

# 실시간 Lead Pin 영상 분류 시스템 (Real Time Classification System for Lead Pin Images)

장 용 훈\*  
(Yong-Hoon Chang)

## 요 약

본 논문에서는 생산현장에서 생산하는 Lead Pin을 생산근로자의 시각으로 품질을 검사하는 방법을 개선하기 위하여, 영상처리 알고리즘을 사용하여 자동으로 품질의 정·오판별을 검사하기 위한 실시간 영상처리방법을 제안한다. 먼저 영상정보의 실시간 취득을 위하여 C.C.D와 영상취득기(Image frame grabber : DT3153)를 사용하여 초당 30프레임(30 Frame/second)으로 영상을 취득할 수 있는 실시간 영상취득시스템을 구성하였으며, 이를 사용하여 Lead Pin의 영상을 취득하여 Lead pin의 형상을 나타내는 형상프로파일의 영상처리 알고리즘을 사용하여 연구를 수행하였다. Lead Pin의 정품과 비정품을 평가하기 위해 숙련된 작업자에 의해 판별된 정품 100개, 비정품 100개, 전체 200개의 인식대상 물체를 판별한 수행결과 정품을 정품으로 인식하여 판별한 경우는 97%, 비정품을 비정품으로 판별한 경우는 95%로 전체 인식률은 96%의 인식결과를 나타내었으며, 전체 오분류률은 4%를 나타냄을 알 수 있었다.

## ABSTRACT

To classify real time Lead pin images in this paper, The image acquisition system was composed to C.C.D, image frame grabber(DT3153), P.C(PentiumIII). I proposed image processing algorithms. This algorithms were composed to real time monitoring, Lead Pin image acquisition, image noise deletion, object area detection, point detection and pattern classification algorithm. The raw images were acquired from Lead pin images using the system. The result images were obtained from raw images by image processing algorithms. In implemental result, The right recognition was 97 of 100 acceptable products, 95 of 100 defective products. The recognition rate was 96% for total 200 Lead Pins.

## 1. 서론

전자부품인 콘덴서(condenser)의 양쪽 접점역할을 하는 Lead Pin은 헤드(head), 목(neck) 그리고 몸통(body)부분으로 3가지 영역으로 나누어진다. 여기서

목부분은 콘덴서의 내부에서 코일을 묶는 부분이고 헤드부분은 코일이 풀리지 않게 하는 지지부이며, 몸통부분은 외부로 연결하여 P.C.B(printed circuit board)와 연결할 수 있도록 콘덴서의 외부로 노출되어 있다. 이러한 Lead Pin을 제작하는 공정에서 마지막 단계로 시행하는 정도검사를 작업자의 직관에 의존

\* 정희원 : 동주대학 네트워크전자계열 조교수

논문접수 : 2002. 8. 7.

심사완료 : 2002. 12. 10.

※ 본 연구는 동주대학 교내 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

하는 검사방법을 사용하고 있다. 이는 작업자의 숙련도에 따라 오차의 변화가 많이 발생하고 있으며, 생산된 제품의 전체를 판별하기가 불가능한 실정이다.

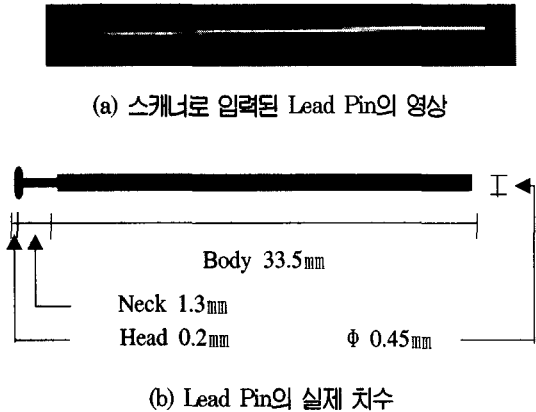
본 연구에서는 Lead Pin의 정도검사를 자동으로 수행하기 위하여 영상처리시스템을 구성하여 제품의 판별을 수행한다. 영상처리시스템은 C.C.D, 영상취득기와 P.C의 H/W와 C.C.D로 입력된 영상정보를 영상취득기에서 Lead Pin의 영상을 실시간으로 취득하여 P.C에서 패턴인식(pattern recognition)과 분류(classification)라는 과정의 영상처리를 수행하는 S/W로 구성하였다. 영상처리를 수행하는 영상처리 알고리즘은 다음과 같다. 먼저 실시간으로 영상을 입력할 수 있는 방법, 입력된 영상 시스템의 잡음을 제거하기 위하여 동일한 전체영상을 3번 연속으로 입력받아 농도를 평균하는 방법, 인식물체의 영역을 설정하는 방법, 설정된 영역에서 영상잡음을 제거하기 위한 고립점 탐색방법, 인식물체의 특징 추출방법 그리고 인식물체를 판별하기 위한 패턴인식방법으로 수행된다[1-4]. Lead Pin의 정품과 비정품을 평가하기 위해 숙련된 작업자에 의해 판별된 정품 100개와 비정품 100개 전체 200개의 인식대상 물체의 판별 수행결과 정품을 정품으로 인식하여 판별한 경우는 97%, 비정품을 비정품으로 판별한 경우는 95%로 전체 인식률은 96%의 인식결과를 나타내었으며, 전체 오분류률은 4%를 나타내었다.

## 2. Lead Pin의 형태와 영상시스템

### 2.1 Lead Pin의 형태

Lead Pin의 형태는 [그림 1]과 같이 헤드 0.2mm, 목 1.3mm 그리고 몸통 33.5mm의 3부분으로 구성되어 있으며, 전체 길이는 35mm이고 지름은 0.45mm를 나타낸다. 목부분은 콘덴서의 내부에서 코일을 연결하기 위한 부분이며, 헤드부분은 코일이 이탈하지 않게 하기 위한 부분으로 설계되어있고 몸통부분은 P.C.B와 연결하기 위한 부분으로 구성되어있다. [그림 1]의 (a)는 실제 Lead Pin을 스캐너로 입력받아 Inversion Filtering한 영상을 나타내며, [그림 1]의 (b)는 설계도면에 의한 수치를 표시하였다.

Lead Pin의 비정품에서 가장 많이 나타나는 현상은 헤드부분이 존재하지 않는 제품, 헤드부분이 너무 큰 제품 그리고 목부분이 만들어지지 않은 제품으로 나타난다.

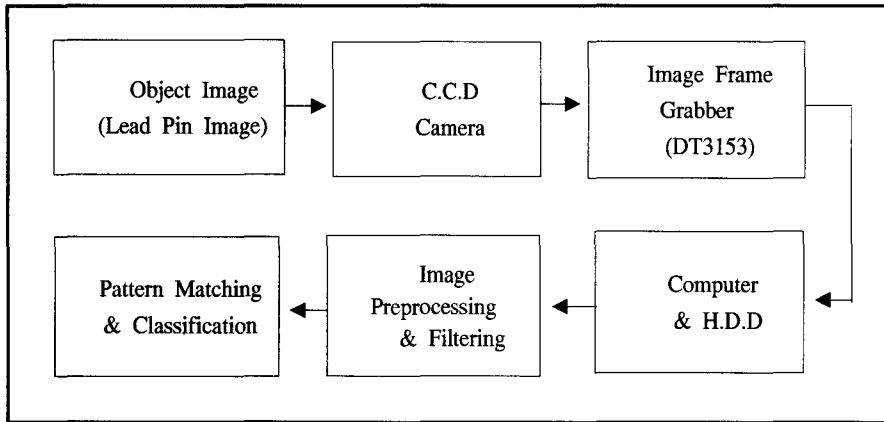


[그림 1] Lead Pin의 형태

[Fig. 1] A Morphology of the Lead Pin

### 2.2 영상시스템

실시간으로 Lead Pin의 영상을 C.C.D로 입력받아 영상취득기에서 디지털 데이터로 변환하여 P.C의 화면에 영상을 실시간으로 모니터링, 영상파일 저장 그리고 영상처리 알고리즘을 적용하여 Lead Pin의 분류를 나타내기 위한 영상처리시스템을 [그림 2]와 같이 구성하였다. 본 연구에서 사용한 영상취득기는 컬러(RGB)신호와 흑백(monochrome)신호를 지원하는 영상취득기로서 256명암도를 지원하는 흑백신호를 사용하였고, 초당 30프레임으로 영상을 취득하여 실시간으로 처리하였다[5-7].



[그림 2] 영상처리시스템 블록선도

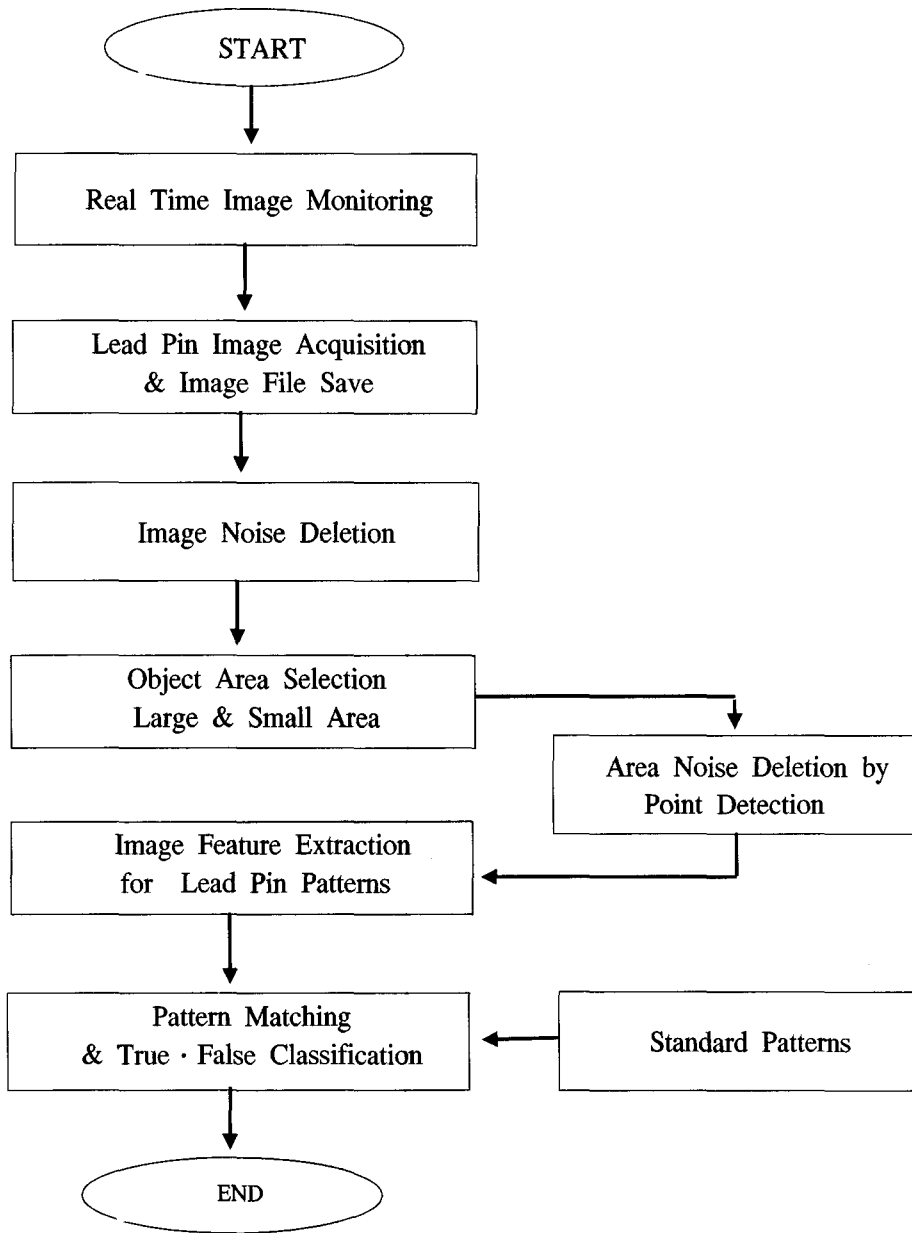
[Fig 2] A Block diagram of the Image Processing System

### 3. 영상처리 알고리즘

#### 3.1 전체 영상처리 알고리즘

영상처리 알고리즘을 사용하여 Lead Pin을 인식하고 정품과 비정품을 판별하기 위한 전체 영상처리 알고리즘은 여섯 부분으로 나누어 수행된다. 먼저 Lead Pin의 영상을 영상취득기를 사용하여 실시간으로 모니터링할 수 있는 실시간 모니터링 시스템을 구축하고, 실시간으로 처리되는 영상을 취득하여 영상파일을 저장하는 S/W를 작성하여 전체영상에서 인식하고자 하는 대상물체의 영역을 설정하는 알고리즘을 작성한다. 여기에서는 Lead Pin을 1~20개까지 선택적으로 처리할 수 있는 영상의 영역설정 알고리즘을 구축한다. 이는 전체영상을 처리하는데 소요되는 시간을 줄이기 위하여 인식 대상물체를 부분적으로 처리할 수 있는 알고리즘을 적용한다. 다음으로는 선택된 영역내의 Lead Pin의 형상 농도프로파일을 정확하게 구하기 위하여 영역 내에 있는 영상을 고립점 탐색(point detection)방법을 사용하여 영상잡음을 제거하는 알고리즘을 채택하여 수행한다.

그리고 Lead Pin의 특징을 추출하기 위한 방법을 사용하여 표준패턴(standard pattern)을 구성한 후, 인식 대상물체와 패턴정합(pattern matching)방법을 수행하여 정품과 비정품을 구별하는 알고리즘으로 전체적인 영상처리 알고리즘을 구성하여 수행한다. [그림 3]은 본 연구에서 수행하는 전체 영상처리 알고리즘의 수행과정을 나타내었다.



[그림 3] Lead Pin 영상처리 알고리즘의 흐름도

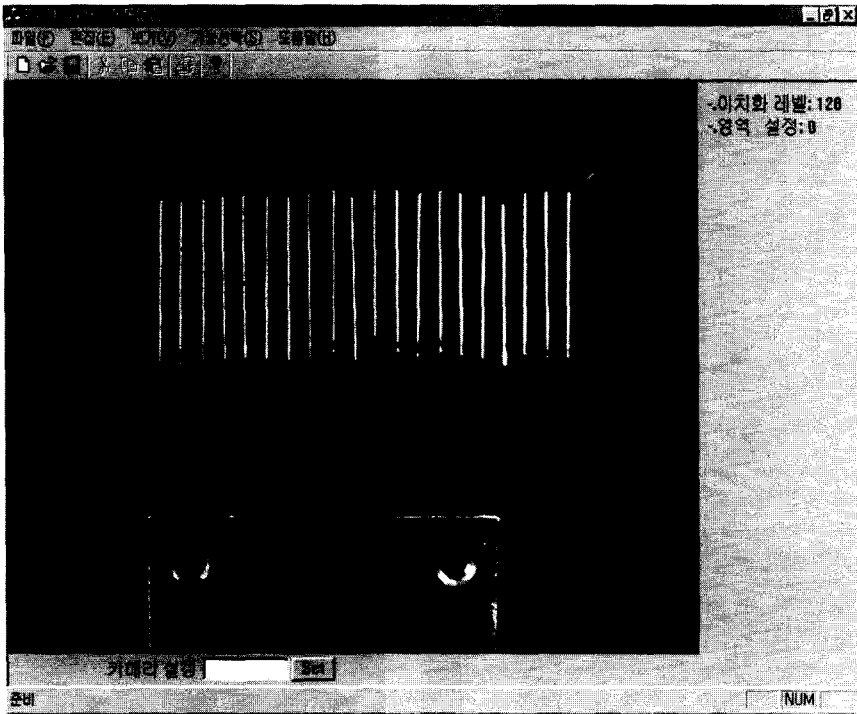
[Fig 3] A Flowchart for the Image Processing Algorithm of Lead Pin

### 3.2 실시간 모니터링을 위한 S/W 개발

작업자가 Lead Pin의 영상을 실시간으로 감시하여 제품의 검사 상태를 직접 확인 할 수 있게 하기 위하여 C.C.D Camera를 통하여 전송되는 Lead Pin의 영상신호를 실시간으로 모니터링 하는 S/W를 개발하였다. 이러한 실시간 모니터링 S/W의 개발에 사용된 Software 개발도구는 Windows 98의 G.U.I(Graphic User Interface)환경에서 수행되는 Frame Grabber SDK와 Visual C++ 6.0을 사용하여 제품의 상태를 항상 감시할 수 있도록 컴퓨터의 모니터에 나타나도록 하였다. [그림 4]는 Lead Pin을 실시간으로 모니터링 되는 수행 결과를 나타내었다.

### 3.3 인식 대상물체의 영역 설정 알고리즘

영상처리에서 전체의 원영상(original image)을 처리하면 영상 데이터가 많은 관계로 처리하는데 소요되는 시간이 길어진다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 영상처리기법에서 영역을 선택하여 처리하는 알고리즘이 사용되고 있다. C.C.D에 의하여 입력되는 전체영상 중에서 인식하고자 하는 Lead Pin의 영상 데이터는 적은 반면 배경의 영상 데이터가 많은 부분을 차지하고 있다. 따라서 인식 대상이 되는 물체를 영역별로 선택하여 작은 영상파일로 저장하여 처리하면 영상을 처리하는 속도가 매우 빨라진다.



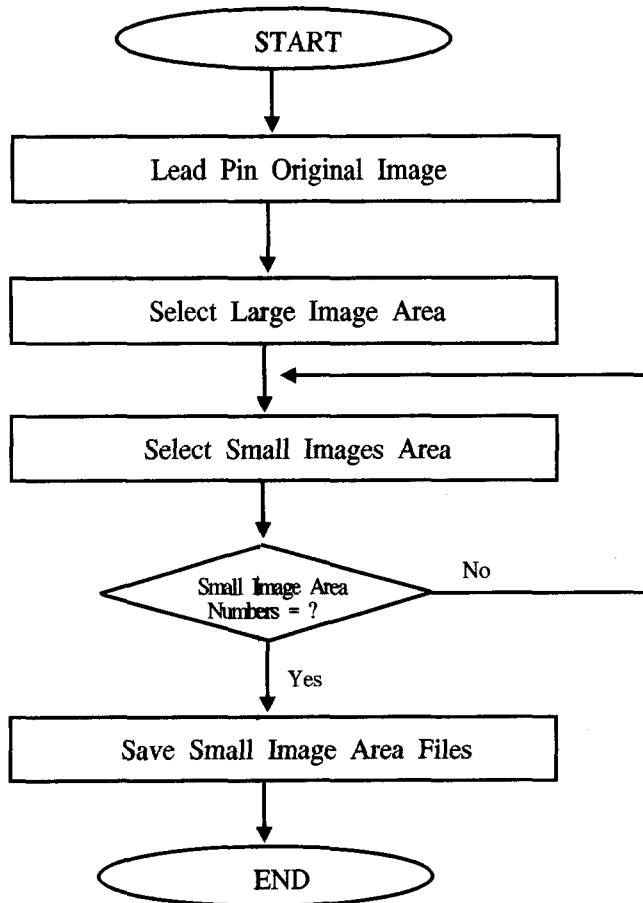
[그림 4] 실시간 모니터링 수행 결과

[Fig. 4] Implemental result of the Real-Time Monitoring

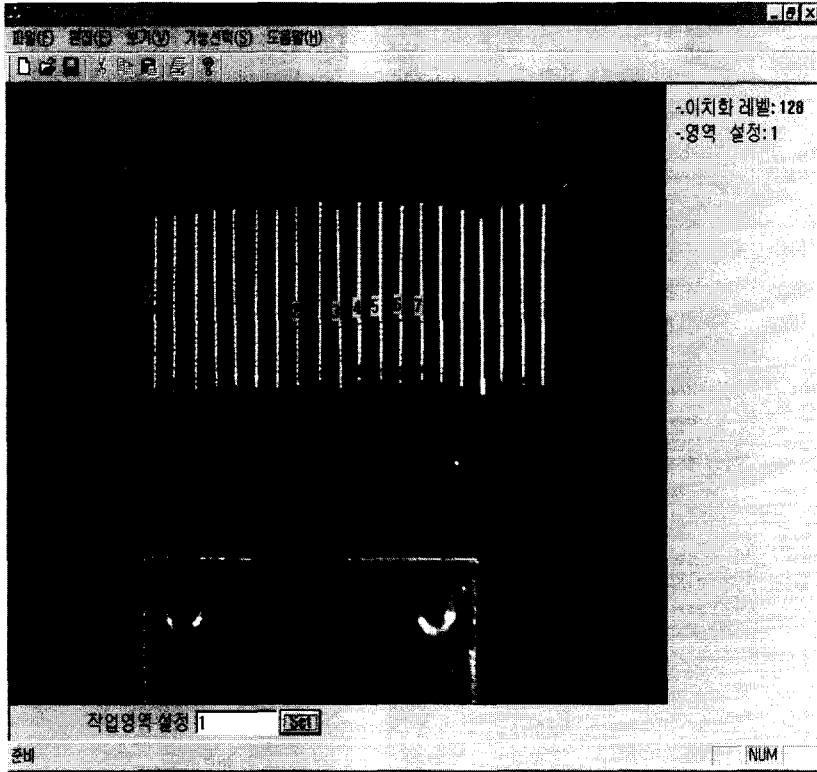
본 연구에서 수행하는 영역 선택 방법은 Lead Pin이 위치하는 최소한의 큰 영역을 먼저 선택하고, 그 영역 내에서 1~20개까지 대상물체를 선택하는 작은 영역을 선택하는 알고리즘을 제안하였으며, 이를 수행하여 Lead Pin의 영상파일을 저장하는 과정을 수행하였다.

[그림 5]는 원영상에서 Lead Pin이 위치하는 큰 영역과 1~20개까지의 Lead Pin을 각각 선택할 수 있는 작은 영역을 설정하는 알고리즘을 나타내었다.

[그림 6]은 영역 설정 알고리즘을 사용하여 수행한 결과를 나타낸다. 먼저 인식 대상이 되는 전체 영역을 먼저 설정하고, 그 영역 내에 존재하는 Lead Pin들의 영역을 1~20개까지 각각 선택적으로 설정할 수 있도록 수행 과정을 나타내었다. 이러한 방법을 사용하여 인식 대상물체를 선택적으로 설정할 수 있도록 구성한 이유는 생산된 제품의 전체를 검사하기 위한 방법과 선택적으로 샘플을 검사할 수 있도록 하여 검사에 소요되는 시간을 조절하여 제품의 검사를 다양하게 수행하도록 구성하였다.



[그림 5] 대상물체의 영역 설정 알고리즘  
 [Fig. 5] Area Selection Algorithm of the Objects



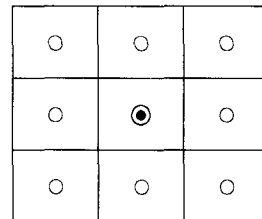
[그림 6] 영역 설정 알고리즘을 사용한 수행 결과

[Fig. 6] Implemental result using the Area Selection Algorithm

### 3.4 고립점 탐색방법을 사용한 영상잡음 제거

영상에서 물체의 윤곽선은 배경과 물체 사이의 경계를 나타낸다. 따라서 윤곽선을 사용하여 특징정보를 추출하면 쉽게 물체를 식별할 수 있다. 이러한 윤곽선을 검색하기 위하여 사용되는 방법으로서 영상정보를 주파수영역으로 변환하는 방법과 공간영역 상에서 마스크를 사용하여 검색하는 방법 등이 있다. 본 연구에서는 공간영역에서 물체의 윤곽선을 검출하는 방법중 하나인 8인접 고립점 탐색방법을 사용하였으며, [그림 7]과 같은 3 × 3 마스크를 사용하였다.

먼저 Lead Pin영상에서 배경과 Lead Pin을 구분하기 위하여 이치화 과정을 수행하면 Lead Pin이 존재하는 영역에서의 정보는 1이고 나머지 배경정보는 0으로 나타낼 수 있다.



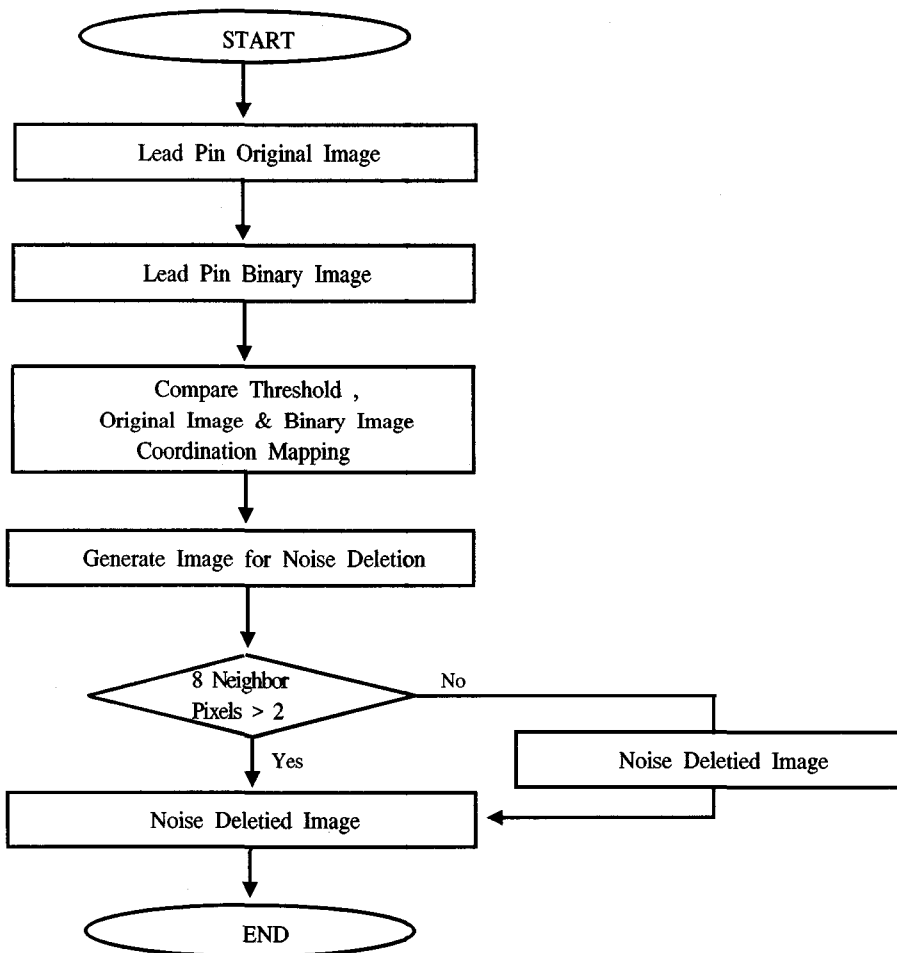
[그림 7] 3×3 마스크

[Fig 7] 3×3 Mask for Point Detection

이치화된 영상과 원영상의 좌표를 설정하여 임계치 이하의 명암도 값을 배경으로 설정하고 임계치 이상의 명암도 값을 Lead Pin의 대상 화소로 설정하여 배경은 명암도가 0이며, 나머지는 물체의 화소로 구성되는 새로운 영상파일을 구성한다. 그러나 배경에도 주위환경의 영향 즉, 빛의 반사등으로 인하여 배경 영상임에도 명암도가 0이 되지 않고 임계치 이상의 명암도 값을 갖는 화소들이 존재한다.

이러한 화소는 영상잡음이므로 3×3마스크를 사용하여 8인접의 화소 중 임계치 이상의 명암도 값을 갖는 정보가 세 개 이상 존재하면 Lead Pin의 연속된 상태를 나타내며, 두 개 이하이면 영상잡음으로 간주하여 배경의 명암도 값인 0으로 대체하여 배경 영상으로 처리한다.

[그림 8]은 3×3 마스크를 사용하여 고립점 탐색을 수행하는 영상잡음 제거 알고리즘의 순서도를 나타낸다.



[그림 8] 고립점 탐색방법에 의한 영상 잡음 제거 알고리즘의 순서도  
 [Fig 8] A Flowchart for Image Noise Deletion using Point Detection

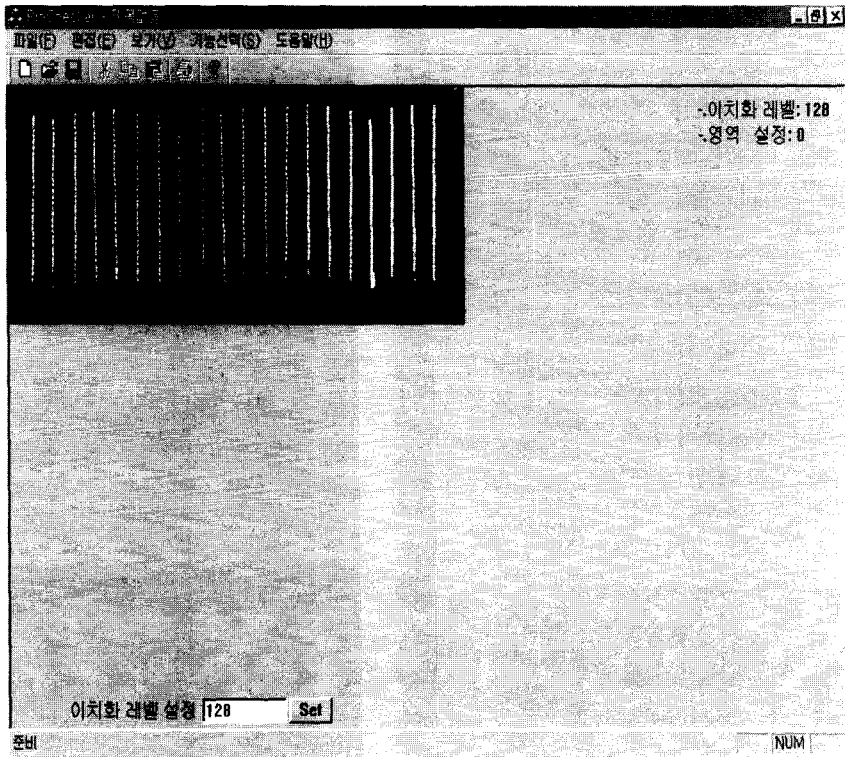


Lead Pin의 원영상에서 빈도수의 두 첨두치에 대응되는 명암도 사이에서 빈도수가 최소로 되는 명암도 T를 선택하여 전역임계치(global threshold gray level)로 설정하면 식(1)과 같이 이치화된 영상함수 g(x,y)를 구할 수 있다.

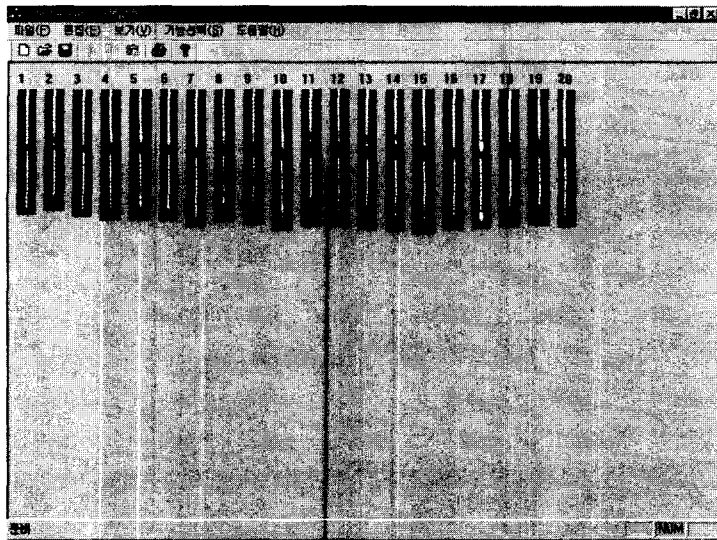
$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (1)$$

[그림 9]는 임계치의 명암도가 128인 값을 가지고 수행한 이치화된 영상의 결과를 나타내었다.

[그림 10]은 고립점 탐색에 의한 영상잡음 제거 알고리즘을 수행한 결과를 나타낸다. 위에 나타난 영상은 이치화된 영상과 원영상의 좌표를 매칭하여 수행한 영상이며, 밑에 나타난 영상은 고립점 탐색 알고리즘을 수행하여 영상잡음을 제거한 결과를 나타내었다. 위의 두 영상을 비교하였을 경우 잡음을 제거하지 않은 영상의 배경에는 임계치 이상의 값을 나타내는 화소들이 나타나지만, 고립점 탐색 알고리즘을 사용하여 수행한 영상의 배경은 잡음 성분이 제거된 영상이 나타남으로서 배경과 물체의 영역이 명확하게 구분된다.



[그림 9] 이치화를 수행한 영상  
[Fig 9] Binary Image of the Lead Pin



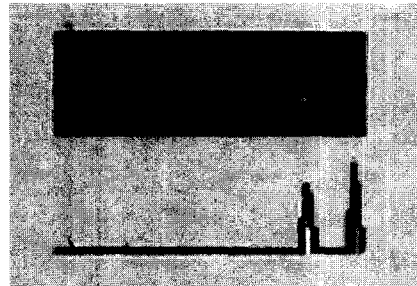
[그림 10] 고립점 탐색 알고리즘을 수행한 결과

[Fig 10] A Result Image using Point Detection Algorithm

### 3.5 농도 프로파일을 사용한 표준패턴 구성

표준패턴을 구성한다.

Lead Pin은 형태적으로 헤드부분, 목부분 그리고 몸통부분의 세 부분으로 나눌 수 있다. 고립점 탐색 알고리즘을 수행하여 잡음을 제거한 영상에서 동일한 Y축에 존재하는 화소들의 농도를 합하면 Lead Pin의 농도 프로파일(density profile)을 작성할 수 있으며, [그림 11]은 Lead Pin의 영상에서 농도 프로파일의 수행 결과를 나타낸 영상이다. [그림 11]에서 오른쪽 끝부분은 헤드부분을 나타내며, 그 다음은 목부분을 그리고 몸통부분을 나타내는 농도 프로파일을 작성하여 헤드부분과 목부분의 존재여부를 미분연산자를 사용하면 알 수 있다. 즉 Lead Pin의 가장 오른쪽에서 시작하여 양의 방향으로 증가하는 값을 추적하고 최정점에서 음의 방향으로 감소하는 값을 추적하면 헤드의 존재여부를 파악할 수 있다. 그리고 목부분이 몸통부분보다 가늘므로 목부분의 끝에서 다시 증가하였다가 감소하는 농도파일을 구할 수 있다. 이러한 농도 파일에서 증감을 나타내는 미분연산자를 사용하여 제품의 정·오를 판별하는



[그림 11] Lead Pin의 농도 프로파일 수행결과

[Fig 11] Density Profile of Lead Pin Image

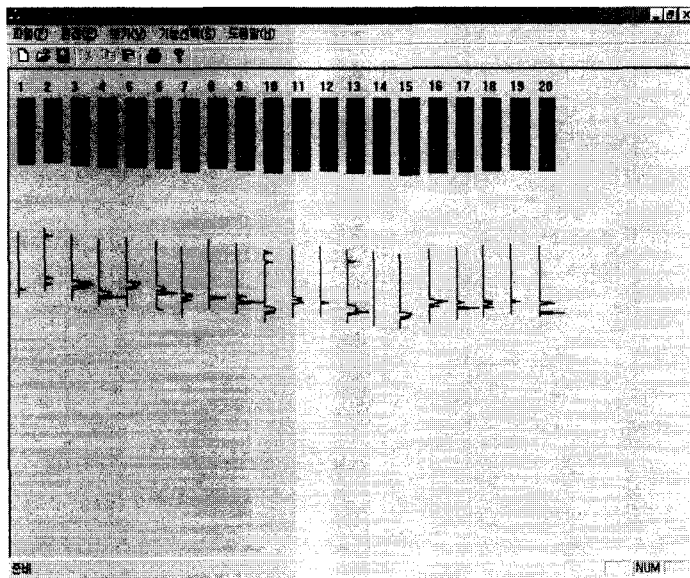
## 4. 실험결과

[그림 12]는 지름이 0.45mm인 Lead Pin 20개를 정품과 비정품을 혼합하여 본 연구에서 제안한 영상처

리 알고리즘을 사용하여 수행한 결과를 나타내었다. 정품에서 나타나는 농도 프로파일의 결과는 제안한 표준패턴의 형태를 만족하고 있으나, 비정품에서 나타나는 농도 프로파일의 형태는 제안한 표준패턴의 형태와 상이하게 나타남을 알 수 있다. 대표적으로 나타나는 비정품의 형태는 헤드부분이 존재하지 않는 제품, 헤드부분은 존재하나 헤드부분의 크기가 크거나 작은 제품, 목부분이 존재하지 않는 제품 그리고 목부분의 크기가 크거나 작은 제품 등의 형태로 나타나고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 몸통부분의 굵기는 지름 0.45mm인 재료를 사용하고 있어서 몸통의 굵기는 공정과정에서 영향을 미치지 않아 판별 대상에서 제외시켰다. 그리고 몸통의 길이도 다소 차이가 나타나도 제품의 불량률에 영향을 미치지 않기 때문에 이에 대한 요소도 판별 대상에서 제외시켰다. 따라서 불량품에 가장 영향을 미치는 요소는 헤드부분의 존재 여부와 크기, 그리고 목부분의 존재 여부와 크기로 나타남을 알 수 있다.

<표 1>은 Lead Pin에서 헤드부분의 존재 여부와 크기, 목부분의 존재 여부와 크기 그리고 제품의 불량 여부를 나타내었다. 여기에서 S는 크기가 작음을 L은 크기가 큰 것을 나타내었고 O는 판별을 위한 범위 내에서 존재함을 의미하며, X는 존재하지 않음을 나타낸다. 숙련된 작업자에 의해 판별된 정품 100개와 비정품 100개 전체 200개의 인식대상 물체의 판별 수행결과 정품을 정품으로 판별한 경우는 97%, 비정품을 비정품으로 판별한 경우는 95%로 전체 인식률은 96%의 인식결과를 나타내었으며, 전체 오분류률은 4%를 나타내었다.



[그림 12] Lead Pin의 영상 처리 수행 결과  
 [Fig 12] Image Processing Result for Lead Pin

<표 1> Lead Pin 영상의 분류

<Table 1> Classification of Lead Pin Images  
(S : Small, L : Large, O : 존재, X : 비존재)

Pin 번호	헤드부분	목부분	정품여부	Pin 번호	헤드부분	목부분	정품여부
1	X	O	비정품	11	S	S	비정품
2	S	O	비정품	12	X	O	비정품
3	L	S	비정품	13	L	X	비정품
4	O	O	정품	14	X	X	비정품
5	S	L	비정품	15	S	S	비정품
6	O	O	정품	16	S	S	비정품
7	S	S	비정품	17	O	O	정품
8	X	O	비정품	18	S	S	비정품
9	O	O	정품	19	X	O	비정품
10	S	L	비정품	20	O	O	정품

### 5. 결론

본 연구에서는 작업자의 직관에 의하여 수행되고 있는 Lead Pin의 불량 여부를 영상으로 자동으로 수행하기 위하여 영상처리시스템을 구성하고, 영상처리 알고리즘을 사용하여 수행하였다. Lead Pin의 영상 정보를 실시간으로 모니터링 하면서 대상 물체의 영역을 설정하는 알고리즘, 영상잡음을 제거하는 알고리즘, 표준패턴을 만드는 알고리즘 그리고 표준패턴과 비교하여 판별하는 알고리즘을 등을 사용하여 정품 여부를 판별하는 Lead Pin 영상처리시스템을 개발하였다.

연구 수행 결과 Lead Pin에서 가장 많이 나타나는 비정품의 형태는 헤드의 존재 여부, 헤드는 존재하나 대·소 문제, 목부분의 존재여부 그리고 목부분의 대·소 문제 등의 형태로 나타나고 있음을 알 수 있었다. 따라서 Lead Pin의 농도 프로파일을 작성하여 농도 프로파일의 경사방향을 추적하는 알고리즘을 수행함으로써 정품과 비정품을 판별하는 연구를 수행할 수 있었다. 지름 0.45mm Lead Pin의 정품과 비정품을 평가하기 위해 숙련된 작업자에 의해 판별된 정품 100개, 비정품 100개, 전체 200개의 인식대상 물체의 판별 수행결과 정품을 정품으로 인식하여 판별한 경우는 97%, 비정품을 비정품으로

판별한 경우는 95%로 전체 인식률은 96%로 나타났으며, 전체 오분류률은 4%를 나타냄을 알 수 있었다. 본 연구를 기반으로 하여 Lead Pin의 인식시스템을 개발하기 위해서는 기계적인 Lead Pin 공급장치, 이송장치, 비정품을 제거하는 제거장치 등과 같은 기계적인 시스템과 연동하는 시스템의 개발이 필요하다.

### ※ 참고 문헌

- [1] R. C. Gonzalez and Paul Wintz, Digital image processing, Addison Wesley Publishing Company, 1987.
- [2] 김희성, 영상인식, 생능출판사, 1993.
- [3] 김태균, 최형진, 화상 처리 기초, 1990.
- [4] 장용훈, 이권순, 정형환, 엄상희, 최옥환, 전계록, "염색체 영상의 재구성에 의한 형태학적 특징 파라메타 추출", 대한의용생체공학회 논문지, Vol. 17, No 4, pp. 133-136, 1997.
- [5] Data Translation, Frame Grabber SDKTM, Data Translation, Inc. 1996-1997.
- [6] Data Translation, DT3153 User's Manual, Data Translation, Inc. 1998.
- [7] Data Translation, DT3153 Device Driver Manual, Data Translation, Inc. 1997.

### 장 용 훈



1986년 동아대학교 전기공학과 (공학사)  
 1990년 동아대학교 대학원 (공학석사)  
 1998년 동아대학교 대학원 (공학박사)  
 1989년~1994년 동아대학교 병원 전산실  
 1994년~현재 동주대학 네트워크 전자계열 조교수  
 관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 인공지능, 의공학