

## Fuzzy Set을 이용한 피부반응 검사의 자동화 연구

심철, 정병선, 이명구, 박민용  
연세대학교 공과대학 전자공학과

Automation of Skin Allergy Test using Fuzzy Set

Shim Chul, Jeong Byeong Sun, Lee Myeong Ku, Park Mignon  
Dept. of Electronical Eng., Yonsei University

### Abstract

Modern society is prevailed a lot of allergies. So, the allergy test is very important. There are many kinds of allergy test. A doctor usually uses skin allergy test among many allergy tests.

However, little standadization and objectivity of grading-standard has been established in the skin allergy test. A measurement of the reaction area has been a major objective to perform skin allergy test. Recently, a doctor's method is to measure the reaction area after drawing a line that represents the reaction area on the skin.

But this method differs slightly from the real reaction area and individual doctor's measurement is different, because the edge of the reaction area is obscure.

In this paper, We propose a algorithm which is able to detect vague edges using the fuzzy set. The algorithm that detects the line and curve is proposed first. Here, the maximum value is calculated by comparing the membership function of the line and curve seperately. We also encode the direction of the line and curve by using 8-direction code. Then, we calculate the reaction area by measuring the pixels which are inside the reaction area. And finally the Allergy grade is decided by grading-standard, and we accomplish faster, the more accurate and objective allergy grade decision.

### 1. 서론

현대처럼 투약의 필요성이 증대되고, 그에 따른 약물의 알레르기의 위험성도 커지는 시점에서 알레르기 반응을 검사하는 것은 매우 중요하다. 알레르기 반응을 검사하는 방법은 여러 가지가 있지만, 그중에서 피부 반응 검사는 의사들 사이에서 가장 많이 시행되고 있는 검사이다. 그런데, 이 검사는 의사들 사이에서 널리 사용되고 있지만, 판정 등급 체계의 표준화 및 객관화가 아직 미비한 상태이다.

현재까지 의학계에서 사용되고 있는 피부 반응 검사는, 주로 Prick Test에 의해 알레르기 반응을 유도한 후에, 그 반응 부위를 경험있는 의사들이 반응 부위와 그렇지않

은 부위를 시각적인 판단에 의해 구분한다. 이렇게 구분된 반응 부위의 면적을 장경과 반경의 평균치를 계산하여 구한후에, 이 면적을 토대로 알레르기 판정 등급을 내리고 있는 실정이다. 이에 대한 연구는 Dennis R. Ownby에 의한 것이 대표적 예인데, 피부위에 직접 그린 반응부위를 사진에 미리 마련된 Shape Table과 비교하여 판단하는 방법이므로 완전한 객관화는 이루지 못했다.

이와 같이 경계가 불분명한 반응 영상을 처리하는데에 Fuzzy Set을 이용하여 구현할 수 있다. Fuzzy Set을 이용한 방법은 기존의 방법을 이용하는 것과는 달리 인간이 판단하는 방법과 비슷하다는 장점이 있기때문에 여러분야에 응용되고 있다. Fuzzy Set이론은 1965년 Zadeh이 처음으로 제안한 이래로, 여러 좋은 결과를 얻고있고, 그러한 연구는 여러 분야에서 발표되고 있다.

본 논문에서는 피부반응 검사의 자동화를 실현하고, 객관화 및 표준화를 위한 기초 단계로서, Fuzzy Set을 이용하여 피부 반응 검사 영상에서의 불분명한 경계를 추출하는 이론을 제안한다. 여기서는 Fuzzy Set을 이용하여 곡선, loop등을 검출하는 알고리즘을 제안하고, 경계의 세선화 및 Segmentation을 행하므로써 궁극적인 관심이 되는 진(眞) 반응 부위의 면적을 측정하여 알레르기 판정에 자동화 및 표준화를 기하고자 한다.

### 2. Fuzzy Set을 이용한 불명확한 경계선의 검출

#### 2.1 Fuzzy Set 이론

Fuzzy Set은 Full Membership과 No Membership사이의 경계가 Abrupt하기보다는 Gradual한 Set을 말한다. 집합

x를 전체 집합 X의 element로 정의할 때, Fuzzy Set A를 다음과 같이 정의 한다.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (2.1)$$

여기서,  $\mu_A(x)$ 는 x가 집합 A에 속하는 정도를 0과 1사이의 연속적인 수로 표시하며, Membership Function이라 한다. 이 Membership Function은 일반적으로, Expert의 경험에 의해 구성된다.

### 2.2 경계 검출 이론

피부 반응 영상은 그 경계가 명확하지 않기때문에 사람이 시각적으로 판단하는 것도 그렇게 쉬운 일은 아니다. 최근에 인공지능 분야에서도 영상 처리 분야의 연구가 증가되고 있지만, 문제 해결 방법이 있어서 1개의 방법만이 아닌 여러 방법을 구사하여 접근해야만 결과의 신뢰성이 유지된다. 물론 Fuzzy Set도 그것의 하나로서, 학습에 의해 Membership 함수를 개선하여 영상 처리를 하게 된다.

일반적으로 Fuzzy Set은 Membership Function으로 규정하게 되는데, 그 Membership Function은 원함수를 목적함수로 변환하는 작용을 한다. 따라서, Membership 함수에 의해 원함수를 개선함으로써 원하는 결과를 얻게 된다.

먼저, 경계가 불분명한 윤곽선을 검출하기 위해 기본적인 3종류의 직선 즉, 수직선, 수평선 및 사선에 대한 Membership Function을 다음 그림 2-1과 같이 규정한다.

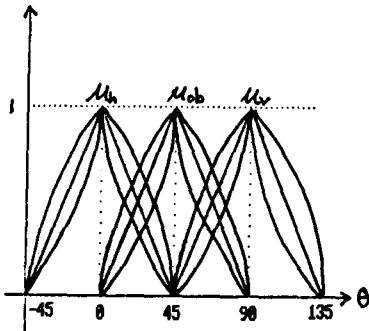


그림 2-1 수직선, 수평선 및 사선의 Membership Function  
여기서  $\theta$ 는 직선 x의 경사를 나타낸다. 그림 2-2에 그 관계를 도시했다. 또, Membership Function의 Grade를 조정하는 Parameter를 쓴다.

마찬가지로, 선분 x의 곡선정도도 그림 2-3과 같은 Membership Function으로 표시한다.

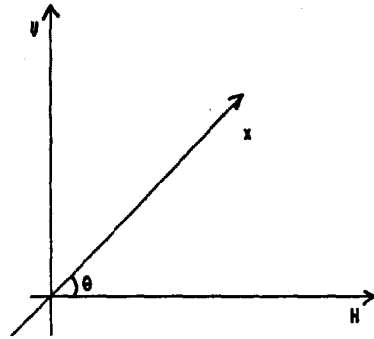


그림 2-2 직선 Membership Function Parameter 관계

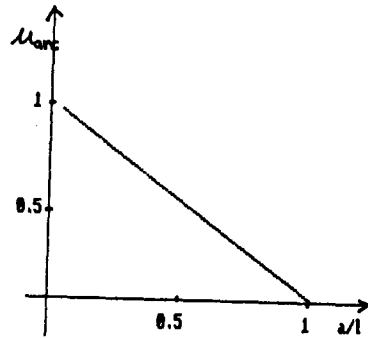


그림 2-3 곡선의 Membership Function

여기서 a는 선분 양끝을 연결하는 직선의 길이이고, 1은 선분의 길이를 표시한다. 그림 2-4에 그 관계를 예시했다.

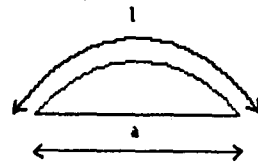


그림 2-4 곡선 Membership Function Parameter 관계

반응 영상은  $M \times N$  차원의 gray level image가 되고 이것을 1차원의 기호로 변환하기 위해서 w개의 요소로 이루어진 선분의 방향을, 그림 2-5와 같은 8방향의 code를 사용하여 표시한다. 윤곽선 검출은 gray level이 가장 균일한 불탁을 찾고, 그곳의 gray level이 threshold값 이상인 pixel을 시작점으로 한다. pixel을 덩어지게 합쳐서 Membership Function의 값이 최대인 방향으로 추적해 나간다.

Grade가 2개이상인 경우에는, 그전의 정보를 이용하여 연결성이 큰 방향을 선택한다. 이 정보는 나중에 분기점으로도 사용된다. 선분의 출발점은 경계선이 안쪽으로 길

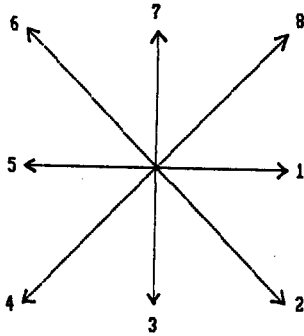


그림 2-5 8방향 code

어진 경우에는 변경을 한다. 이것에 의해 loop의 경계를 인식하고, 경계를 손실했을 경우에도 다시 추적할 수 있게 된다.

경계의 불규칙한 모양을 개선하기 위해 세선화를 행한다. 경계의 세선화는 다음의 규칙에 의해 실현한다.

- 1) 4개 이상의 같은 code가 지속되고, 2개의 다른 code가 그뒤에 올때, 또는 그값이 6과 3일때는 '그것을 전후의 code로 바꾸거나 제거한다.
- 2) 인접하는 2개의 요소가 역방향일 때는, 이것을 제거한다.
- 3) 4개 이상의 code가 계속되고, 1(또는 2개 연속)기의 다른 방향의 code가 면적이 줄어드는 방향이면 그것을 제거한다.
- 4) 한쌍의 code의 vector합의 중간 방향을 취하고 제거한다.

이와같이 경계를 추출한 반응부위의 면적을 측정하여 판정 등급을 정한다.

### 3. 실험

본 연구에서 제안한 영상처리 단계는 다음 그림 3-1과 같다.

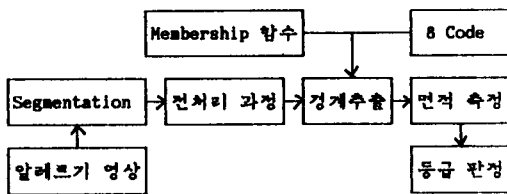


그림 3-1 영상 처리 단계 구성도

Prick Test로 피부 반응을 유발한 반응 영상을 카메라로 촬영한 후, 반응 영상을 Segmentation 시킨다. 전체 반응 영상을 optimal하게 8 개의 볼록으로 나누게 되는데, segmentation을 시키는 이유는 피부 반응 검사에 영상은 일반적으로 피부상에서 직접 촬영되기 때문에 gray level이 균일하지 못하다. 따라서 segmentation시킨 조각 영상에서 경계를 추출하게 된다.

Segmentation된 영상을 경계 추출을 위한 전단계로 영상을 histogram에 의해 enhancement시킨다. 사전처리가 끝난 영상을 Fuzzy Set에 의한 경계 추출을 하게된다.

원영상과 경계를 추출한 영상을 그림 3-2와 그림 3-3에 보였다.



그림 3-2 피부 반응 영상



그림 3-3 경계 추출 영상

### 4. 결 론

본 연구에서는 의용 영상의 하나인 피부 반응 검사 영상을 예로하여, 어떠한 윤곽을 명료한 선으로 변환하는 방법을 Fuzzy Set을 이용하여 구현하였다. 이를 위한 국선, loop등을 검출하는 알고리즘을 제안하였고, 세선화 및 Segmentation등을 행하여 피부 반응에서 판정에 기본이 되는 반응 부위의 면적을 측정하여 알레르기 판정에 직관화 및 표준화를 기할 수 있음을 알 수 있었다. Fuzzy Set을 병용하여, 영상 처리를 이용한 피부 반응 검사의 반응 부위 경계 및 면적 측정은 기존의 방법에 비해 신속하고, 또한 환자의 병력 보전에 유리하다. 즉, 알레르기

반응 영상을 보전하여 후에 판정 등급 결정에 참고가 될 수 있다.

이와같은 이론을 적용하고 임상 실험을 수행하여 표준화된 등급체계를 세운다면, 현재 의사들이 행하는 주관적인 알레르기 판정에 자동화와 표준화 및 객관화를 유지할 뿐만아니라 정확하고 신속한 판정을 내릴수 있을것이다.

그러나, 본연구가 실패를 거두기 위해서는 장기적인 임상 실험 data가 뒤따라야 할것이다.

## 5. 참고문헌

- [1] Dennis R. Ownby, et.al., "Computerized measurement of allergen induced skin reaction", J. ALLERGY CLIN. IMMUNOL., vol. 9, No. 6, pp 536-538, JUNE 1982.
- [2] Niels Mygind, Bent Weeke, "Allergic and Vasomotor rhinitis: Clinical aspects", Munksgaard, Copenhagen, pp 97-107, 1985.
- [3] George J. Klir, Tina A. Folger, "Fuzzy set, uncertainty, and information", Prentice-Hall International Editions, 1986.
- [4] H.J. Zimmermann, "Fuzzy Set Theory and Its Applications", Kluwer-Nijhoff Publishing, 1986.
- [5] Abraham Kandel, "Fuzzy Techniques in Pattern Recognition", A Wiley-Interscience Publication, 1982.
- [6] James C. Bezdek, "Analysis of Fuzzy Information", CRC Press, vol. 3, pp 81-214, 1987.