

# 구조 텐서와 모폴로지 연산을 이용한 유방 MR 영상의 흉근분할

이명은\*, 진연연\*, 김수형\*, 김종효\*\*

\*전남대학교 전자컴퓨터공학부, \*\*서울대학교 의과대학

e-mail: melee@chonnam.ac.kr

## Pectoral Muscle Segmentation of Breast MRI using Structure Tensor and Morphological Operation

Myung-Eun Lee\*, Yan-Juan Chen\*, Soo-Hyung Kim\*, Jong-Hyo Kim\*

\*Dept. of Computer Science, Chonnam National University

\*\*Dept. of Radiology, Seoul National University College of Medicine

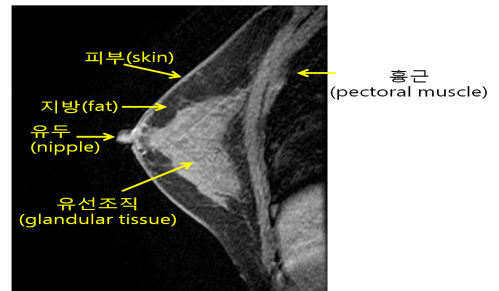
### 요 약

본 논문에서는 구조텐서와 모폴로지 연산을 이용한 유방 MR 영상에서 흉근을 제거하기 위한 분할 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 영상의 그레디언트 정보를 나타내는 구조텐서와 복잡한 구조텐서를 평활화하기 위한 모폴로지 연산을 적용하여 영상 진단 및 영상 정합시 불필요한 흉근부분을 자동으로 분할하고자 한다. 실험결과에서 확인할 수 있듯이 정확한 분할의 결과는 향후 컴퓨터 보조 진단 시스템에 유용하게 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서론

유방암 발생 비율이 높아짐에 따라 더 정확한 진단을 위한 유방 MR 영상의 촬영이 증가하고 있다. 또한, 컴퓨터 보조 진단 시스템 분야에서 기존의 다른 기기에서 획득한 mammo(mammography) 영상 및 초음파(ultrasound) 영상과의 정합에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 진단 및 영상 정합시 유방 MR 영상의 불필요한 흉근(pectoral muscle)부분을 자동으로 분할하는 방법을 제안하고자 한다. 제안하는 방법은 영상의 그레디언트 정보를 나타내는 구조텐서(structure tensor)와 복잡하고 랜덤한 구조의 텐서를 평활화하기 위하여 모폴로지 연산을 이용한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 유방 MR영상의 영역 분할을 위한 방법으로 구조텐서와 모폴로지 연산에 관하여 기술하고, 3장에서는 제안한 방법을 이용한 실험결과를 설명하며, 4장 결론 및 향후 연구에 관한 내용으로 구성된다.



(그림 1) 유방 MR 영상

### 2. 유방 MR영상의 영역분할

그림 1은 유방 MR 영상의 구조를 나타낸다. 그림에서 볼 수 있듯이 흉근에 속해 있는 다양한 조직들이 실제 유방조직과 유사한 부분들이 많이 있어 정합시 정확률을 저해하는 요소로 작용하고 있다. 따라서, 흉근 부분을 자동으로 분할하기 위한 방법이 요구된다.

#### 2.1. 구조텐서

구조텐서는 영상의 그레디언트를 표현하는 다른 방법 [1][2]으로 영상( $I_x, I_y$ )의 밝기값을 이용하여 행렬(matrix)

형태로 구성한다. 특히 텐서 항은 데이터의 배열형태로 나타낸다. 그러나, 텐서와 행렬의 가장 중요한 차이점은 텐서는 행렬로 표현될 수 있지만 모든 행렬이 텐서는 아니라는 것이다. 즉, 텐서를 설명하는 방법에 따라 일반적으로 0차 텐서는 스칼라(scalar), 1차 텐서는 벡터(vector), 2차 텐서는 행렬(matrix)을 나타낸다. 따라서 구조텐서 행렬  $S$ 는 다음 식 (1)과 같이 표현 할 수 있다.

$$S = \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

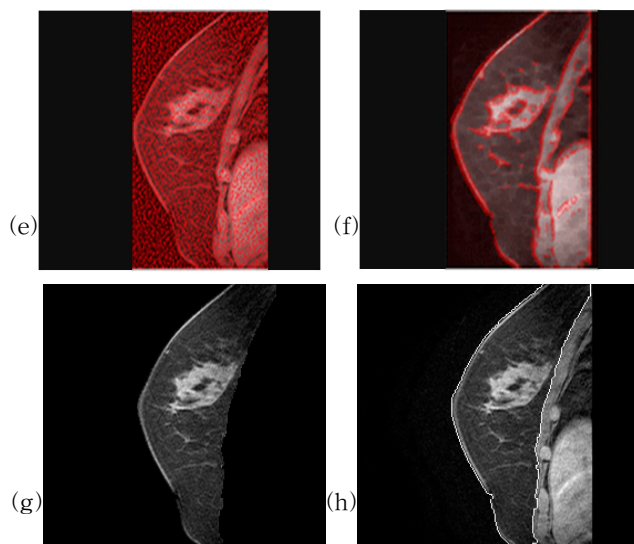
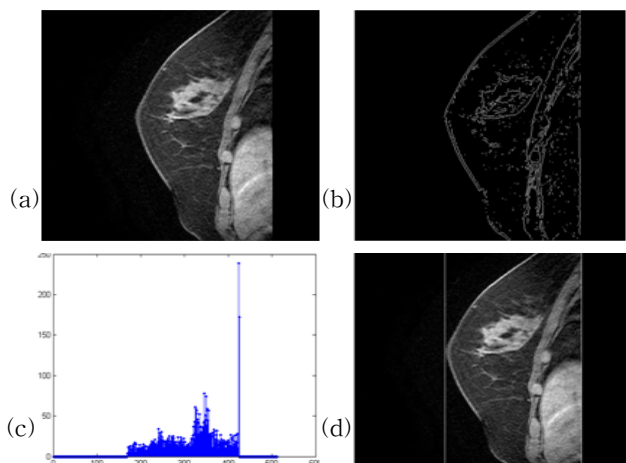
여기서 구조텐서 행렬은 고유값(eigenvalue)과 고유벡터(eigenvector) 즉,  $(\lambda_1, \lambda_2)$ 와  $(\vec{e}_1, \vec{e}_2)$  으로 각각 적용할 수 있다. 이러한 새로운 그레디언트 특징들은 더 정교한 지역적 그레디언트 특성을 잘 묘사하고 있다. 즉 고유벡터 중  $\vec{e}_1$  는 그레디언트의 normal 방향을,  $\vec{e}_2$  는 tangent 방향을 나타내며, 고유값은 고유벡터 방향을 따라 그레디언트의 구조를 확실히 나타낸다[3]

## 2.2 모폴로지 연산

구조텐서를 적용한 결과영상은 주변에 불필요한 부분들을 많이 포함하고 있기 때문에 모폴로지 연산[4] 이용하여 평활화 (Smoothing) 한다. 먼저 재구성에 의한 열림 (Opening) 연산은 주어진 히스토그램에 대하여 구조원소 (Structuring Element)를 이용한 침식(Erosion)연산을 적용하여서 마커(Marker)영상을 획득하고 이 영상을 마스크 (Mask) 영상의 제한점까지 팽창을 반복한다. 이러한 재구성에 의한 열림 연산은 침식 후에 남아있는 객체의 기본 형태는 유지하면서 주변의 잡음 성분을 잘 제거하여 평활화하는 역할을 잘 수행한다.

## 3. 실험결과

실험에 사용된 영상의 크기는 512x512이며, 총 5set 각 120장으로 구성된 데이터에 적용되었다. 그림 2는 제안한 방법을 적용한 실험결과를 보여주고 있다. (a)는 원본 유방 MR 영상이며, (b)는 원본영상에 구조텐서의 계산시간을 줄이기 위해서 ROI를 설정하기 위하여 먼저 소벨 연산을 적용한 결과이다. (c)는 (b)의 소벨 연산의 결과를 이용하여 수직방향 에지들의 합을 히스토그램으로 표현한 결과(x축: 영상크기, y축: 에지의 frequency)이며, 이 결과에서 왼쪽에서 가장 먼저 에지들의 합이 변하는 부분을 ROI영역 중 왼쪽 시작 지점으로 설정하였으며, 영상의 오른쪽에서 히스토그램이 최대가 되는 지점을 ROI영역의 오른쪽 지점으로 설정하였다. 결정된 ROI 영역을 그림 (d)에서 나타내고 있다. (e)는 (d)에서 구한 ROI 영역에 구조텐서를 적용한 결과이며, 주변에 불필요한 정보들을 줄이기 위하여 모폴로지 연산을 적용한 후 구조 텐서를 적용한 결과가 (f)와 같다. 따라서, 구조텐서의 요소 중 고유벡터가 같은 방향으로 변하는 부분을 찾아 피부(skin) line으로 저장하고, 다음으로 흉근 전에 고유벡터가 변하는 부분을 찾아서 저장 후 최종 유방 영역을 얻게 된다. 최종 분할된 영역은 (g)에 나타냈으며, 원본영상과 분할된 결과영상의 오버랩 영상을 (h)에 나타내고 있다.



(그림 2) 유방 MR 영상의 영역분할 과정 및 결과영상: (a) 원본 MR 영상, (b) 소벨 연산 적용 후 에지 결과, (c) (b)결과영상의 수직 방향 히스토그램, (d) ROI 영역, (e) 구조 텐서를 적용한 결과, (f) 모폴로지 연산을 적용후 구조텐서를 적용한 결과, (g) 영역분할 된 결과, (h) 분할된 결과와 원본영상의 오버랩 영상

## 5. 결론

본 논문에서는 컴퓨터 보조 진단 및 영상정합을 효율적으로 진행하기 위하여 구조 텐서와 모폴로지 연산을 이용한 유방 MR 영상에서 흉근을 제거하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법을 이용한 실험결과에서 확인 할 수 있듯이 정확하게 흉근 영역을 분할 할 수 있었으며, 컴퓨터 보조 진단 시스템에 응용 될 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구로는 보다 다양한 유방 영상에 적용이 요구되며, 잡음이 강하게 포함된 영상에서의 정확한 분할결과에 관한 연구가 진행될 예정이다.

## 감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2010-0008489).

## 참고문헌

- [1] Bigun J. and Granlund G., "Optimal Orientation Detection of Linear Symmetry," First int. Conf. on Computer Vision, ICCV, pp. 433-438, 1986.
- [2] Knutsson H., "Representing local structure using tensors," Proceedings 6th Scandinavian Conf. on Image Analysis, pp. 244-251, 1989.
- [3] Tschumperle D. and Deriche, "Diffusion PDE's on Vector-Valued Images," pp.16-25, 2002.
- [4] Rafael C. Gonzalez, "Digital Image Processing," Prentice Hall, 2004.