를 요구하고, 간혹 주변부위의 파괴 및 원격전이를 동반함으로써 환자에게 극심한 고통을 준다.

재발한 기저세포암의 가장 좋은 치료법은 모즈 미세도식수술(Mohs' micrographic surgery)이다^[2]. 모즈 미세도식수술은 환자로부터 획득한 조직에서 종양세포의 존재 유무를 현미경을 사용 반복적으로 육안으로 확인하고 종양세포를 완전히 제거하는 방법이다. 그러나 종양세포를 제거하기 위한 반복적인 생체 조직 검사 방법은 환자로부터 다량의 조직 샘플을 요구하게 됨으로써 환자에게 미용적, 심리적 부담감을 준다. 따라서 피부과 전문의의 외과적 절제술이나 모즈 미세도식수술을 위해서는 정확한 종양부위의 경계를 구분해주는 것이 필수적이다.

최근 기저세포암을 가지고 있는 환자의 피부를 제거하지 않고 광선에 매우 민감한 포르피린 혼합체를 종양 부위에 바르고 광선을 조사하는 광역동치료법(photodynamic therapy)이 나왔다. 그러나 광역동치료는 표재형 기저세포암에는 효과적이지만 결절형에서는 완치율이 떨어진다^[3~5]. 광역동치료에 사용되는 methyl 5-ALA는 혈액색소 합성의 전구물질로서 포르피린 합성체가 종양세포 등에서 선택적으로 축적된다. 대부분의 포르피린 합성체는 특정한 파장의 형광을 방출하기 때문에 조직 및 세포들에서 육안으로 형광을 발현하는 부위를 확인할 수 있다.

기존의 피부 종양 검출 방식은 피부에 형광물질을 도포하지 않고 종양이 발생한 부위의 영상을 획득하고 진단하였다. 획득된 영상은 종양의 특징을 표현하는 패턴을 찾는 방법으로 색상, 질감, 대칭, 모양, 테두리, 규칙성을 이용하여 종양을 추출하였다. 또한 종양의 분류를 위해 민감도, 특이성, 의심되는 부위의 인덱스를 이용하여 정상조직, 양성 및 악성 종양들을 구별하는 원격지 원진단시스템의 방향을 제시하였다. 하지만 형광물질의 특성을 이용하지 않기 때문에 세포내의 생물학적정보가

반영이 되지 못하고 단지 병변내의 염증이 진행되는 과정을 육안으로 보이는 정보를 이용하였다. 그래서 피부 속의 암 진행여부를 판단하기 힘들어 정확한 수술부위를 선정하기가 힘들다^[6~10].

본 논문에서는 광역동치료법의 일종인 methyl 5-ALA를 이용하여 우드 램프(wood lamp) 환경에서 획득한 형광영상으로부터 종양 조직과 정상 조직의 경계를 명확히 구분하고 정확한 수술영역을 설정할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 II장에서 포르피린 합성체로 합성된 형광영상의 획득 방법을 기술하고, III장에서 형광영상의 특성을 기반으로 기저세포암 추출 알고리즘에 대해 기술한다. 그리고 IV장에서 실험결과를 보이고 V장에서 결론을 맺는다.

II. 포르피린 합성체 형광영상

광역동치료법에서 Methyl 5-ALA를 종양 조직에 도포하면 친지성이 높아 포르피린 합성체가 정상 및 종양 세포에서 선택적으로 합성되고, 우드 램프 환경에서 특정 형광을 발현한다.

우드 램프는 파장 365nm 이상의 자외선과 가시광선을 방출하는 수은증기를 봉입한 형광 램프의 유리에 산화니켈(Nickel oxide)을 포함시켜 눈에 보이지 않는 장파장 자외선과 청백색 가시광선 스펙트럼 일부만을 선택적으로 나오도록 만든 램프이다. 그러므로 우드 램프에서 나온 자외선이 특정 물체에 닿아 반사될 때 물체 표면의 특징에 따라 형광을 발현한다.

형광 물질은 외부에 형광 전구물질이 세포에 합성되어 광민감물질인 PpIX(protoporphyrin IX)가 형성된다. PpIX는 빛을 흡수하고 특정한 파장대의 빛을 방출하게 되어 시각적으로 확인 가능한 형광 물질로 변하게 된

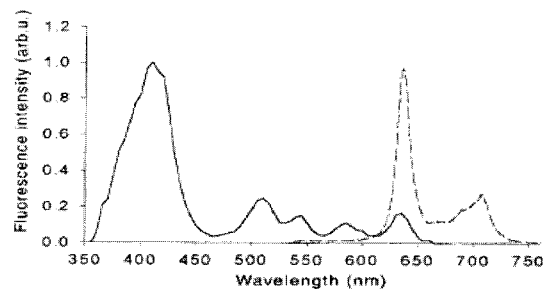


그림 1. PpIX의 형광 흥분과 방출 스펙트럼^[11]

Fig. 1. The fluorescence excitation and emission spectrum of PpIX^[11].

다. 그림 1에서 보이는 PpIX가 흥분(excitation)하는 스펙트럼 범위는 390-640nm에 이르며, 방출(emission) 범위는 615-735nm 이다. 그러므로 우드 램프를 이용하여 PpIX를 스펙트럼 405nm에서 흥분시키고, 604nm에서 방출되는 형광을 정량화함으로써 형광영상을 획득할 수 있다^[11~12].

III. 기저세포암 추출 알고리즘

그림 2는 제안된 기저세포암 추출 알고리즘의 과정을 나타내고 있다. 제안된 알고리즘은 RGB영상으로부터 획득한 휘도신호와 Red 성분의 차를 정규화한 영상(nR-Y)으로부터 피사영역, 종양이 존재할 수 있는 의심영역 및 정상영역 마스크로 구분한다. 그리고 피사영역과 의심영역을 형광영역으로 설정하고 국부적 워터셰드 알고리즘을 수행한다. 국부적 워터셰드 알고리즘으로 분할된 영역들은 피사영역, 의심영역, 정상영역의 마스크를 기준영역으로 계층적 큐를 구성하고 영역을 병합하여 정확한 기저세포암을 추출 한다.

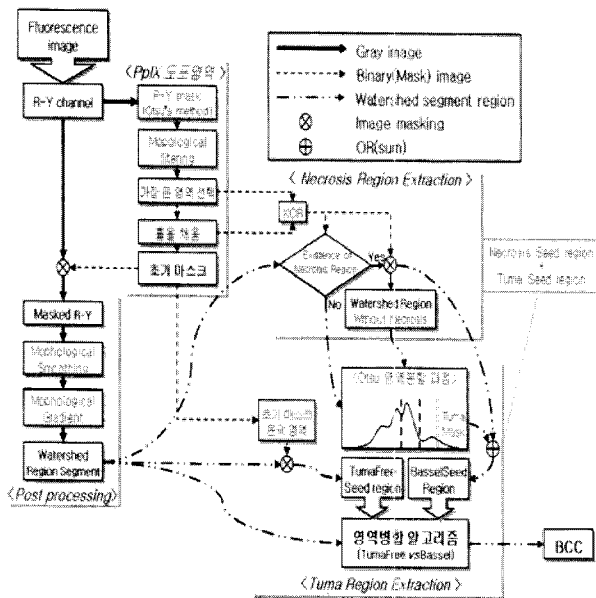


그림 2. 기저세포암 추출 알고리즘
Fig. 2. The proposed algorithm for BCC extraction.

1. 형광영상 특성

기저세포암을 가지고 있는 환자로부터 획득된 형광영상은 그림 3-(b)와 같이 피부내부에 있는 종양세포가 정상부위에 비해 빨간색(R) 강도가 크게 나타난다. 이는 그림 3-(a)와 비교하여 육안으로 확인 할 수 있는 피사 영역을 제외한 종양세포가 번져있는 곳을 의미한

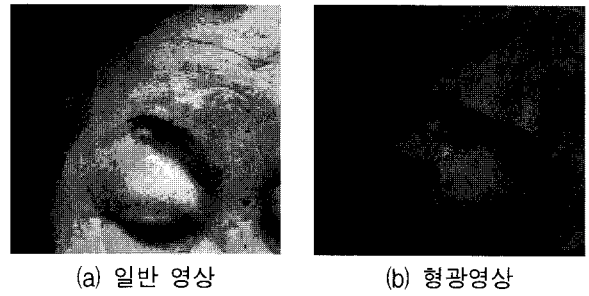


그림 3. 형광영상
Fig. 3. Fluorescence image.

다. 반면, 이미 피사된 영역은 광민감물질이 적게 흡수되어 주위보다 밝은 흰색을 나타낸다. 그리고 정상적인 피부는 착색되지 않은 보라색을 띄게 된다. 그러나 피부의 흡수도 등이 달라 Red 성분영상에서 암영역과 정상영역의 차이는 크지 않으며, 휘도(Y) 신호의 영향을 받으므로 정확한 판별을 위해 본 논문에서는 0 ~ 255 밝기값으로 정규화된 R-Y 차분영상(nR_Y)을 사용하였다. 따라서 획득된 영상으로부터 임계치를 적용하면 피사영역 마스크와 종양세포가 존재 할 수 있는 의심영역에 대한 마스크 획득을 수월하게 한다.

2. 영역별 초기 마스크 생성

그림 4는 피사영역을 포함한 형광영역 마스크 생성 과정을 보여준다.

기저세포암을 추출하기 위해서는 주위에 비해 PpIX가 강하게 누적된 빨간색 영역을 추출해야 하므로 그림 4-(a)와 같이 형광영상의 Red 성분 영상을 추출하여 이진화 한다. 그러나 그림 4-(b)의 Red 성분에 대한 이진화 영상에서 보이듯이 PpIX의 흡수도 등이 피부 병변 부위와 정상부위의 차이가 크지 않아 정확한 병변 부위를 판별할 수 없다. 반면, 그림 4-(c)와 같이 Red 성분과 휘도성분의 차분영상을 정규화하고 이진화한 그림 4-(d)는 종양부위를 Red 성분만을 이용한 것보다 더 잘 반영할 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 종양부위의 색상 정보가 잘 반영된 Red 성분과 휘도성분의 차이를 정규화 하고, 이진화를 통해 초기 형광영역 마스크를 생성한다. 또한 형광영역내의 홀(hole)은 피사영역으로 설정한다.

그림 4-(e)는 nR-Y 영상신호에서 형광영역내의 히스토그램 분포를 보여주고 있다. 히스토그램은 하나의 Gaussian 분포인 것으로 보이지만, 육안으로 확인할 수 있는 그림 3-(b)의 형광영상에서는 피사영역, 종양영역, 정상영역의 3가지 영역으로 구분할 수 있다. 그러므로

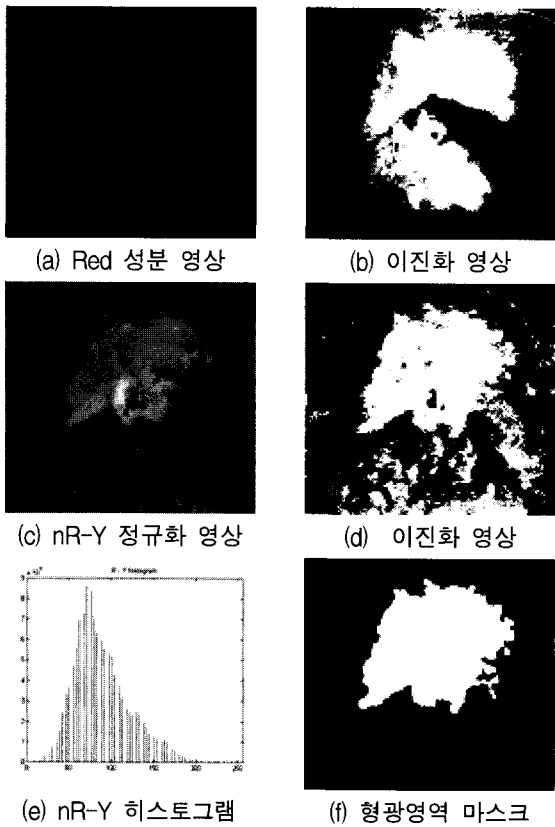


그림 4. 형광영상 분석 과정

Fig. 4. Image from the process of fluorescence image analysis.

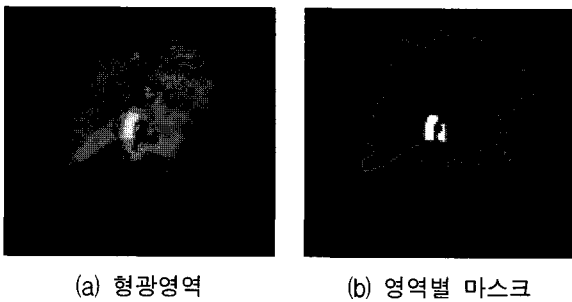


그림 5. 초기 결정 마스크

Fig. 5. Initial decision mask.

형광영역내의 히스토그램은 3개의 Gaussian 분포가 중첩되었다고 가정할 수 있으며, 평균값에서 표준편차의 3배(3σ) 이상 밝은 영역을 종양영역으로 설정한다. 그리고 3σ 이상 어두운 부분인 형광영역의 경계는 정상영역으로 설정한다. 따라서 괴사영역과 종양영역의 합은 기저세포암이 존재하는 영역이고, 형광영역에서 정상영역을 제외한 나머지 영역은 종양이 존재할 수 있는 의심영역으로 구분한다.

그림 4-(f)는 형광영역 마스크를 보여주고 있다. 전역 임계치를 적용 획득한 그림 4-(d)의 불필요한 영역을

모폴로지 연산자인 closing과 opening을 연속으로 적용 제거하고, 가장 큰 영역을 선택해 형광영역 마스크를 생성한다. 그림 5-(a)는 형광영역에 해당하는 nR-Y 영상을 나타내고, 5-(b)는 영역별 마스크를 나타낸 것이다. 흰색 영역들은 괴사된 세포를 포함한 종양영역 마스크로 정의할 수 있고, 형광영역 경계의 중간 밝기 영역은 정상영역이다. 그리고 회색영역은 기저세포암이 존재할 수 있는 의심영역을 나타낸다.

3. 국부적 워터셰드(local watershed) 분할

워터셰드^[13] 알고리즘은 국부 최소값을 기반으로 인접한 화소들을 모아 유사한 영역으로 분류하는 알고리즘이다. 그러나 워터셰드는 국부 최소값을 기반으로 영역을 분류함으로써 국부 최소값이 많을 경우 과분할 현상을 초래하고 분류 영역들을 병합하기 위한 많은 연산이 필요하다. 그러므로 본 논문에서는 전체 영상에 대해 워터셰드 알고리즘을 적용하지 않고 국부적으로 형광영역에서만 워터셰드 알고리즘을 적용한다.

형광영역내의 nR-Y 영상의 국부 최소값을 구하기 위해 모폴로지 opening과 closing을 적용하여 영상을 단순화 하고, 식 3과 같이 dilation과 erosion의 차이로 그림 6-(a)와 같이 기울기(gradient)값을 갖는 영상을 생성한다.

$$\delta(f)(x,y) = \max\{f(x-x_0,y-y_0), (x_0,y_0) \in M_n\} \quad (1)$$

$$\epsilon(f)(x,y) = \min\{f(x+x_0,y+y_0), (x,y) \in M_n\} \quad (2)$$

$$g(f)(x,y) = \delta(f)(x,y) - \epsilon(f)(x,y) \quad (3)$$

식 1과 2는 각각 모폴로지 dilation과 erosion을 구하는 것을 보여준다. 여기서 $f(x,y)$ 는 입력 화소이고, M_n 은 사이즈가 n 인 평탄한 형태소를 나타낸다.

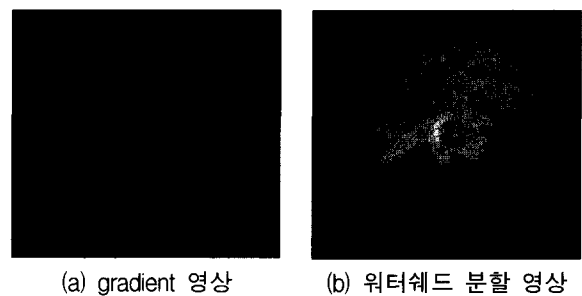


그림 6. 형광영역내의 gradient와 국부 워터셰드 결과

Fig. 6. Results of gradient and local watershed within fluorescence region.

그림 6-(b)는 기울기 영상을 입력으로 국부 워터셰드 알고리즘을 적용 분할한 결과를 보여 주고 있다.

4. 계층적 영역병합

기존의 워터셰드 영역병합 방법은 결정영역을 중심으로 인접한 영역의 평균 밝기값 차가 적은 영역을 병합함으로써 최종 객체영역을 획득한다. 그러나 워터셰드 영역분할 시 인접영역이 객체 경계에 있고 평균 밝기값이 유사하면, 추출 객체의 윤곽선이 내부 혹은 외부로 침투하는 현상이 발생한다^[14~15]. 따라서 본 논문에서는 앞서 획득한 3가지 영역의 마스크들을 기반으로 병합 영역의 거리에 따른 평균 밝기값 차를 척도로 사용한다^[16]. 그림 7은 워터셰드로 분할된 영역을 계층적 큐를 이용하여 병합하는 과정을 나타낸 것이다.

계층적 큐를 적용한 영역병합 과정은 크게 3가지 단계로 구성되며 병합과정은 아래와 같다.

첫 번째, 워터셰드 알고리즘으로 분할된 각 영역들의 평균 밝기값 및 자신과 인접한 영역과의 절대 평균 밝기값의 차를 구한다. 그리고 형광영상 분석으로 획득한 피사영역, 중앙영역, 정상영역 마스크의 가장자리에 인접한 분할 영역들은 결정영역으로 설정하고, 나머지 의심영역에 존재하는 영역들은 비결정 영역으로 초기화한다. 여기서 먼저 결정된 영역들은 병합을 위한 기준영역(seed region)으로 선택한다.

두 번째, 새로 결정영역으로 결정된 영역과 인접한 비결정 영역들과의 절대 평균 밝기값의 차가 최소가 되는 순으로 영역의 비결정 영역의 레이블을 큐에 입력한다. 즉 기준영역과 가장 가까운 인접영역들의 평균 밝기값 차이는 다른 영역에 비해 최소가 되므로 기준영역으로 병합할 수 있다.

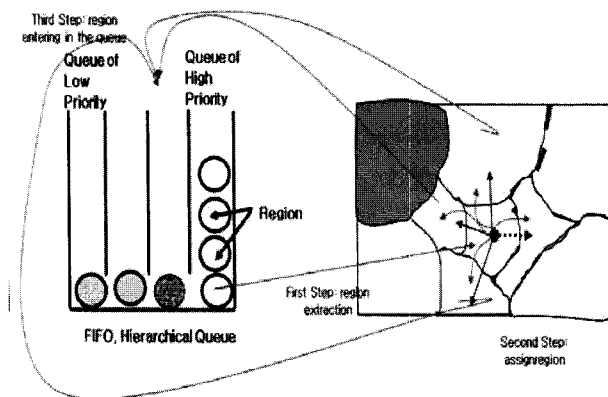


그림 7. 계층적 큐기반 영역병합 과정

Fig. 7. The process of hierarchical queue based region merge.

세 번째, 큐에서 최상위 레이블을 출력하고 인접한 결정영역 중 평균 밝기값의 차이가 가장 적은 영역으로 병합을 하고, 병합된 영역은 해당 기준영역에 등록한다. 즉, 먼저 피사영역, 중앙영역, 정상영역에 해당하는 기준영역으로 등록된 영역들 중 해당하는 영역으로 병합된 영역을 등록하게 된다. 그리고 두 번째, 세 번째 단계를 반복 수행함으로써 비결정 영역들을 병합하고 정확한 기저세포암을 추출한다.

IV. 실험결과

제안된 기저세포암 추출 알고리즘의 실험을 위해 표 1과 같이 다양한 형태를 가지는 10명의 환자로부터 포르피린 합성체를 도포하고 3시간 후 우드 램프 환경에서 디지털 카메라(Cannon EOS 350D, ISO 1600)로 형광영상을 획득하였다. 영상 사이즈는 720x480이다.

그림 8-(a)는 4명의 기저세포암을 가지고 있는 환자의 임상사진이다. 그리고 그림 8-(b)는 methyl 5-ALA를 도포하여 3시간 후 누적된 PpIX 형광영상을 보여주고 있다. 환자 4명의 형광영상은 피사영역을 제외한 정상영역보다 강한 빨간색 형광을 발현하였다. 또한 대부분의 기저세포암 주위는 의심영역보다 강한 빨간색 형광이 발현한 것을 보여주었다. 그러나 충분한 양의 포르피린 혼합체를 도포하고 동일한 시간동안 누적하더라도 환자의 피부 질감이나 종양의 위치 등에 따라 빨간색 형광의 밝기는 다르게 나타난다. 그러므로 얼굴부위

표 1. 기저 세포암을 가지고 있는 환자의 임상학적 및 조직학적 형태

Table 1. Clinical features and histological pattern of the patients with BCC.

case	Sex	Age	Location	Tumor Size(cm)	Histopathologic Type
1	F	64	Medial canthus	1.8 X 1.2	Nodular
2	M	63	Medial canthus	1.1 X 0.6	Mixed
3	F	67	Nose tip	0.8 x 0.8	Nodular
4	F	71	Temple	1.9 x 1.9	Nodular
5	F	76	Upper cutaneous lip	0.9 x 0.5	Nodular
6	M	77	Forehead	0.6 x 0.6	Nodular
7	F	63	Eyebrow	1.3 x 1.2	Infiltrative
8	F	78	medial Cheek	1.0 x 0.8	Nodular
9	F	79	Nose tip	1.0 x 0.5	Infiltrative
10	F	73	Nose, alar	0.9 x 0.7	Nodular

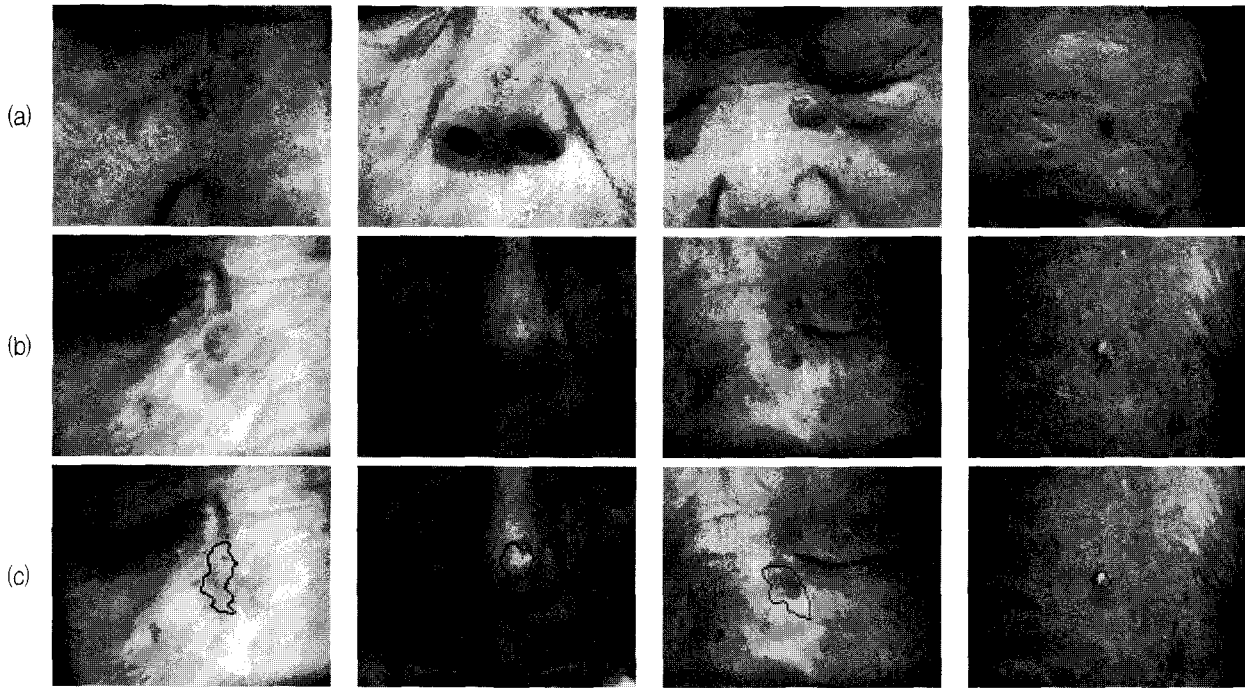


그림 8. 제안된 알고리즘으로 추출된 기저세포암
Fig. 8. The extraction results of the proposed algorithm.

에 나타나는 기저세포암을 단순히 육안으로 판별하기에는 어렵다. 그림 8-(c)는 제안된 알고리즘을 이용하여 다양한 형태로 정량화되어 발현하는 형광영상에서 의심 영역으로부터 과사영역을 포함한 기저세포암의 경계를 추출한 결과이다.

기존의 워터셰드 처리 방법과 비교하면, vincent^[13]가 제안한 전체 영상에 적용한 방법은 29.082 frame/sec 동안 4892개로 영역을 분할하고 병합 하였다. 반면 제안된 방법은 6.071 frame/sec 동안 630개의 형광영역에서 분할을 하였고 병합을 했다.

표 2는 피부과 전문의가 제안된 알고리즘으로 추출된 종양영역으로부터 병리학적 조직검사를 통해 정확성을 검증한 결과이다. 제안된 알고리즘의 정확도 검증을 위해 10명의 기저세포암을 가지고 있는 환자로부터 50개의 조직 샘플을 획득하고, 10개의 종양영역과 20개의 의심영역과 그리고 20개의 정상영역으로 구분하였다.

피부과 전문의의 병리학적 실험결과 종양영역으로부터 획득된 모든 조직 샘플에서 기저세포암이 발견되었다. 또한 암이 존재할 수 있는 의심영역에서는 20개의 조직 샘플 중 16개의 조직 샘플에서 기저세포암이 발견되었고, 나머지 4개의 샘플(표 1의 환자 1, 7, 2, 10)에서는 단순 염증성 세포가 발견되었다. 그리고 정상 부위 영역에서는 단지 1개의 기저세포암이 발견 되었다. 과

표 2. 제안된 알고리즘의 성능 분석
Table 2. The performance analysis of the proposed algorithm.

영역		종양영역	의심영역	정상영역
수집된 조직 샘플		10	20	20
병리학적 실험	비암	0	4	19
	암	10	16	1
민감도 및 정확도		26/30		19/20

사영역을 포함한 의심영역에서 종양 검출율은 86.7%(26/30)이고, 정상영역으로부터 5%(1/20)가 각각 검출 되었다. 그러므로 제안된 기저세포암 검출 알고리즘은 82.6%의 높은 정확성과 94.1%의 민감도를 가진다.

V. 결 론

본 논문에서는 기저세포암을 가지는 환자로부터 포르피린 합성체가 선택적으로 누적된 형광영상을 분석하여 종양부위와 정상부위 경계를 구분하고 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 다양한 형태의 형광발현 특성을 분석하여 정상영역을 제외한 형광영역에서만 워터셰드 알고리즘을 국부적으로 적용하였다. 그리고 분할된 소규모 영역을 종양영역, 의심영역,

정상영역의 3가지를 기준으로 인접한 영역과의 평균 밝기값의 차가 작은 순으로 계층적 큐를 구성하여 병합함으로써 효과적으로 기저세포암을 추출하였다. 또한 제안된 알고리즘으로 추출된 결과가 실제적인 기저세포암이 의심영역에 발견되는 비율 및 정상영역에서 기저세포암이 없는 비율을 병리학적 조직검사를 통해 확인하였다. 실험결과 제안된 기저세포암 추출 알고리즘은 피부과 전문의의 신뢰성 있는 수술 진단보조도구로 사용할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 남용희, 김보중, 서영준, 이증훈, 박장규, “거대 기저 세포암 1예,” *대한피부과학회지*, 제44권, 2호, 224-226쪽, 2006년
- [2] 김은정, 윤숙정, 이지범, 김성진, 원영호, 이승철, “Mohs 미세도식술로 치료한 안면부 기저세포암의 임상 및 병리조직학적 연구,” *대한피부과학회지*, 제44권, 6호, 721-726쪽, 2006년
- [3] 박승우, “광역동치료에서 약물전달기술을 이용한 광활성제 전달,” *대한소화기학회지*, 제49권, 5호, 300-313쪽, 2007년
- [4] 김영진, 강희영, 이은소, 김유찬, “기저세포암에서 국소 광역동요법의 치료효과,” *대한피부과학회지*, 제45권, 2호, 127-133쪽, 2007
- [5] 오신태, 임준희, 이준영, 조백기, 박경신, 이은희, “기저세포암의 조직학적 아형에 따른 면역조직학적 지표 비교분석,” *대한피부과학회지*, 제44권, 7호, 811-817쪽, 2006년
- [6] Braum R. P., French L. E. and Saurat J. H., “Dermoscopy of Pigmented Lesions: A Valuable Tool in the Diagnosis of Melanoma”, *Swiss medical Weekly*, Vol. 134, pp.83-90, 2004
- [7] G. A. Hance, S. E. Umbaugh, R. H. Moss, W. V. Stoeker, “Unsupervised Color Image Segmentation with Application to Skin Tumor Borders,” *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, Vol. 15, pp. 104-111, Jan-Feb 1996.
- [8] M. Burrioni, L. Alparone, F. Argenti, “A new algorithm for border description of polarized light surface microscopic images of pigmented skin lesions,” *IEEE Trans. Medical Imaging*, Vol. 25, no. 12, pp.1655-1656, Dec 2006.
- [9] Do Hyun Chung, G. Sapiro, “Segmenting skin lesions with partial-differential-equations-based image processing,” *IEEE Trans. Medical Imaging*, Vol. 19, no. 7, pp.763-767, July 2000.
- [10] L. Xu, M. Jackowski, A. Goshtasby, D. Roseman, S. Bines, C. Yu, A. Dhawan, A. Huntley, “Segmentation of skin cancer images,” *Image and Vision Computing*, Vol. 17, pp. 65-74, Jan 1999.
- [11] F. Fischer, E. F. Dickson, J. C. Kennedy, R. H. Pottier, H. Wieland, “A affordable, portable fluorescence imaging device for skin lesion detection using a dual wavelength approach for image contrast enhancement and aminolaevulinic acid-induced protoporphyrin IX. Part I. design, spectral and spatial characteristics,” *Lasers in Medical Science*, Vol. 16, no. 3, June 2001.
- [12] Q. Peng, T. Warloe, K. Berg, J. Moan, M. Kongshaug, Karl-Erik Glercksky, J. M. Nesland, “5-Aminolaevulinic acid-based photodynamic therapy clinical research and future challenges”, *Cancer*, Vol. 79, no. 12, pp.2282-2308, June 1997.
- [13] Luc Vincent and Pierre Soille, “Watersheds in Digital Spaces: An Efficient Algorithm Based on Immersion Simulations”, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 13, no. 6, Jun 1991.
- [14] 유홍연, 홍성훈, “객체기반 비디오 편집 시스템을 위한 불확실 영역기반 사용자 지원 비디오 객체 분할 기법,” *멀티미디어학회 논문지*, Vol 9. No. 5, pp.529-541, May 2006.
- [15] Munchurl Kim, J.G. Jeon, J.S. Kwak, M.H. Lee, and C. Ahn, “Moving object segmentation in video sequence by user interaction and automatic object tracking,” *Image and Vision Computing*, Vol. 19, pp. 245-260, 2001.
- [16] 유홍연, 홍성훈, “객체 윤곽선 특징 정보를 이용한 고속 객체분할 알고리즘,” *제19회 신호처리합동학술대회논문집*, pp.118, 한양대학교(안산캠퍼스), September 2006.

— 저 자 소 개 —



유 흥 연(학생회원)
 2001년 동신대학교 전자공학과
 학사 졸업
 2004년 전남대학교 전자정보통신
 공학과 석사 졸업
 2004년~현재 전남대학교 전자
 정보통신공학과 박사 재학
 <주관심분야 : 객체분할, 영상편집시스템, 영상통
 신시스템, 의료영상처리>



전 도 영(학생회원)
 2007년 광주대학교 전자공학과
 학사 졸업.
 2007년~현재 전남대학교 전자
 정보통신공학과 석사 재학
 <주관심분야 : H.264부호화, DMB
 시스템, SVC>



김 민 성(학생회원)
 2007년 호남대학교 정보통신
 공학과 학사졸업
 2007년~현재 전남대학교 전자
 정보통신공학과 석사 재학
 <주관심분야 : H.264부호화, DMB
 시스템, SVC>



홍 성 훈(정회원)
 1988년 영남대학교 전자공학과
 학사 졸업
 1991년 한국과학기술원 전기및
 전자공학과 석사 졸업
 1991년~2000년 7월 LG전자
 DTV 연구소 책임연구원
 2000년 7월~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부
 부교수
 <주관심분야 : 영상통신시스템, SVC, 의료영상처
 리, 객체분할, 영상편집시스템>