

# 디지털 마모그램에서 선형 필터를 이용한 미소석회질 ROI 검출

\*이승상, \*\*김기훈, \*\*\*박동선  
전북대학교 정보통신공학과

e-mail : twobit@mail.chonbuk.ac.kr dspark@moak.chonbuk.ac.kr  
linoguy@hanmail.net

## Detection of Microcalcifications ROI in Digital Mammograms using Linear Filters

\*Seung-Sang Lee, \*\*Ki-Hoon Kim, \*\*\*Dong-Sun Park  
Department of Information and Communication Engineering  
Chonbuk National University

### Abstract

In this paper, we present an efficient algorithm to detect microcalcifications ROI (Regions of Interest) in digital mammograms using Linear filters. To efficiently detect microcalcifications ROI, we used three sequential processes; preprocessing for breast area detection, modified multilevel thresholding, ROI selection using mean filter and linear filters.

### I. 서론

유방암에 의한 여성의 암에 의한 사망률은 상당히 높다. 미국에서는 암에 의한 사망률 4위에 기록되어 있고 [1], 유럽지역에서도 유방암에 의한 사망률은 아주 높게 나타나고 있다. 전 세계적으로 연간 15만명 이상의 여성들이 유방암에 의해 사망하고 있다는 보고도 있다 [2]. 우리나라에서도 보건복지부 발표에 의하면 여성의 유방암은 최근 10년간 그 발생빈도가 급격히 증가되어 현재 위암에 이어 제2의 위치를 차지하고 있다.

유방암의 조기 진단은 유방암에 의한 사망률을 크게 줄일 수 있다 [2]. 유방 X-ray 조영술은 유방암의 조기 진단을 위해 1970년대부터 사용되어져 왔다 [3]. 현대에 와서 산업기술의 발달로 보다 발전된 형태인 디지털 마모그래피(Digital Mammograph)를 이용한 CAD(Computer Aided Diagnosis) 시스템이 개발되어 이용되고 있다. 디지털 마모그램에서는 미소석회질과 종괴와 같은 유방암의 징후를 나타내는 특징들을 1차적으로 검출하여 전문가로 하여금 유방암의 존재 여부를 판단하는데 도움을 주고 있다. CAD 시스템의 일반적인 구성은 첫 번째로 디지털 마모그램에서 암일 가능성이 높다고 판단되는 ROI를 찾는 것이다. 이 단계

에서 정확한 ROI를 찾아야만 처리속도를 줄이고 암 판별의 정확도를 높일 수 있다. 두 번째 단계에서는 검출된 ROI에 대해 feature를 계산하고 마지막 단계에서 특성값들을 비교하여 암여부를 판별한다.

본 논문에서는 첫 번째 단계의 ROI를 검출하기 위해 유방영역 검출을 위한 선처리, mean filter 와 선형 필터를 이용한 ROI 검출 단계로 구분하여 시스템을 구성한다.

### II. 진단 시스템의 구성

디지털 마모그램은 고해상도의 스캐너를 통해 X-ray 필름을 스캔한 데이터로서 여러 형태의 잡음을 가지고 있다. 가슴의 좌, 우 등을 나타내는 인위적 정보들과 X-ray 촬영장비 및 스캐너 등의 기계적인 특성상 나타나는 잡음들이 이에 속하는 잡음원이다. 이러한 잡음들은 우선적으로 세그멘테이션을 통해 제거한다.

위와 같은 선처리 작업을 마친 후 다음 그림1에서처럼 진단 시스템을 구성한다.

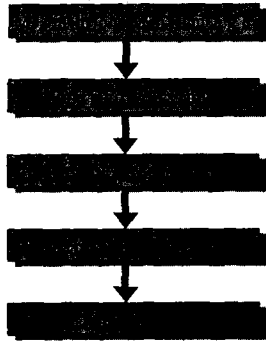


그림 1. CAD system architecture

선처리 작업이 끝나면 ROI를 검출해내는 과정은 진단 시스템의 아주 중요한 부분을 차지한다. 그 이유는 불필요한 조직들의 영향으로 인하여 처리시간 및 암 진단 여부에 영향을 줄 수 있고, 또 암 진단의 중요한 요소인 미소석회질이 제거됨으로 해서 악영향을 미칠 우려가 있기 때문이다.

ROI가 검출 되면 암의 유무를 판단하기 위해 특성값들을 추출하고, 추출된 특성벡터들을 이용해 마지막 단계인 암 유무 판별단계에 들어가게 된다.

### III. ROI검출 알고리즘

본 논문에서 사용한 마모그램 데이터는 MIAS Database의 고해상도 스캔 이미지로서 해상도는  $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 이고, 크기는  $2600(\text{pixel}) \times 4320(\text{pixel})$ 이다.

#### 3.1 Preprocessing

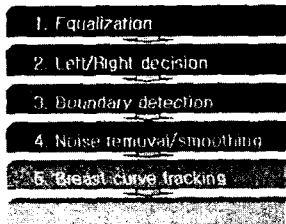


그림 2. 가슴영역 검출 알고리즘

선 처리 단계는 위 그림2와 같이 6단계의 과정을 통해 잡음영역이 제거된 가슴영역을 추출할 수 있다.[4]

첫 번째 equalization 과정은 디지털 마모그램의 개선효과와 다양한 특성을 갖는 유방조직을 유사한 특성을 갖도록 근사화 시키는 효과를 얻기 위하여 사용되었다[5]. 두 번째 유방의 좌우 판단단계는 디지털 마모그램에서 가슴의 볼록 부분이 좌우 어느

쪽에 있는지 여부를 간단히 알아보기 위한 방법으로 비교적 높은 명암도 값(30)에서 thresholding을 하여 이진영상(0과 255)으로 변환한 후, 세로 절반을 중심으로 그레이 값이 255인 화소(pixel)수를 세어봄으로서 화소수가 많은 쪽에 가슴영역이 있다는 것을 알아낸다. 세 번째 단계인 가슴영역경계 결정단계는 정확한 가슴영역경계를 찾기 위한 thresholding 과정이다. 그림 3과 같이 thresholding 값의

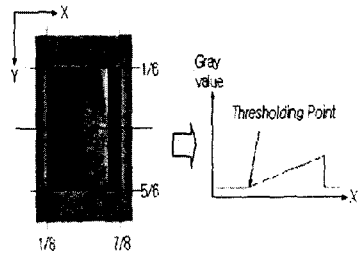


그림 3. 가슴영역 경계 결정

가슴이 없는 곳에서 있는 방향으로 화소의 명암도 값의 변화상태를 관찰하여 변화된 기울기가 일정기간(10pixel) 이상 계속 증가상태를 보이는 시작점의 명암도 값을 모두 기록하여 가슴영역의 경계값을 결정한다. 네 번째 잡음제거 및 평탄화 과정에서는 그림 4와 같이 thresholding 된 2진영상의 가슴경계가 완전한 곡선을 이루지 못하고 있다. 이것은 잡음 및 유방조직 자체의 특성 등에 기인한 것인데 이들을 곡선에 가깝도록 근사화시키고 잡음을 제거하기 위해서 기하학적 연산자인 수축(erosion)과



그림 4. 잡음제거 및 평탄화 과정

팽창(dilation)을 이용하였다. 적용방법은 횡수를 1회에서 3까지 증가시켜 가며 3번씩 번갈아 가며 수행하였다[6]. 다섯 번째 가슴영역곡선 추적과정에서는 그림 5와 같이 가슴영역 중 최대 볼록부분(nipple)을 찾은 후, 상하 방향으로 가슴영역의 곡선을 추적하는 알고리즘을 적용하였다.

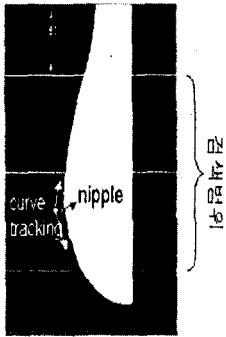
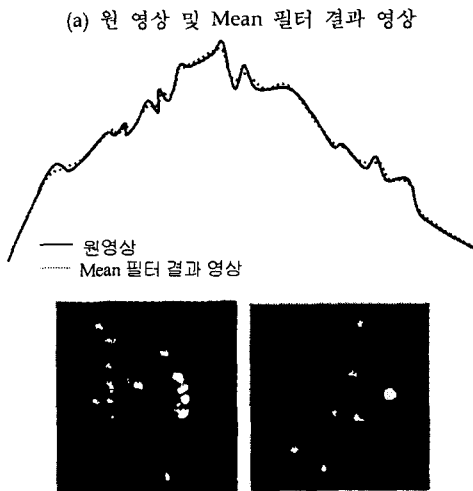


그림 5. 가슴영역 곡선 추적 과정

마지막 가슴영역 결정단계에서는 결정된 가슴영역곡선의 안쪽 영역만을 추출해 냄으로서 최종적으로 가슴영역만을 검출하였다.

### 3.2 Mean filtering

Mean 필터는  $N \times N$  윈도우를 이용하여 윈도우 내의 평균값을 구하여 잡음 등을 제거하는데 보편적으로 사용하는 간단한 형태의 선형 필터이다. 이 필터는 이미지를 흐릿하게 하는 특징을 가지고 있기 때문에 복잡한 형태의 유방조직들을 단순하게 변형 할 수 있다. 이러한 특징을 이용하여 본 논문에서는 미소석회질의 위치를 검출하는데 이용하였다[7]. 미소석회질은 주변 조직보다 상대적으로 명암도 값이 높다는 특징을 이용하여 아래 그림 6은 Mean 필터를 적용한 영상과의 차 영상을 나타낸다



(b) 차 영상

그림 6. Mean 필터를 이용한 영역 검출

원 영상과 Mean 필터를 적용한 결과의 차 P\_d가 8일 때 미소석회질을 보존하면서 조직영역을 효과적으로 제거할 수 있다. 또한 윈도우 크기는  $9 \times 9$ 로 하였을 때 주변 조직영역을 최대한 제거하면서 미소석회질을 모두 찾아낼 수 있다[7].

### 3.3 선형 필터를 이용한 미소석회질 ROI검출

주변 조직영역과 미소석회질 영역을 구분하기 위해서는 미소석회질 영역이 주변 조직영역과 구분되는 특성들이 파악되어야한다. 따라서 본 논문에서는 실험에 사용된 모든 디지털 마모그램에서 미소석회질을 추출하고 특성값들을 추출하고, 유방조직들도 랜덤하게 추출하여 특성을 조사하였다.

- 1) 면적 : 객체를 이루는 화소들의 수
- 2) 최대 높이 : 객체를 이루는 화소들의 명암도값의 최고값과 최저값의 차이
- 3) 둘레 : 객체의 경계를 이루는 화소들의 수
- 4) 평균 명암도 값 : 객체 화소들의 명암도값의 평균
- 5) 명암도 값의 표준편차 : 객체 화소들의 명암도 값 평균의 표준편차
- 6) 주위 유방조직과 명암도 값의 차이
- 7) 밀도 : 둘레 대 면적 비율
- 8) 높이 대 면적 비율
- 9) 평균 높이 대 평균 반경

표 1은 이 값들 중 고유특성 값들의 최대, 최소, 평균, 표준 편차 값을 정리한 것이다.

| 항목       |    | 특성                         |       |        |        |
|----------|----|----------------------------|-------|--------|--------|
|          |    | 최대값                        | 최소값   | 평균값    | 표준 편차  |
| 면적       | 병변 | 3578                       | 3     | 97.86  | 223.26 |
|          | 조직 | 805                        | 1     | 9.67   | 29.16  |
| 높이       | 병변 | 128                        | 6     | 17.61  | 25.73  |
|          | 조직 | 24                         | 1     | 2.42   | 4.53   |
| 둘레       | 병변 | 378                        | 3     | 38.92  | 50.23  |
|          | 조직 | 648                        | 1     | 8.7    | 17.77  |
| 명암도 값    | 병변 | 237.23                     | 71.10 | 177.88 | 23.29  |
|          | 조직 | 228.87                     | 23.00 | 163.94 | 32.86  |
| 명암도 값    | 병변 | 39.40                      | 0.00  | 4.59   | 5.78   |
|          | 조직 | 19.03                      | 0.00  | 0.97   | 0.79   |
| 명암도 값    | 병변 | 97                         | 5     | 22.82  | 37.83  |
|          | 조직 | 32                         | 1     | 9.78   | 15.89  |
| Sample 수 |    | 미소석회질 802개,<br>유방조직 55880개 |       |        |        |

표 1. 미소석회질과 유방 조직의 특성 비교

위 결과를 가지고 선형 필터를 구성하기 위한 파라미터 값들을 정의하기 위해 각 특성값들의

상관관계를 먼저 알아보고자 했다. 이 특성값들간의 correlation coefficient를 구하고 이 값들중 높게 나타난 값들은 특성들간에 어느 정도 선형적인 상관관계가 있음을 알려준다. 또한 동시에 유방조직과 미소석회질에서 높게 값이 나오는 것들은 이들간의 구별 가능성이 있음을 나타낸다[4].

$$\rho = \frac{cov(X_1, X_2)}{\sigma(X_1)\sigma(X_2)}, \sigma(X_i): X_i \text{의 variance}$$

샘플공간상에 정의되는 임의의 두 랜덤 변수를 X, Y라 하면 X와 Y의 Correlation coefficient는 위 식과 같이 표현되는 2차 Joint Moment이다[8].

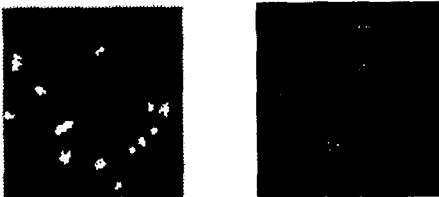
이들을 이용해 선형 필터를 구성하고 정의한 파라미터 값들은 아래 표 2에 보였다.

| 파라미터 항목          | 최적값    |
|------------------|--------|
| 객체의 면적           | 3~3600 |
| 객체의 높이           | 5이상    |
| 최대값들간의 높이 차이     | 32이상   |
| 최대값들간의 거리        | 60이상   |
| 명암도 값의 표준편차      | 1.4이상  |
| 주위 조직과의 명암도 값 차이 | 4이상    |
| 밀도               | 98이하   |
| 면적 대 최대 높이 비율    | 1~37   |

표 2. 선형필터 구성에 사용된 파라미터 값들

### IV. 실험 및 결과

본 논문에서 사용된 디지털 마모그램은 Mammo graphic Image Analysis Society(MIAS)[7]에서 제공하는 데이터로써 해상도는 50 $\mu$ m이며 8bit 그레이값을 가지며 크기는 4320 × 2600, 4320 × 2048이다. 본 논문에서는 미소석회질을 포함하는 12장(악성 6장, 양성 6장)의 마모그램을 이용하여 처리하였다. 아래 그림 7은 3장의 알고리즘을 적용하여 ROI를 검출한 결과 그림이다.



(a) mdb2091l(악성)                      (b) mdb211lm(악성)  
(c) mdb211lm(양성)                      (d) mdb222rm(양성)

그림 7. ROI 검출 결과

### V. 결론 및 향후 연구 방향

현재 디지털 마모그램을 이용한 유방암 검출 연구가 활발히 진행되고 있다. 이중 ROI를 검출하기 위한 연구 또한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서도 ROI를 검출하기 위해 Mean Filter와 선형 필터를 이용하여 조직 영역을 효과적으로 제거하면서 미소석회질을 검출하였다.

선형 필터에 이용된 특성값들과 여러 다른 특성값을 이용하여 암 진단을 위한 데이터로 이용할 수 있을 것이다. 이러한 데이터를 가지고 인공지능 기법 등을 이용하여 암의 여부를 판별할 수 있는 시스템을 구성하여야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] C. C. Boring, T. S. Squires, and T. Tong, "Cancer Statistics", vol. 42. pp. 19-38, 1992.
- [2] R. Gaughan, "New approaches to early detection of breast cancer makes small gains," *Biophotonics Int.*, pp. 48-53, Sept./Oct. 1998.
- [3] The MSNBCs breast cancer FAQs, ' <http://www.msnbc.com/news/68245.asp>, July 2000.
- [4] 이양석 외 5명, "디지털 마모그램에서 단계별 thresholding을 이용한 효율적인 Microcalcification ROI 검출", 한국통신학회, 하계 종합 학술대회 논문집 vol.21, No.1, pp 615-619, 2000.
- [5] Ernest L.Hall, "Computer Image Processing and Recognition", pp 166-173, 1979.
- [6] Rafael C.Gonzalez and Richard E.Wood, "Digital Image Processing", pp 518-523, 1993.
- [7] 신진욱, 이승상, 박동선, "디지털 마모그램에서 가변형 선형 필터를 이용한 ROI검출", 대한전자공학회 추계학술대회 논문집 vol. 25, No.2, pp. 541-544, 2002.
- [8] Wilbur B.Davenport, JR.Probability and random processes, pp 446-249, 1968.