

## 형태학적 연산과 선분 근사화를 이용한 침 검출

장경식\* · 한수환

### Needle Detection by using Morphological Operation and Line Segment Approximation

Kyung-shik Jang\* · Soowhan Han

Department of multimedia Engineering, Dongeui University, Pusan 614-714, Korea

#### 요 약

이 논문에서는 한방 치료에서 피부에 직침된 침의 제거를 위한 침 검출 방법을 제안한다. 명암도 영상에서 형태학적 열기 연산을 이용하여 침 후보 영역이 검출되고 크기 정보 등을 이용하여 거짓 침 후보 영역이 제거된다. 각 후보 영역에서 canny 에지 검출기를 사용하여 에지 점들을 찾고 이들 점들을 선분으로 근사화한다. 선분들의 방향과 선분 간의 거리를 기반으로 하는 형태학적 분석을 통해 두 개의 주요 선분을 찾고 침 머리 부분을 검출한다. 119개의 침이 직침된 16개의 영상에 대한 실험 결과 97.5%의 검출율을 얻었다.

#### ABSTRACT

In this paper, needle detection algorithm for the removal of needle stuck into skin in oriental clinic is presented. First, in the proposed method, potential candidate areas of each needle are selected by using the morphological open operation in a gray image, and the false candidates are removed by considering their area size. Next, edge points are extracted using canny edge detector in selected candidate areas, line segments are approximated using the edge points. Based on the direction of line segment and the distance between two line segments, two main line segments of the needle are extracted. The final verification of needle is accomplished by using the morphological analysis of these two line segments. In the experiments, the detection rate of proposed method reaches to 97.5% for the 16 images containing 119 needles.

**키워드** : 침 검출, 형태학적 연산, 선분 근사화, canny 에지 검출기

**Key word** : needle detection, morphological operation, line segment approximation, canny edge detector

Received 12 August 2015, Revised 31 August 2015, Accepted 14 September 2015

\* Corresponding Author Kyung-Shik Jang(ksjang@deu.ac.kr, Tel:+82-51-890-1988)

Department of Multimedia Engineering, Dongeui University, Pusan 614-714, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.12.2785>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

한의학은 수천 년에 걸쳐 전승된 의학이지만 서양의 학에 비하여 상대적으로 과학의 혜택을 받지 못하여 왔으나, 최근 한방치료를 더욱 과학화하기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있다[1, 2].

침술은 한의학에서 대표적인 치료법인데, 침은 가늘고 긴 스테인레스 스틸로 구성되어 피부에 꽂을 수 있도록 하는 침봉과, 그 후단으로 시술자가 손으로 잡을 수 있도록 구성된 침 머리 부분인 침병으로 이루어진다[2]. 이러한 침은 크기가 작고 가늘 뿐만 아니라, 치료를 위해 많은 수의 침을 한꺼번에 직침하는 경우가 많아, 침술 도중 발침이 완전히 이루어지지 않음으로서 의료사고가 종종 발생되고 있다. 특히 대부분의 한방병원의 경우 직침자(한의사)와 발침자(간호사)가 다름으로써 이러한 사고의 위험에 쉽게 노출되어 있으며, 이러한 의료사고의 예방을 위한 시스템의 도입을 많은 한방병원에서 필요로 하고 있는 실정이다.

불완전한 발침의 위험을 예방하기 위하여 침의 머리 부분에 발침자의 인지가 용이하도록 명도가 큰 형광색으로 코팅된 침을 사용하는 방법[3]이 제시되었으나 이 또한 전적으로 발침자의 시각에 의존함으로써 여전히 위험성이 남아있다. 현재까지 구현된 구체적인 기술은 전무한 상태며 단지 특정센서(바코드, RFID, 또는 자기장센스)를 이용한 침의 위치추적 개념[4-6]과 촬영된 환자 영상으로부터 침을 검출하는 개념을 적용한 영상모니터링 시스템에 대한 아이디어만 특허출원중인[7] 상태이다. 특정센서 기반의 침 위치추적시스템은 일회용으로 사용되는 침에 센서물질을 부착해야하는 점과 환자병상에 그것을 감지 할 수 있는 센서들이 설치되어 있어야 하는 점 등 그 경제성이 낮아 본 논문에서는 특별한 침 검출장비 없이 촬영된 환자영상으로부터 직접적으로 침을 검출하는 방법을 제안하였다.

침은 크기가 작고 가늘어 일반적으로 촬영된 환자의 영상으로부터 그 위치를 검출하기는 쉽지가 않다. 따라서 이 논문에서는 침을 효과적으로 검출하기 위하여 침 머리 부분에 인체에 무해한 노란색의 발광 물질을 도포함으로써 직침된 침 머리 부분이 주변보다 밝도록 하였다. 주변보다 밝은 침 머리 부분을 검출하기 위하여 형태학적 연산 중에서 열기(open) 연산과 이진화 과정을 거쳐 침 후보 영역을 찾고, 검출된 영역의 크기성분 등

을 고려하여 거짓 후보영역을 제거하는 과정이 수행된다. 후보영역의 edge 점들을 찾고 선분으로 근사화한 후 방향과 선분간의 거리 등을 이용하여 침의 머리 부분에 해당하는 두 개의 주 선분을 찾아 최종적으로 침을 검출하였다.

## II. 영상 획득

침은 크기가 작고 가늘며 형태가 단순하여 육안으로도 찾지 못하는 경우가 발생한다. 일반적인 방법으로 영상을 획득하는 경우, 침을 검출하기는 매우 어렵기 때문에 이 논문에서는 침 머리 부분에 인체에 무해한 노란색의 발광물질을 도포하고 링 조명이 부착된 카메라를 사용하여 침 머리 부분을 밝게 하여 영상을 획득하였다.



Fig. 1 image acquisition

일반적으로 거친 표면이나 매끄러운 표면에서의 반사광은 각각 난반사(Diffuse Reflection)와 거울반사(Mirror Reflection)를 일으킨다[8]. 그러나 미세한 유리구슬을 포함하는 발광물질에서는 입사광이 들어올 때 빛이 들어온 방향으로 재귀 반사(Retro Reflection)가 발생하며 이 경우 물체는 주변보다 밝게 되어 물체 검출에 많은 도움이 된다. 그러나 카메라 플래시를 사용하면 물체에 반사되는 빛이 입사하는 카메라 렌즈와 플래시와의 각도 차이에 의하여 밝은 물체 영상을 얻을 수 없다.

이 논문에서는 카메라 렌즈에 장착하는 링 조명을 사용하여 실험 영상을 얻었다. 카메라의 렌즈에 부착된 링 조명에 의해 카메라 정면 방향으로 반사광을 낼 수 있어 재귀반사를 하는 침의 머리 부분이 주변보다 밝게

촬영되어진다. 링 조명은 촬영시 자동으로 켜지도록 설정되어 있으며 그림 1과 같이 일반 한방치료실의 형광등 실내조명 아래서 직침 후 환자영상을 리모콘(remote control)에 의해 원격 촬영하였다. 의료용 마네킹을 대상으로 침 시술을 실시하고 그 영상들을 획득하였으며, 카메라는 지지대를 설치하여 고정시켰다.

### III. 명암도 영상에서 침 검출

#### 3.1. 침 후보 검출과 이진화

침 부분은 매우 가늘어 육안으로도 존재 여부를 판단하기 어렵다. 노란색의 발광물질에 사용하기 때문에 컬러정보를 사용하면 보다 쉽게 침을 검출할 수도 있지만, 영상 크기가 커짐에 따라 실제 구현시 메모리 문제가 발생할 수 있기 때문에 명암도 영상을 사용하였다.

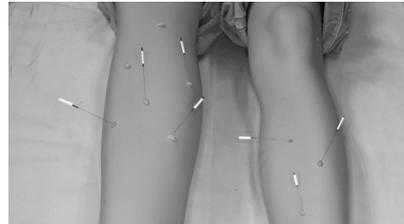
침 머리 부분은 주변보다 밝다는 성질을 기반으로 형태학적 연산 중에서 열기(open) 연산의 특성을 이용하여 침 후보 영역을 검출하였다. 구조요소(structural element) B에 의한 영상 A의 형태학적 열기(open)는 식 (1)과 같이 B에 의해 A를 침식하고 나서, 그 결과를 B로 팽창시키는 것이다. 즉, 원 영상을 침식 연산으로 영상의 최 외곽을 한 픽셀씩 없애고 다시 팽창 연산으로 최 외곽을 한 픽셀씩 확장시키는 방법이다. 명암도 영상을 대상으로 열기 연산을 수행하면, 구조요소보다 작고 주위보다 밝은 영역은 제거되며 나머지 부분은 거의 변화가 없는 결과를 얻을 수 있다[9, 10]. 그림 2의 (a)는 입력 영상  $I_{ori}$ 이며, (b)는 열기 연산을 수행한 영상  $I_{open}$ 으로 주변보다 밝고 작은 부분인 침 머리 부분이 제거되었고 다른 부분은 거의 변화가 없음을 확인할 수 있다. 영상에서 육안으로 보이지 않지만 잡음에 해당하는 크기가 매우 작고 주변보다 밝은 영역들이 존재하기 때문에 열기연산을 수행하기 전에 평균값 필터를 사용하여 입력 영상의 평활화(smoothing)를 수행하였다.

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (1)$$

$$I = I_{ori} - I_{open} \quad (2)$$

침 후보 영역을 찾기 위하여 식 (2)와 같이 원 영상  $I_{ori}$ 에서 열기연산을 수행한 영상  $I_{open}$ 을 빼면 열기 연

산을 통하여 제거된 부분인 침 머리 부분이 포함된 영상을 얻을 수 있다.



(a)



(b)

Fig. 2 input image and result image after open operation

식 (2)에 따라 얻어진 영상을 반전하면 화소값이 큰 흰색 쪽에 화소들이 많이 분포하고 화소값이 작은 화소들은 분포가 적게 된다. 일반적인 이진화 과정은 전체적인 화소값 분포를 고려하여 영상을 두 클래스로 분류하는 임계값을 사용한다[11]. 이와 같은 일반적인 이진화 방법을 사용하면 침이 아닌 많은 영역이 침 후보 영역으로 나타날 수 있다. 이 논문에서는 식 (2)의 영상을 반전한 영상에서 침은 다른 부분보다 검은 부분이고 전체적으로 침에 해당하는 화소수가 적기 때문에 영상에 대한 히스토그램을 구하고 화소값 0부터 n까지의 화소수가 전체 화소수의 0.25% 되는 화소값 n을 임계치로 하여 이진화를 수행하였다.

#### 3.2. 거짓 침 후보 영역 제거

침 후보 검출 결과는 침이 아닌 많은 영역을 포함하고 있기 때문에 각 영역의 크기 정보, 밝기 정보를 이용하여 침이 아닌 후보를 제거한다. 우선, 침 머리 부분의 크기와 비교하여 너무 작거나 큰 영역은 제거한다. 영상에서 카메라와 침과의 거리와 침의 기울어짐 정도에 따라 침의 크기는 약간씩 차이가 있기 때문에 침의 크기를 이용하여 거짓 침 후보 영역을 제거하는 단계에서

는 엄격한 조건을 사용하지 않는다. 이진화된 영상에서 각 침 후보 영역  $k$ 에 있는 물체의 면적  $A(k)$ 를 구하고 식 (3)에 따라 일정 크기 이상 및 이하의 후보 영역만 남기고 나머지 후보 영역들을 제거한다.  $A_1, A_2$ 는 면적 임계값이다.

또한, 침 머리 부분은 얇고 긴 형태이기에 침 후보 영역  $k$ 에서 물체를 둘러싸는 타원의 단축 길이  $L(k)$ 를 구하고 식 (4)의 조건을 만족하지 않는 후보 영역들을 거짓 침 후보로 판단하여 제거한다.  $L_1, L_2$ 는 길이 임계값이다.

침 부분은 일반적으로 밝은 부분이기 때문에 원 영상에서 침 후보 영역내의 물체를 구성하는 화소값들의 밝기 평균값이 110 이하인 경우에는 제거하였다. 또한, 침은 직사각형 형태의 단순한 모양이기에 식 (5)의 조건을 만족하지 않는 영역들을 제거하였다.  $C_1$ 은 임계치이다. 식 (5)에서  $C(k)$ 는 식 (6)과 같이 표현되며  $P(k)$ ,  $A(k)$ 는 침 후보 영역  $k$ 에 있는 물체의 둘레 길이(perimeter)와 면적이다.  $C(k)$ 는 원 모양일 때 작은 값을 갖고 복잡한 모양일수록 큰 값을 갖는다.

$$\begin{cases} I(i,j) = 1 & \text{if } A_1 \leq A(k) \leq A_2 \\ I(i,j) = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} I(i,j) = 1 & \text{if } L_1 \leq L(k) \leq L_2 \\ I(i,j) = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} I(i,j) = 1 & \text{if } C(k) \leq C_1 \\ I(i,j) = 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$$C(k) = \frac{P(k)*P(k)}{A(k)} \quad (6)$$

### 3.3. 선분 근사화를 이용한 침 검증

그림 3의 (a)는 침 후보 영역을 명암도 영상에서 잘라온 것이며, (b)는 canny edge 연산자를 적용하여 edge를 찾은 이진 영상이다. 선분 근사화 과정은 edge 점들을 사용하여 브랜치(branch)를 찾는 과정과 각 브랜치를 선분(line segment)으로 근사화 하는 과정으로 수행된다.

식 (7)은 8-연결수(8 neighbor number)[12]이며, 점  $p$ 를 중심으로  $3*3$  마스크 영역에 있는 8개 화소 값들의 합을 나타낸다.  $Q_i$ 는  $i$  번째 화소값이며, edge 점들은 1 값을 갖고 다른 점들은 0 값을 갖는다.  $N(p) = 1$ 을

만족하는 점들은 끝점(end point)이며 에지 영상에서 선의 끝점에 해당한다.  $N(p) > 2$ 를 만족하는 점들은 연결점(junction point)이며 2개 이상의 선이 만나는 점이다. 브랜치는 끝점이나 연결점에서 시작하고 다른 끝점이나 연결점에서 끝나는 점들의 집합이다. 그림 3의 (c)는 (b)에서 찾은 브랜치들로 침 머리 전체에서 1개, 침 머리 아래 부분인 침몸에서 2개인 브랜치들을 나타낸다.

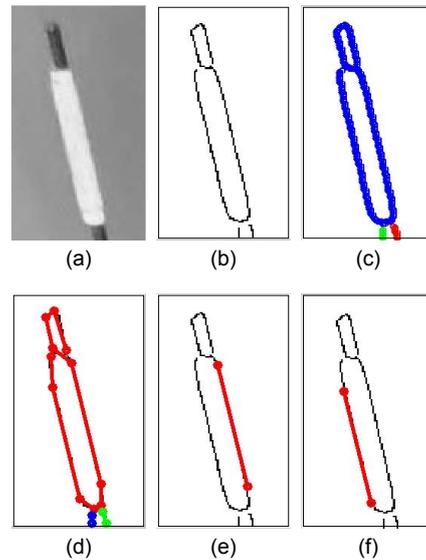


Fig. 3 line segment approximation

$$N(p) = \sum_{i=1}^8 Q_i \quad (7)$$

선분 근사화는 물체의 형태변화를 최소화시키면서 최소의 선분을 사용하여 물체를 묘사하는 방법이다. 이 논문에서는 다음과 같은 방법으로 선분 근사화를 수행하였으며 각 단계에서 저장한 점들이 한 브랜치를 구성하는 선분들의 시작점과 끝점들이다.

단계 1) 브랜치의 처음 점을 시작점  $s$ 로, 마지막 점을 끝점  $e$ 로 정하고, 시작점  $s$ 를 저장한다.

단계 2) 시작점  $s$ 와 끝점  $e$ 가 같으면 종료한다. 같지 않으면 시작점  $s$ , 끝점  $e$ 를 연결하는 직선을 구하고 이 직선과  $s, e$  사이의 브랜치 각 점들과의 거리를 구한다.

단계 3) 직선과 점들과의 거리가 임계치보다 크며 가장 멀리 떨어진 점을 끝점  $e$ 로 정하고 단계 2로 간다. 만약 모든 점들과의 거리가 임계치 이내이면 끝점  $e$ 를 저장한다.

단계 4) 현재 끝점  $e$ 를 시작점  $s$ 로, 브랜치의 마지막 점을 끝점  $e$ 로 정하고 단계 2로 간다.

그림 3의 (d)는 (c)에서 침 머리 부분의 브랜치 하나가 10개의 선분으로 근사화된 것을 보여준다. 이후, 연결되어 있고 방향이 유사한 두 선분은 하나의 선분으로 합쳐진다.

침 머리 부분은 긴 선분 두 개가 평행하게 된 형태로 구성되기에 선분 근사화 결과인 선분들 중에서 길이가 가장 큰 선분을 찾는다. 가장 큰 선분  $l_{max}$ 의 길이  $L(l_{max})$ 가 식 (8)의 조건을 만족하지 않으면 해당 후보 영역에는 침이 없다고 판단한다. 식 (8)에서  $R$ 은 침 후보를 둘러싸는 타원의 주축 길이이며,  $K_1$ 은 상수이다. 그림 3의 (e)와 같이 가장 큰 선분을 찾은 경우, 나머지 선분  $l_i$ 의 길이  $L(l_i)$ 를 사용하여 식 (9)의 조건을 만족하는 선분들을 찾는다. 해당하는 선분이 없는 경우 해당 후보 영역에는 침이 없다고 판단한다.

$$L(l_{max}) > \frac{R}{K_1} \tag{8}$$

$$L(l_i) > K_1 L(l_{max}) \tag{9}$$

$$D_1 < L(l_{max}, l_i) < D_2 \tag{10}$$

식 (9)를 만족하는 선분들 중에서 가장 큰 선분  $l_{max}$ 와 평행한 선분들을 찾기 위하여 두 선분 간의 각도 차이가 7도 이하인 선분들만을 선택하며, 해당하는 선분이 없는 경우 해당 후보 영역에는 침이 없다고 판단한다. 두 선분 간의 거리는 침 머리 부분의 두께에 해당하기 때문에  $l_{max}, l_i$  두 선분 간의 거리  $D(l_{max}, l_i)$ 를 이용한 식 (10)을 만족하는 선분  $l_i$ 가 존재하는 경우 침이라 판정하며, 해당하는 선분이 없는 경우 해당 후보 영역에는 침이 없다고 판단한다. 식 (10)에서  $D_1, D_2$ 는 거리 임계치이다. 그림 3의 (e), (f)는 침 머리 부분을 구성하는 두 개의 선분을 검출한 결과이다.

#### IV. 실험 및 분석

성능 평가를 위해서 대형 한방병원의 치료실에서 촬영된 환자영상을 이용하였다. 일반 환자에 대한 직접적인 침 시술은 관계기관의 허가를 얻어야 하는 등 현실적 제약이 있는 관계로 의료용 마네킹을 대상으로 한방병원에 근무하는 한의사의 도움을 받아 침 시술을 실시하고 영상들을 획득하였다. 촬영에 사용된 카메라는 소니 ILCE-7이며 줌 기능은 사용하지 않았다. 카메라 렌즈의 테두리에 원형의 링 조명을 장착하여 리모콘에 의한 원격 촬영시 자동으로 켜지도록 설정하였으며 한방치료실의 일반 형광조명은 평상시처럼 모두 켜진 상태에서 촬영하였다. 획득한 영상의 크기는 6000x4000이며 명암도 영상(gray image)으로 변환 후 사용하였다. 이렇게 촬영된 16장의 영상에 대하여 침의 검출을 수행하였으며 각 영상에는 최소 4개, 최대 9개의 침이 직침되어 있고 침의 전체 개수는 119개이다.

제안된 알고리즘은 인텔 i5-2500 cpu에 Matlab 7.1로 코딩되었으며 검출율은 표 1에 요약되어 있다. 전체적으로 3개의 오류 (1개의 false acceptance error(FA), 2개의 false rejection error(FR))가 발생하였다. 그림 4에는 9개의 침이 성공적으로 모두 검출된 경우(a)와 오른 다리의 중간 부분에서 침이 아닌 부분을 침으로 잘못 검출한 경우(b)를 나타내었다. 그림 4의 (c)는 (b)에서 오검출한 부분을 확대한 것으로 올바르게 검출한 침 머리 부분과 인접한 오른쪽 다리와의 작은 공간을 침 머리 부분으로 오검출한 것이다. 또한, 침 머리 부분의 에지가 올바르게 검출되지 않아 침으로 검출되지 못한 경우도 발생하였다. 이 경우, 침 머리 부분의 에지 추출시 평활화 정도를 조절하는 값을 조절함으로써 이와 같은 FR 오류는 낮출 수는 있으나 상대적으로 FA 오류가 증가하게 된다. 이러한 문제점은 향후 침 머리 부분에 대한 발광물질 도포영역의 일관성과 보다 정교한 에지 추출 방법의 사용을 통해 개선되어 질 수 있을 것으로 사료된다.

Table. 1 detection rate

Total no. of penetrated needles on 16 images	No. of false accepted needles (FA)	No. of false rejected needles (FR)	Error rates
119	1	2	3 (2.5%)

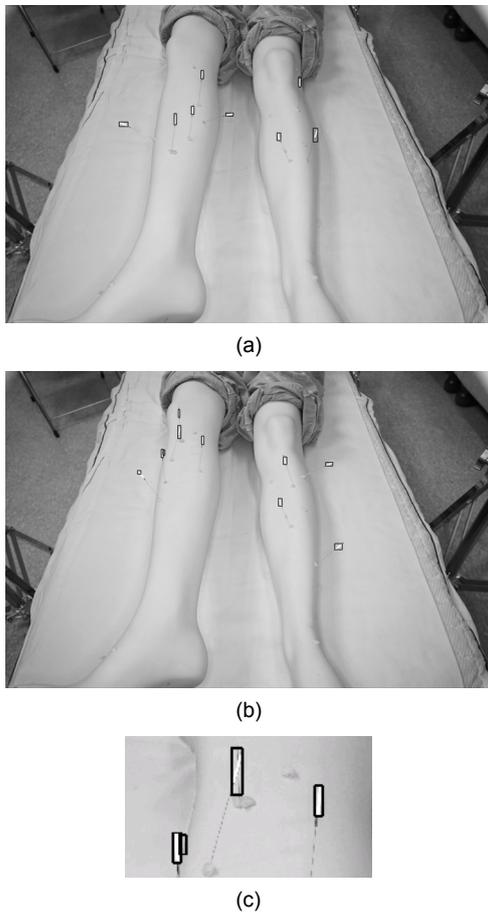


Fig. 4 needle detection result

## V. 결 론

한방치료의 침 시술 중 발생할 수 있는 불완전한 발침으로 인한 의료사고 방지를 위한 침 검출 방법을 제안하였다. 가늘고 작은 침의 형태학적 특징으로 인해 일반적으로 촬영된 영상으로부터 직침된 많은 수의 침들을 모두 인식하는 것은 쉽지가 않다. 제안된 방법에서는 침 머리 부분에 인체에 무해한 발광 물질을 도포하고 링 조명이 부착된 카메라를 사용하여 침 머리 부분을 밝게 하여 영상을 획득하였다. 형태학적 연산과 선분 근사화 과정을 거쳐 침의 위치를 검출하였으며, 의료용 마네킹을 대상으로 한 실험에서 약 97.5%의 침 검출율을 보였다. 향후 관계기관의 허가를 받아 실제

환자를 대상으로 하는 임상 검증을 다양한 환경에서 진행할 예정이며, 그 과정에서 검출 알고리즘의 수정 및 보완 작업을 지속적으로 이루어 나갈 계획이다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Dong-eui University Grant.(2015AA059)

## REFERENCES

- [ 1 ] S. Hong, *Introduction to Oriental Medicine*, Bomoongak, 2012.
- [ 2 ] Korean Acupuncture & Moxibustion Medicine Society, *Acupuncture & Moxibustion Medicine*, Jibmoondang, 2012.
- [ 3 ] J. Lee, *Needle for traditional oriental medicine or Intramuscular stimulation therapy*, Korea Patent 200402784, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE, 2005.
- [ 4 ] P. Lim, S. Jung, C. Gam, D. Yun and D. Kim, *Location system of monitoring needle position for removal needle*, Korea Patent 101387028, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE, 2014.
- [ 5 ] P. Lim, S. Jung, C. Gam, D. Yun and D. Kim, *Portable Needle Detecting Device*, Korea Patent 101433849, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE, 2014.
- [ 6 ] P. Lim, S. Jung, C. Gam, D. Yun and D. Kim, *Automatic apparatus of shooting needle for and system of monitoring shooted needle using the same*, Korea Patent 101397597, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE, 2014.
- [ 7 ] P. Lim, S. Jung, S. Jeon, D. Yun and D. Kim, *Real time location system for removal needle using image*, Korea Patent 101512077, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE, 2015.
- [ 8 ] D. Lim, M. Lee, M. Heo, J. Ahn, J. Park, J. Yoo and et al, "Structural and physical properties of reflective sheets prepared by using glass beads," *Elastomers and Composites*, Vol. 46, No. 4, pp. 277~283, 2011.
- [ 9 ] R. C. Gonzalez and R.E. Woods, *Digital Image Processing*, 3rd edition, Prentice-Hall, 2008.
- [ 10 ] R. C. Gonzalez, R.E. Woods and S. L. Eddins, *Digital Image Processing using MATLAB*, 2nd edition, Gatesmark Publishing, 2009.

[11] N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms", *IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-9, no. 1, pp.62-66, 1979.  
[12] S. Ablameyko, V. Bereishik, N. Paramonova, A. Marcelli, S.

Ishikawa, K. Kato, "Vectorization and Representation of Large-Size 2-D Line-Drawing Images," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Vol. 5, No. 3, pp. 245~254, September 1994.



**장경식(Kyung-shik Jang)**

1989년 2월 : 연세대학교 전자공학과 공학사  
1991년 2월 : 연세대학교 전자공학과 공학석사  
1996년 8월 : 연세대학교 전자공학과 공학박사  
현재 : 동의대학교 멀티미디어공학과 교수  
※ 관심분야 : 컴퓨터비전, 패턴인식, 인공지능



**한수환(Soowhan Han)**

1986년 2월 : 연세대학교 전자공학과 공학사  
1990년 3월 : 미 플로리다공대(Florida Institute of Technology) 전기공학과 공학석사  
1993년 6월 : 미 플로리다공대(Florida Institute of Technology) 전기공학과 공학박사  
1994년 3월 ~1997년 2월 관동대학교 컴퓨터공학과 조교수  
현재 : 동의대학교 멀티미디어공학과 교수  
※ 관심분야 : 디지털영상처리, 패턴인식, 퍼지 및 인공지능