

## GUI기반 산업용 디지털 기기의 측정값 인식 시스템

# A GUI-based the Recognition System for Measured Values of Digital Instrument in the Industrial Site

전 민 식 · 고 봉 진\*

창원대학교 전자공학과

Min-sik Jeon · Bong-jin Ko\*

Department of Electronic Engineering, Changwon National University, Gyeongsangnam-do 51140, Korea

### [요 약]

본 논문에서는 영상처리를 통해 GUI를 기반으로 산업용 디지털 기기의 측정값을 인식하고 기록하는 시스템을 제안하고 구현하였다. 제안한 시스템은 기존의 차량번호판 인식과 달리 산업용 측정기의 LCD화면에 표시되는 값은 디지털 숫자로 표시하고 있어 소수점과 마이너스 표시, LCD보호유리의 반사광등의 여러 가지 장애요인을 고려하였다. LCD화면에 표시된 숫자를 인식하기 위해 블롭 레이블링(blob-labeling)기법을 사용하였으며, 인식한 숫자 이미지는 템플릿 매칭(template matching)을 통해 숫자가 무엇인지 판별하여, 인식한 측정값을 측정시간과 함께 저장장치에 기록하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 산업현장에서 제품의 내외경이나 높이를 측정하고 기록할 때 수기로 작성하는 번거로움을 줄이고, 수기로 작성 시 잘못 기입하는 경우를 방지함으로써 생산 공정 과정에서 오류가 없는 효율적인 공정관리가 가능하게 하였다.

### [Abstract]

In this paper, we proposed and implemented a GUI-based system to recognize and record measured values of digital instruments in the industrial site through image processing. Unlike the existing vehicle license plate recognition system, the measured values of the measuring instrument are displayed on the LCD screen as digital numbers. So, the proposed system considers the decimal point, a negative sign, light reflected by LCD protective glass, and various disturbance factors. We used blob-labeling technique to recognize the numbers displayed on the LCD screen, the recognized number images were determined as certain numbers through the template matching, and recognized values were recorded in the storage device with measurement time. Therefore, the proposed system in this paper would reduce the burden of writing when recording the measured values of the inside/outside diameter or height of the product in the industrial site, so effective and errorless process management in production process is possible by preventing errors in recording measurements when written by hand.

**Key word** : Image processing, Digital number, Number recognition, GUI, Blob-labeling, Template matching.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2016.20.5.496>



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.

Received 10 October 2016; Revised 5 October 2016

Accepted (Publication) 18 October 2016 (30 October 2016)

\*Corresponding Author; Bong-jin Ko

Tel: +82-55-213-3654

E-mail: [bjko@changwon.ac.kr](mailto:bjko@changwon.ac.kr)

## 1. 서 론

산업현장에서 생산하는 제품의 내경, 외경 그리고 높이 측정을 위해 사용하고 있는 측정기의 방식은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 측정 후 눈금을 읽어서 측정값을 얻을 수 있는 아날로그 측정기와, 내부 회로를 통해 측정값을 디지털 숫자로 보여주는 디지털 측정기가 있다. 아날로그 측정기는 측정자가 눈금을 정확하게 읽는데 시간이 많이 걸리기 때문에 현재 대부분의 산업현장에서 사용하는 측정기는 디지털 측정기를 사용하고 있다. 디지털 측정기는 측정값을 LCD에 디지털 숫자로 디스플레이하고, 산업현장에서 측정자는 숫자를 읽어 제품 성적서에 수기로 기입하고 있는 실정이다. 측정과 기록을 번갈아가면서 반복하여 작업하면 효율성이 떨어지고 제품 성적서에 잘못 기입하는 경우가 생기게 된다. 이와 같은 문제가 발생 하지 않도록 하기 위해서는 측정자가 수기로 작성하지 않고 자동으로 측정값이 저장 될 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

측정기의 측정값을 자동으로 저장하기 위해서는 카메라를 통해 입력받은 영상을 처리하여 LCD에 표시된 디지털 숫자를 인식 및 추출하는 기술이 필요하다. 숫자를 인식하는 단계는 원본 영상에서 인식하고자 하는 숫자가 있는 영역을 검출하는 단계와 영역 내에 있는 숫자를 추출하는 단계, 추출한 숫자를 결정하는 단계로 크게 세 가지 과정으로 나타낼 수 있다. 영상에서 숫자를 효과적으로 검출하기 위해서는 빛에 의한 영향을 최소화하는 것이 중요하다. 카메라에 의해 그림자가 생기지 않고 일정한 명도를 얻을 수 있게 카메라의 위치를 조정해야한다.

일반적으로 문자인식을 하기 위한 실시간 이미지 프로세싱은 인텔사의 OpenCV (open computer vision) 라이브러리를 기반으로 연구되고 있으며[1][2], 도로교통 관련 과속, 신호위반 단속 및 주차장 요금징수를 위한 자동차 번호판 인식 시스템[3]과 도로표지판의 방향정보를 인식하는 시스템[4] 등의 이미지 프로세싱 연구가 활발하게 진행되고 있다.

본 논문에서는 OpenCV 2.4.9버전을 사용하여 산업 현장에서 효율적인 측정 작업을 하기 위한 디지털 측정기의 측정값 자동 인식 및 기록 시스템을 제안하고 구현하였다. 제안한 시스템은 디지털 숫자로 표시되는 디지털 측정기의 측정값을 간편하게 인식할 수 있는 영상처리 알고리즘을 사용하였다. 원본 영상에서 전처리 과정과 LCD영역의 추출, 숫자영역의 추출을 거쳐 최종적으로 숫자를 인식하였고, 사용자가 시스템 GUI를 이용하여 측정값을 측정시간과 함께 저장하였다. 측정값을 인식과 함께 자동으로 저장장치에 저장함으로써 기존의 측정값을 수기로 작성할 시 오류방지과 공정상의 측정 작업시간을 단축할 수 있도록 구현하였다.

## II. 측정값 인식 알고리즘

산업 현장에서 사용하는 대표적인 측정기인 마이크로미터

와 버니어 캘리퍼스는 LCD에 빛에 대한 영향을 줄여주는 편광 필름이 부착되어 있고, LCD 위에 파손을 방지하기 위해 강화 유리가 부착되어 있다. 측정기는 주로 실내에서 사용하기 때문에 형광등이나 자연광으로 인해 LCD보호유리에 반사되는 빛이 발생하며 이는 문자 인식 시스템에 방해요소로 작용한다. 반사로 인한 빛 영향과 카메라 그림자의 영향을 받은 영상으로부터 잡음 완화 및 왜곡을 보정하고, 블롭 레이블링 (blob-labeling)[5]을 이용한 LCD영역의 검출 및 추출, 숫자 추출 그리고 템플릿 매칭 (template matching)[6]을 이용한 숫자 판단 및 데이터 저장의 과정을 그림 1에 나타내었다.

측정값 인식 시스템은 카메라를 통해 입력 받은 원본 영상을 추출하기 쉽게 하기 위해 영상 전처리 단계를 수행한다. 전처리 단계를 수행하면 원본영상이 이진 영상으로 변환 되고[7], 레이

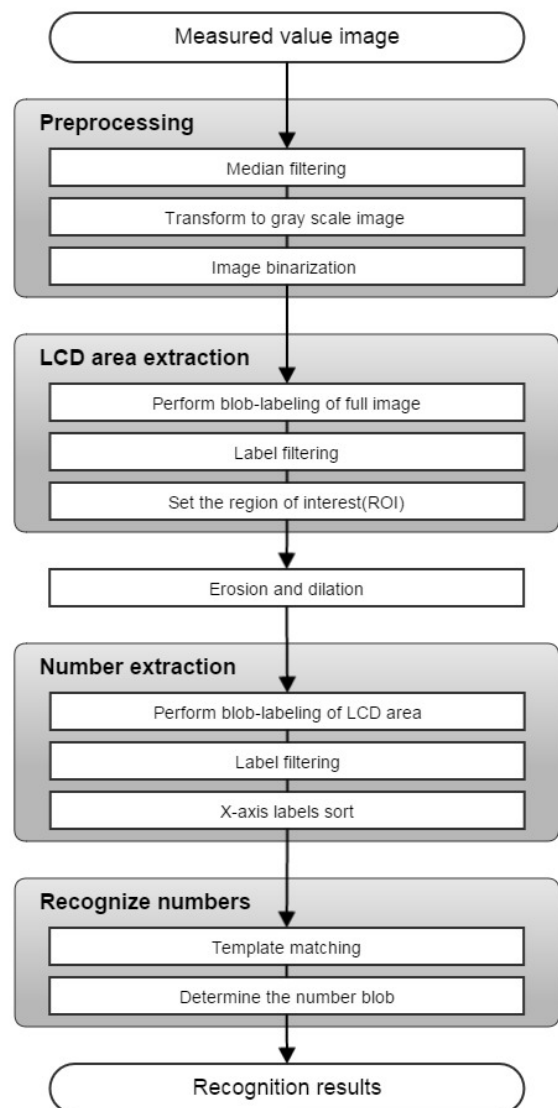


그림 1. 영상 인식 순서도  
Fig. 1. Flowchart of image recognition.

블러링 기법을 이용하여 측정기 LCD영역의 위치를 검출 한다. 측정값을 표시하고 있는 LCD영역과 배경을 분리하여 관심영역으로 지정함으로써 측정값 인식에 필요하지 않은 배경의 영상처리 과정을 줄인다. 이와 같은 분리 과정을 통해 시스템을 수행하는 시간을 줄일 수 있고 시스템에 과부하를 주지 않는다. LCD영역을 관심영역으로 지정한 다음 레이블링 기법으로 숫자영역을 검출하기 위하여 침식과 팽창 기법을 이용한다. 침식은 소수점과 숫자를 분리하고 팽창은 각기 떨어져있는 디지털 숫자를 하나의 blob으로 만들어준다. 다음으로 숫자를 추출하기 위해 LCD추출 영상에서 레이블링 기법을 이용하고 필터링을 거쳐 추출한다. 추출한 숫자 이미지를 x축을 기준으로 좌측으로부터 순서대로 정렬하고 기준에 저장한 템플릿 이미지와 매칭시켜 숫자가 무엇인지 판별한다. 판별한 숫자를 소수점 위치와 마이너스 값을 고려하여 데이터 포맷에 맞게 결과를 출력하고 저장장치에 저장한다.

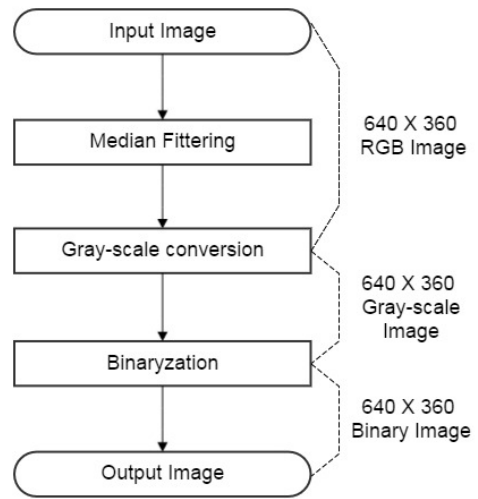


그림 2. 전처리 과정 순서도  
Fig. 2. Flowchart of preprocessing.

### III. 시스템 구현

측정값 인식 시스템을 구현하려면 고화질의 입력영상이 필요하다. 저화질 입력영상은 문자를 인식하는데 어려울 뿐만 아니라 잡음도 많이 발생하기 때문이다. 고화질이면서 컴퓨터에 USB로 바로 연결하여 OpenCV를 간편하게 사용할 수 있는 웹카메라를 사용하였다. 원본 영상에서 영상처리를 통해 측정값을 인식하고 최종적으로 하드디스크나 저장장치에 측정 데이터를 날짜와 시간과 함께 저장하는 시스템을 구현하였다.

#### 3-1 전처리 과정

전처리 과정의 순서도를 그림 2에 나타내었다. 카메라를 통해 받은 입력 영상은 640x360크기이고 RGB컬러이다. 전처리 과정의 첫 번째 단계는 원본 영상에서 impulse noise를 제거하기 위해 메디안 필터를 사용하였다. 영상의 이미지 경계의 선명성은 유지하면서 잡음을 제거 할 수 있는 필터이다.

두 번째로 pixel당 데이터 수를 줄이기 위하여 필터링 된 RGB컬러영상을 gray-scale영상으로 변환하였다. 원본 영상의 RGB컬러 모델은 pixel당 데이터 수가 red, green, blue 각각 0~255이고 255x255x255로 나타낼 수 있다. 이 경우에 pixel당 데이터 수가 많아 측정기의 LCD영역 추출과 숫자 영역을 구분하기 쉽지 않아 추출하기 힘들다. 쉽게 추출할 수 있게 하기 위하여 gray레벨로 변환하면 pixel데이터가 0~255 즉, 256가지의 경우의 수로 나타낼 수 있다. 영상을 gray-scale로 변환한 다음 마지막 단계로 이진화 과정을 수행하였다.

영상의 pixel값을 0 또는 1, 두 개의 값으로만 표현하여 측정기의 LCD영역이나 숫자영역을 추출하기 위해 사용하였다. 전처리 과정을 거친 영상은 각 pixel당 0 또는 1로만 표현되기 때문에 경계선이나 필요한 영역 구분을 쉽게 한다.

#### 3-2 LCD영역 및 숫자 추출

##### 1) LCD영역 추출

전처리 과정을 거친 이진 영상에서 LCD영역을 추출하기 위하여 블롭 레이블링 기법을 사용하였다. 레이블링은 영상에서 인접한 화소가 같은 값을 가지고 있을 때 인접한 화소를 묶어서 번호를 매기는 작업이다. 레이블링을 수행하면 영상의 전체 pixel의 값을 순서대로 읽고, pixel의 방문정보와 되돌아갈 곳의 위치를 저장하는 구조체를 생성한다. 그리고 레이블이 저장될 이미지와 레이블 정보가 담긴 변수를 생성한다. 원점좌표로부터 순서대로 내려가면서 pixel데이터가 1일 때 하나의 blob으로 레이블의 번호를 부여하였다. 3과 8의 디지털 숫자를 레이블링한 결과를 그림 3에 나타내었다.

레이블링을 수행하면 pixel데이터가 1일 때 인접한 pixel이 1인 pixel을 하나로 묶어 blob으로 지정한다. 측정기의 프레임부분과 LCD부분의 명도차이가 있기 때문에 레이블링 과정을 거쳐 LCD영역을 추출한다. 전처리 과정을 거친 영상에서 레이블링을 수행하면 LCD영역뿐만 아니라 다른 부분에도 blob으로

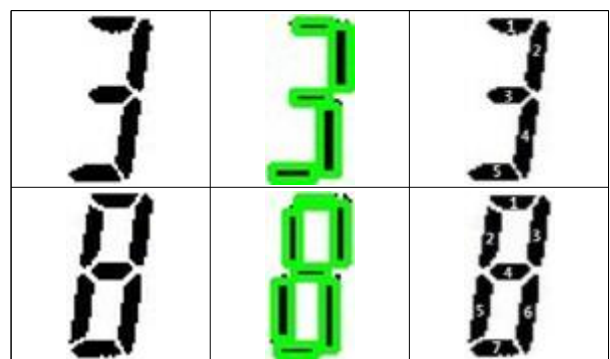


그림 3. 디지털 숫자 블롭 레이블링 결과 예시  
Fig. 3. Example of digital number blob-labeling result.

지정된다. LCD의 크기가 마이크로미터의 가로 2.9 cm 세로 1.1 cm, 버니어캘리퍼스의 가로 2.8 cm 세로 1 cm인 점을 고려하여 2.5:1 또는 3:1로 가로 세로 비율을 설정하였다. 가로와 세로 비율로 레이블 필터링을 하면 영상에서 측정값 인식에 필요 없는 blob을 제거하고 LCD부분만 blob으로 남게 된다. 필터링된 LCD blob을 관심영역으로 지정하여 배경영상과 LCD영상을 분리하여 LCD영상만 측정값 인식 하는데 사용한다.

**2) 숫자 추출**

디지털 숫자인 경우 레이블링을 수행하면 하나의 blob으로 만들어지지 않고 여러 개의 blob으로 만들어 진다. 그림 3의 디지털 숫자 레이블링 예시를 보면 숫자 3의 경우 5개의 blob, 숫자 8인 경우 7개의 blob으로 만들어 지는 것을 확인 할 수 있다. 디지털 숫자를 하나의 blob으로 만들어 쉽게 추출하기 위하여 배경영상과 LCD영상을 분리 한 다음 침식과 팽창 작업을 수행하였다. 각기 떨어져 있는 디지털 숫자를 이어주기 위해 팽창 작업을 수행하였고, 숫자와 소수점이 붙는 것을 방지하기 위해 침식 작업을 수행하였다. 그림 4와 같이 침식과 팽창 작업으로 인해 디지털 숫자는 하나의 blob으로 표현되고, 소수점과 마이너스는 숫자와 분리 된 것을 확인할 수 있다. 침식과 팽창작업을 거친 후에 LCD영역에서 레이블링을 수행하면 숫자와 마이너스 값을 blob화 할 수 있다.

**3) x점 기준 정렬**

blob이 순서대로 정렬되어 있지 않으면 최종적으로 정확한 측정값을 얻을 수 없기 때문에 좌측에서부터 순서대로 정렬하는 작업이 필요하다. blob을 정렬하는 알고리즘은 그림 5와 같다. x점의 위치를 기준으로 좌측부터 차례대로 blob을 정렬하는 알고리즘이다. Blob[i].x는 i번째 레이블링 된 숫자이미지의 x좌표이고 다른 blob의 x좌표와 비교하기 위해 j = i+1로 설정하였다. i번째와 j번째 blob 즉, i번째와 i+1번째 blob의 x좌표의 위치를 비교하여 x좌표가 작은 레이블링 이미지를 좌측으로 배치한 다음 j를 하나씩 증가시켜 blob의 x좌표를 비교하고 x좌표가 작은 blob을 좌측으로 배치한다. i가 레이블링된 전체 blob개수가 될 때까지 과정을 반복하면 영상에서 가장 좌측에 blob[0]이 배치되고 순서대로 blob이 형성된다.

**3-3 숫자 인식 및 측정값 저장**

**1) 템플릿 매칭**

템플릿 매칭은 템플릿 이미지와 비교 대상 이미지를 비교하



그림 4. 침식과 팽창을 수행한 디지털 숫자  
Fig. 4. Performing erosion and dilation digital numbers.

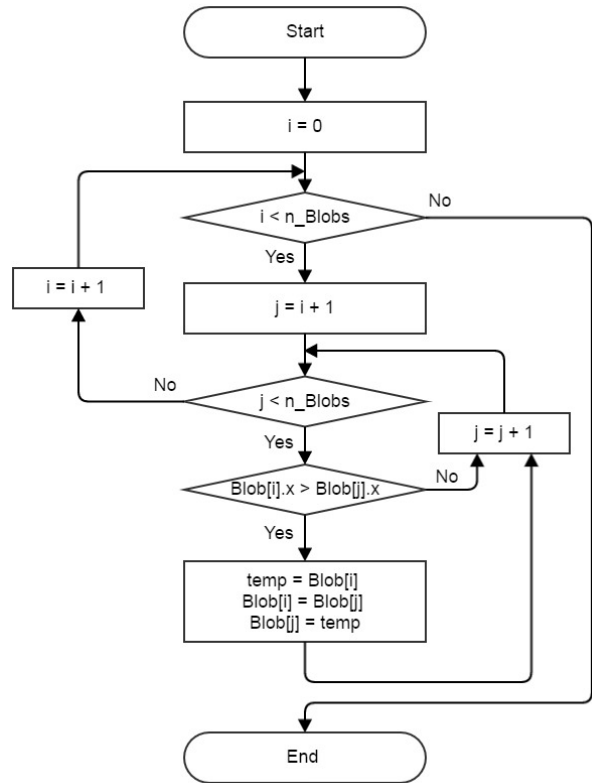


그림 5. Blob 정렬 알고리즘  
Fig. 5. Blob sorting algorithm.

여 가장 유사한 이미지를 찾는 과정이다. 템플릿 매칭을 수행하기 전에 먼저 그림 6과 같이 디지털 숫자를 판별하기 위한 템플릿을 만들었다. 실제 인식하고자 하는 측정기의 디지털 숫자 정보로부터 전처리와 침식, 팽창과정을 거쳐 0~9까지 10개의 템플릿을 생성하였다. 생성한 템플릿 이미지와 영상에서 blob으로 나타난 숫자이미지를 매칭시키는 작업을 수행하였다. pixel 값을 1대1로 비교하여 값이 일치하는 확률인 matching percent를 구하였다.

$$matchingpercent = \frac{matching\ count}{전체\ pixel\ 수} \times 100. \quad (1)$$

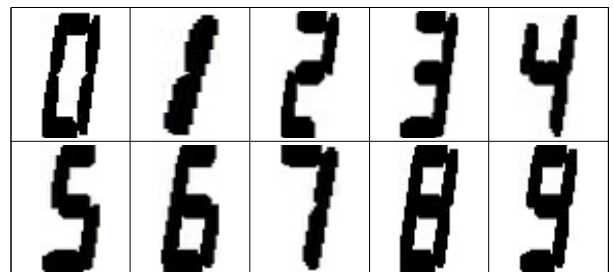


그림 6. 0~9까지 템플릿 이미지  
Fig. 6. Template image from 0 to 9.



템플릿 이미지의 pixel값과 blob이미지의 pixel값을 1대1로 비교하여 pixel값이 같으면 matching count를 하나씩 증가시킨다. 두 이미지를 마지막 pixel까지 비교하여 matching count를 세고 matching percent를 구하는 식은 수식 (1)과 같다. 추출한 하나의 blob이미지와 템플릿 이미지 숫자를 0부터 9까지 순서대로 매칭시키고 matching percent를 각각 구하여 가장 높은 matching percent가 나온 숫자를 blob의 숫자로 결정한다.

2) 마이너스 측정값 판단 알고리즘

기준 값 대비 상대 측정을 하다보면 측정값이 마이너스로 표시되는 경우도 발생한다. 따라서 마이너스 값인 경우에 판단하는 알고리즘이 필요하다. 측정값이 마이너스 값이면 가장 좌측 blob이 마이너스로 표시된다. 그림 7은 마이너스가 포함된 측정값을 레이블링 한 결과이다. 가장 좌측에 있는 blob의 시작점은 나머지 숫자 blob의 시작점과 달리 아래쪽에 있는 것을 확인할 수 있다. 첫 번째 blob과 두 번째 blob의 y축 좌표가 10pixel 이상 차이가 나면 첫 번째 blob은 마이너스라 판단하였고, 두 번째 blob부터 숫자로 판단하여 측정값을 인식하도록 구현하였다. 이 때, 소수점은 데이터를 최종적으로 저장하는 단계에서 소수점 알고리즘을 적용하여 저장하기 때문에 무시하고 레이블링을 수행하였다.

3) 데이터 저장

측정 하고자 하는 측정기의 소수점 이하 자리수를 고려하여 마이크로미터는 소수점 이하 3자리 버니어캘리퍼스는 소수점 이하 2자리로 각각 다른 알고리즘을 사용하여 저장하게 하였다. 마이크로미터는 소수점 이하 3자리이기 때문에 최소 4자리부터 마이너스 blob을 포함한 최대 6자리로 나타낼 수 있다. 소수점 이하 3자리는 고정되어있기 때문에 우측으로부터 3개의 blob은 소수점 이하라 판별하고 그 이후의 숫자 blob을 자연수라 판별하였다. 같은 방식으로 소수점 이하 자리수가 2자리인 버니어캘리퍼스는 우측으로부터 2개의 blob을 소수점 이하라 판별하였고 이후의 숫자 blob을 자연수라 판별하였다. 숫자 blob을 소수점 알고리즘을 적용하여 자연수 변수와 소수점 변수에 저장하였다. 가장 좌측에 있는 blob이 마이너스인 경우 측정값을 저장할 때 마이너스와 함께 저장장치에 저장하도록 하였다.



그림 7. 마이너스 측정값 블롭 레이블링  
Fig. 7. Negative measured value blob-labeling.

표 1. 시스템 수행 단계별 화면

Table 1. System perform step-by-step image.

| NO. | Variable            | Executing screen  |        |            |          |        |     |            |          |        |     |            |          |        |
|-----|---------------------|---|--------|------------|----------|--------|-----|------------|----------|--------|-----|------------|----------|--------|
| a   | LCD area extraction |   |        |            |          |        |     |            |          |        |     |            |          |        |
| b   | Number extraction   |   |        |            |          |        |     |            |          |        |     |            |          |        |
| c   | Recognition result  |   |        |            |          |        |     |            |          |        |     |            |          |        |
| d   | Saving data         | <table border="1"> <tr> <td>227</td> <td>2016.07.28</td> <td>15_53_53</td> <td>-9.543</td> </tr> <tr> <td>228</td> <td>2016.07.28</td> <td>15_53_54</td> <td>-9.543</td> </tr> <tr> <td>229</td> <td>2016.07.28</td> <td>15_53_54</td> <td>-9.543</td> </tr> </table> | 227    | 2016.07.28 | 15_53_53 | -9.543 | 228 | 2016.07.28 | 15_53_54 | -9.543 | 229 | 2016.07.28 | 15_53_54 | -9.543 |
| 227 | 2016.07.28          | 15_53_53  | -9.543 |            |          |        |     |            |          |        |     |            |          |        |
| 228 | 2016.07.28          | 15_53_54  | -9.543 |            |          |        |     |            |          |        |     |            |          |        |
| 229 | 2016.07.28          | 15_53_54  | -9.543 |            |          |        |     |            |          |        |     |            |          |        |

IV. 실험 및 검토

산업 현장에서 많이 사용하는 디지털 측정기인 마이크로미터로 측정값 인식 실험을 진행하였다. 실험은 실내 환경에서 외부로부터 햇빛이 들어오는 주간과 햇빛이 들어오지 않는 야간에 각각 300회씩 진행하였다. 카메라는 640x360 해상도인 웹 카메라를 고정시켜 사용하였고, 제품을 측정 할 때마다 인식 시스템을 적용하여 인식성공과 실패 두 가지 경우로 구분하였다. 인식 결과를 통해 인식률과 주야간 오차를 구하여 표 2에 나타내었다.

실험 결과를 보면 총 300회의 측정하여 주간인 경우 289회 정상적으로 인식 되어 96.33 %의 인식률을 확인 하였고, 야간인 경우 296회 정상적으로 인식 되어 98.66 % 인식률을 확인 하였다. 주간과 야간 측정 테스트 결과 2.33 %의 차이가 나타나는 것을 알 수 있다. 인식 실험을 진행 할 때 빛에 의한 반사가 많이 일어나 측정값을 인식 할 수 없는 경우에는 카메라와 측정기의 각도를 조정하여 반사에 대한 영향을 최소화했기 때문에 95 % 이상의 높은 인식률을 보여준다. 주간인 경우에 실내 환경이지만 창문을 통해 외부로부터 강한 햇빛이 유입되기 때문에 측정기의 LCD부분에 있는 보호유리에 의한 빛 반사가 작용하게 된다. 이 경우 카메라로 영상을 받아 처리할 때 측정기와 LCD가 구분되지 않기 때문에 측정값을 잘못 인식하는 경우가 생기는 것을 알 수 있었다. 야간에는 외부로부터 햇빛이 유입되지 않고 측정 환경에 변화가 거의 없기 때문에 대부분 정상적으로 인식 되지만 주간과 야간에 진행한 인식 실험에서 성능을 더 개선하기 위해서는 측정 시간에 따른 전처리 과정의 수정이 필요하다. 데이터 저장 시 현재 날짜와 시간을 측정값과 함께 저장하므로 이때 사용한 시간변수를 이용하여 주간과 야간을 구분할 수 있

**표 2.** 인식 실험 결과 (빛 반사에 의해 인식 불가능한 경우 제외)  
**Table 2.** Recognition test result (except in the case of unrecognizable situation by light reflection).

| Time      | Count | Success         | Error         | Day & night error rate |
|-----------|-------|-----------------|---------------|------------------------|
| Daytime   | 300   | 289<br>(96.33%) | 11<br>(3.67%) | 2.33%                  |
| Nighttime | 300   | 296<br>(98.66%) | 4<br>(1.34%)  |                        |



**그림 8.** GUI기반 측정값 인식 모니터링 시스템 화면  
**Fig. 8.** Window of GUI-based monitoring system for measured value recognition.

다. 주간인 경우 이진화 과정의 threshold값을 높이고, 야간의 경우 threshold값을 낮춘다면 숫자의 인식 오류 확률이 대폭 줄어들 것이고, 보호유리 부분에 편광 필름 같은 빛 반사를 방지하는 것과 같이 하드웨어적인 보완을 한다면 인식률을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

## V. 결 론

본 논문에서는 디지털 측정기의 디지털 숫자 인식에 대하여 침식과 팽창을 이용한 레이블링 기법 알고리즘을 제안하고 산업현장에서 측정값을 저장장치에 효율적으로 기록할 수 있는 시스템을 구현하였다. 원본 영상에서 메디안 필터와 이진화를 수행하여 측정기의 LCD영역의 경계를 선명하게 하여 추출하기 쉽게 하였고, 전처리된 영상에서 레이블링을 통해 LCD영역을 추출하였다. 침식과 팽창을 통해 디지털 숫자를 하나의 blob으로 만들어 레이블링으로 쉽게 숫자를 추출할 수 있게 하였고, 측정값에 마이너스 값이 있는 경우에도 알고리즘을 통해 추출하여 측정값을 기록할 수 있게 하였다. 인식 실험 결과 발생한 오류에 대해서는 측정시간 알고리즘을 추가하여 인식률을 높

일 수 있을 것으로 예상된다.

산업현장에서 디지털 측정기의 측정값을 수기로 기입해야 했던 공정을 시스템을 통해 저장장치에 자동으로 기록함으로써 기존의 수기로 작성 시 발생할 수 있는 오기를 방지할 수 있고, 기록 하는 시간도 단축시킬 수 있다. 그리고 효율적인 공정 관리가 가능할 뿐만 아니라 측정 작업을 하는 작업자의 능률을 높일 수 있다. 시스템 GUI를 이용하여 실시간으로 현장 내의 측정기의 측정값을 관리하는데 유용하게 사용할 수 있을 것으로 기대한다.

또한, 본 시스템을 응용하면 산업 현장 내에서 마이크로미터나 버니어캘리퍼스 이외에 전력사용량이나 기계 속도, 온도와 같이 LCD에 디지털로 표시되는 산업용 측정기의 측정값에 대한 모니터링 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] D. G. Kim, *OpenCV Computer Vision Programming: Motion Detection / Tracking & Camera Calibration*, 3rd ed. Seoul, Korea: Kame Pub., 2014.
- [2] D. H. Lim, *Image processing using OpenCV*, 7th ed. Paju, Korea: Free Academy Pub., 2014.
- [3] H. W. Kang, "License plate recognition for speed and red light enforcement system based on character circumscribed quadrilateral," *The Journal of Korea Institute of Information Technology*, Vol. 9, No. 3, pp. 67-76, Mar. 2011.
- [4] G. H. Kim, K. S. Chong, and J. H. Youn, "Automatic recognition of direction information in road sign image using OpenCV," *Korean Journal of Geomatics*, Vol. 31, No. 4, pp. 293-300, 2013.
- [5] P. Kwan, K. Kameyama, and K. Toraichi, "Connecting image similarity retrieval with consistent labeling problem by introducing a match-all label," *IEEE International Conference on Fuzzy Systems Proceedings*, Vol. 3, No. 3, pp. 1384-1387, 2001.
- [6] B. Froba and C. Kublbeck, "Orientation template matching for Face Localization in Complex Visual Scenes," in *International Conference on Image Processing*, Vancouver: Canada, Vol.2, pp. 251-254, 2000.
- [7] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE Trans. on System Man Cybernetics*, Vol. 9, No. 1, pp. 62-66, 1979.



**전 민 식 (Min-Sik Jeon)**

2015년 2월 : 창원대학교 전자공학과 (공학사)  
2015년 3월~현재 : 창원대학교 대학원 전자공학과 석사과정  
※ 관심분야 : WSN 시스템, LBS, 영상처리



**고 봉 진 (Bong-Jin Ko)**

1994년 ~ 1996년 : 인하공업전문대학 통신과 조교수  
1996년 ~ 현재 : 창원대학교 전자공학과 교수  
※ 관심분야 : 재난통신, 산업용 모니터링 시스템, 이동통신