

폐암 변이 분석을 위한 영상 특성 추출

황해길^o, 최현주, 이병일, 최홍국
인제대학교 전산학과
{seaload, choihj, bottle1, hkchoi}@cs.inje.ac.kr

Image feature extraction for analysis of transitional lung cancer

Hae-Gil Hwang^o, Hyun-Ju Choi, Byeong-Il Lee, Heung-Kook Choi
Dept. of Computer Science, Inje University

요 약

폐암의 변이 형태는 크게 침윤형과 팽창형의 두 가지로 나눌 수 있는데, 팽창형은 암의 크기가 크고 성장속도는 느린 특징을 가지고 있으며, 침윤형은 암의 크기가 작고 성장 속도는 빠르며 괴사 부분이 많고 경계선이 불규칙적인 특성을 가지고 있다. 본 논문은 병리 전문가의 이와 같은 시각적인 진단요소를 폐암 변이 분석을 위한 영상의 특성으로 추출하여, 형태학적 특성과 질감특성으로 분석한 후 의료 영상에 대한 진단을 전문가의 진단 견해와 비교해 보았다. 의료 영상에 대한 진단은 영상의 특성과 함께 전문가의 진단 기준에 대한 특성을 최대한 반영하는 특성에 의한 것이어야 할 것이다.

1. 서론

폐암은 주로 임파선이나 림프절의 혈관을 통하여 다른 장기로의 전이가 빈번하게 일어나고 있으며, 폐암 종양의 특성상 전이암이 압도적으로 많이 발견되고 있어[1], 다른 장기로의 원격 전이 가능성 판단이 중요하다.

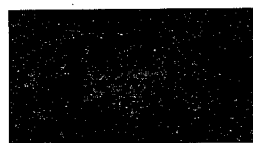
현재 전문가에 의한 전이 가능성에 대한 판단은 폐암 병변 경계의 불규칙성과 내부의 불균질성을 기반으로 육안에 의해 주관적으로 이루어지고 있으므로, 이를 보다 객관적이고 높은 재현성을 가지도록 하기 위해서는 눈에 보이는 시각적 판단 기준을 수치적으로 표현하는 특징의 정량적 해석과 전문가의 판단 기준을 가장 잘 나타낼 수 있는 유의한 특성값 추출이 필수적이다[2][3].

본 연구에서는 먼저 영역 기반 분할 기법을 사용하여, ROI 영역을 분할하고, 획득되어진 영역에서 형태학적 특성값과 질감 특성값을 추출하여 비교 분석하였다.

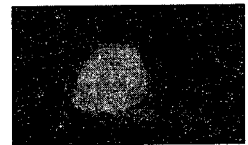
2. 재료와 이미지 획득

본 연구에 사용된 이미지들은 97년과 98년 폐암으로 진단을 받은 후 절제수술을 받은 환자들의 해부영상을

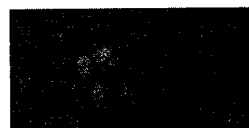
인제대학교 백병원 해부병리학교실에서 제공받았다. 해부 영상 사진인 GROSS 사진은 35mm 슬라이드 필름으로 만들어져 있으며, 수매 촬영된 슬라이드 필름 중 화질이 가장 선명하게 보이는 것을 선정하여 이를 HT 4C/T 스캐너를 통해 300dpi 해상도와 트루컬러로 디지털화 하여 저장하였다. 모든 이미지 처리와 분석은 팬텀업 PC 기반에서 구현하였다.



(a)



(b)



(c)

그림1. 실험영상

3. 관심 영역 획득을 위한 Segmentation

영상 분할(Image segmentation)은 입력된 영상을 영상의 구성요소나 물체들의 집합으로 분리하는 과정이다.[4] 일반적으로 영역 분할은 경계 기반 분할과 영역 기반 분할이 있는데 본 연구에서는 이 중에서 각 화소들의 특성이 동일하다고 분류되는 경우 같은 영역으로 나누는 영역 기반 분할 방법을 사용하였다[5].

ROI 획득을 위해 저장된 칼라 영상을 먼저 그레이 영상으로 변환한 후, 히스토그램을 이용하여 구하고자 하는 영역의 분리를 위해 적절한 임계치를 구하여 Threshold 하였다[6]. Threshold 후 영상에서 관심영역 외의 부분 중에 같이 분할된 같은 명도 값을 가지는 부분의 제거를 위해 Fillhold, Dilation, Erosion, Opening, Closing등의 형태연산자를 이용하여 분할하였다[7][8]. 다음 이 영상을 labeling을 시켜서 우리가 구하고자 하는 ROI 영역을 확정하고 형태학적 특성값(Area, Perimeter, Xwidth, Ywidth)과 질감 특성값(homogeneity, contrast, correlation, entropy)을 각각 추출하였다[9][10][11][12].

4. 영상 특성 추출

병리학자의 육안 분석에 따르면, 침륜형과 팽창형의 구분 기준은 경계면의 불규칙성과 피사 부분의 분포 정도, 관찰하는 면의 균질성(homogeneity)등을 들 수 있다. 형태학적인 분석기준으로는 침륜형은 성장 속도가 빠르면서 크기가 작은 특성을 가지고 있다.

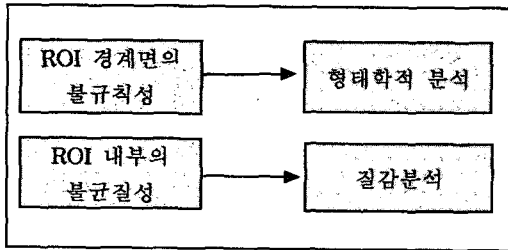


그림 2. 병리특성과 영상특성

이러한 병리학적 전문가의 분석기준을 바탕으로 영상의 특성을 구성하였다. 구성한 영상 분석의 특징으로 질감 분석, 형태분석을 하였으며, 병리전문가의 분류기준과의 일치도를 분석하였다.

사용되어진 형태적, 질감적 특성값을 위한 식은 다음과 같다.

① Texture Features

- Homogeneity = $\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \frac{I(i,j)}{1+n}$ (단, $|i-j|=n$)

- Contrast = $\sum_{i=0}^{N-1} n^2 (\sum_{j=0}^{N-1} PM)$ (단, $|i-j|=n$)

- Correlation = $\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (ij)PM - \mu_x \mu_y / \sqrt{V_x V_y}$

- Entropy = $\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (PM) \log(Px(i)Py(j))$

② Morphologic Features

- 특성1

$F_{ix} = \frac{X_{width}}{P_r}$ $F_{iy} = \frac{Y_{width}}{P_r}$

- 특성2

$F_{ax} = \frac{X_{width}}{Area}$ $F_{ay} = \frac{Y_{width}}{Area}$

- 특성3

$F_{fa} = \frac{Field_a}{Area}$ $F_{fb} = \frac{Field_b}{Area}$

- 특성4

$F_{xx} = \frac{x\pi}{P_r}$ $F_{yy} = \frac{y\pi}{P_r}$

- 특성5

$F_{xA} = \frac{\frac{x^2}{4} \pi}{Area}$ $F_{yA} = \frac{\frac{y^2}{4} \pi}{Area}$

5. 실험 결과 및 분석

[표1] 형태 특성값의 식에 의한 결과값

영상 특성	실험영상1	실험영상2	실험영상3
F_{ix}	18.7%	28.7%	19.6%
F_{iy}	14.0%	29.2%	20.2%
F_{ax}	1.72%	1.16%	1.21%
F_{ay}	1.29%	1.18%	1.25%
F_{fa}	54.6%	9.4%	45.8%
F_{fb}	43.4%	90.6%	54.2%
F_{xx}	58.72%	90.29%	61.71%
F_{yy}	44.14%	91.92%	63.69%
F_{xA}	1.909	1.016	1.193
F_{yA}	1.079	1.053	1.271

[표2]추출한 질감 특성값

특성 \ 영상	실험영상1	실험영상2	실험영상3
Entropy	1.1969	0.0169	1.8712
Homogeneity	0.8841	0.9972	0.8593
Contrast	0.2074	0.0017	0.2853
Correlation	0.1246	0.0002	0.4683

표1에서 각 실험 영상에 대한 결과를 보면 Perimeter를 이용한 특성1과 4에서 실험영상 2가 가장 큰 수치를 보이고 있어 경계면이 다른 실험영상보다는 완만함을 알 수 있었다. 특성3 F_{μ} 에서 실험영상 2가 가장 작은 수치를 보임으로서 ROI 영상 내에는 정량적인 변화가 적음을 알 수 있었다. 계산한 5개의 특성값은 폐암의 변이 형태에 따른 유사도에 있어서 단계별 유사성을 가지고 변화되는 것을 볼 수 있었다.

표2에서는 질감의 특성값 중 Entropy, Contrast, Correlation이 실험영상 3에서 가장 큰 수치를 보였고, 실험영상 2에서 가장 작은 수치를 보였다. 그러나 Homogeneity는 실험영상 2에서 가장 큰 수치를 보이고 실험영상3에서 가장 작은 수치를 보임으로써 나머지 3가지의 질감 특성값과는 반비례관계에 있음을 관찰할 수 있었다.

(ROI 내부의 가장 큰 균질성을 보임을 관찰할 수 있다.)

6. 결론 및 향후과제

폐암 변이 분석에 대한 실험으로 ROI의 기하학적 데이터와 형태학적 데이터를 이용하였고, 질감특징의 특성값을 분석하여 변이 형태를 구분하는데 유효한 특성값에 대한 수치를 계산하여 보았다. 특성값 추출에 있어서 그 유의성은 전문가가 판단하는 근거, 기준을 얼마나 객관적이고 정확한 수치로 나타낼 수 있는가에 따라 결정하여 보았다. 병리학자의 판단기준에 따른 영상 특성값의 구성으로 구성해 본 형태학적 특징과 질감 특징은 어느 정도의 유사성을 보였으며, 이것은 의료영상의 처리에 있어서 그 특성의 기준을 더욱 현실성 있게 만들어 주는 것이 정밀한 판단을 요구하는 의료영상의 분석에 적합하다는 것을 나타내어 준다고 하겠다.

향후 연구과제로는 좀 더 다양한 의료영상의 적용을 병리학자의 판단근거를 기반으로 추출한 특성값으로 구성하여야 할 것이며, 나아가서 국내 의료영상의 분석은 국내 환자의 영상으로 적용하여 국내적인 특징에 부합되도록 특성값을 구성하여야 하겠다. 또한 이러한 특성값을 이용하여 정확한 분류자를 구하여 임상에 적용하여야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] 이중달, "Basic Pathology," 고려의학, pp.199-204, 1991.
- [2] 최진, "병리학," 수문사, 1988.
- [3] Heung-Kook Choi, Janos Vasko, Ewert Bengtsson, Torsten Jarkrans, Per-Undo Malmstrom, Kenneth Wester, Christer Bursch, "Grading of transitional cell bladder carcinoma by texture analysis of histological sections," Analytical Cellular Pathology Vol. 6, pp.327-343, 1994.
- [4] 최형일, "컴퓨터 비전 입문", 홍릉과학출판사, 1991년: pp.33-74
- [5] 구교범, 김동성, 김종효, 정규식, "영역 성장법과 계곡 점을 이용한 의료 영상의 분할 방법", 제1회 멀티미디어 학회지 pp.339-344
- [6] 이남영, 박영식, 정진행, 서정욱, "전산화 영상 분석을 이용한 심근 섬유화 측정에서의 영상 보정과 gray level threshold 결정", 대한병리학회지 32권, 1998년: pp.494-503
- [7] Rafael C.Gonzalez and Richard E.Woods", Digital Image Processing", Addison-Wesley, 1993년: pp.413-465
- [8] Scott E Umbugh, Ph.D., "Computer Vision and Image Processing", Prentice-Hall International. Inc, pp:79-148
- [9] Earl Gose, Richard Johnsonbaugh, Steve Jost, "Pattern Recognition and Image Analysis," Prentice-Hall, pp. 372-379, 1996.
- [10] Robert M. Haralick, K. Shanmugam, Its' Hak Dinstein, "Textural Features for Image Classification," IEEE Trans. On System, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-3, No. 6, pp. 610- 624, 1973.
- [11] 최현주, 허민권, 최홍국, 김상균, 최항목, 박세명, "칼라유방암조직영상에서 질감 특징과 신경회로망을 이용한 양성세포핵과 음성세포핵의 자동 분할," 정보과학회 가을학술발표논문집, Vol. 26, No. 2, pp.422-424, 1999.
- [12] 김승현, 최홍국, 양영일, 남상희, "의료 GROSS사진의 디지털화를 통한 데이터베이스 구축과 영상특성 분석 시스템의 구현," 멀티미디어학회 추계학술발표논문집, Vol. 2, No. 2, pp.212-217, 1999.