

# CCD 기반 바코드 관심대상영역 고속 추출에 관한 연구

박문성\*, 최호석\*\*, 김진석\*, 김혜규\*  
\*한국전자통신연구원 우정기술연구센터  
\*\*경희대학교 전자공학부  
e-mail:mspark@etri.re.kr

## A Study on the High-Speed Extraction of Bar Code ROI based on the CCD

\*Moon-Sung Park, \*\*Ho-Seok Choi, \*Jin-Suk Kim, \*Hea-Kyu Kim  
\*Postal Technology Research Center, ETRI  
\*\*Department of Electronic Engineering, Kyunghee UNIV  
mspark@etri.re.kr

### 요약

현재, 컨베이어 벨트시스템에 소포를 적재하고, 우편번호를 운영자가 입력하여 구분한다. 구분된 소포 중에서 기록관리 대상의 경우에는 바코드를 판독하여 처리하고 있다. 이에 따라, 본 논문에서는 2m/sec 이내로 이동되는 소포를 라인 CCD (Charged Coupled Device) 카메라에 의해 이미지 획득한 후, 바코드 ROI 추출 방법을 위해 32x32 미세블록 검사 방법을 적용하였다. ROI 추출 절차는 최대-최소 차이값과 동적 임계값 기준으로 바탕면 제거, 문자열과 바코드 영역을 판단하기 위한 대각선(diagonal) 검사방법 적용, 바코드 영역인지 검증하기 위해 수평으로 5 라인을 검사하고 에지의 수와 폭의 변화량 비교 등의 과정으로 수행하였다. 그리고, 바코드 ROI 추출은 레이블링 과정에 의해 바코드 영역의 보정과 그블크기 비교에 의한 ROI 영역의 구체화와 정보 해석을 위하여 ROI 외곽좌표 8개중에서 가장 간 중심축 라인으로 생성하는 방법 등을 적용하였다. ROI 추출과 중심축 시험결과에 의하면 50~180msec 이내에 가능하게 되었다. 그리고, ROI 추출의 정확도는 99.994% 이상을 만족한다.

### 1. 서론

현재, 소포는 컨베이어 벨트에 적재하고, 이송과정에서 우편번호 또는 타 우편집중국으로 전달하기 위한 정보를 입력하여 구분한다. 구분이 완료된 우편물에서 기록관리 대상(등기)을 찾아 바코드를 판독하여 정보처리를 수행한다. 이러한 과정을 이미지 획득에 의한 물류정보 자동식별 방법으로 자동구분 및 기록관리 대상 정보의 일괄처리가 요구된다. 소포에 자동구분 및 기록관리 정보를 수록하여 1~2개의 선형바코드를 사용하여 표현될 수 있다. 현재, 기계처리의 기준으로 소포의 부피(100x60x10mm에서 1,000x500x500mm), 무게(200g~30kg), 시간당 6,720통 구분처리 등의 제한 조건이 존재한다. 그리고, 소포에 선형바코드(linear bar code)가 존재하며, 판독을 위해 판독대상 영역(ROI : Region of Interest)을 고속으로 추출할 수 있어야 한다. 이에 따라, 본 논문에서는 소포 우편물의 이미지를 획득하고, 바코드가 존재하는 ROI를 고속으로 검출하는 방법에 관한 연구를 수행한 결과이다. 2장에서는 소포 우편물을 자동식별하기 위한 요구사항을 간략히 다루고, 제 3장에서는 ROI 추출 알고리즘을 설계하고, 구현결과를 기술하였다. 그리고, 추출된 ROI에서 바코드 정보해석을 위한 중심축 생성방법을 적용한 결과 후, 시험 결과를 분석하였다. 제 4장에서는 연구결과를 간략히 요약하고, 추후 연구사항에 대하여 다루었다.

### 2. 연구배경 및 요구사항

본 장에서는 소포에 존재하는 바코드의 인쇄규격과 ROI를 고속으로 추출하기 위한 요구사항을 정의한 것이다. 현재, 컴퓨터 비전 및 이미지 처리 기술의 발달로 레이저(laser) 판독 기술에서 CCD기반의 이미지 처리 기술로 대체되고 있다. 이는 바코드 판독뿐만 아니라 소포의 부피, 소포에 존재하는 수취인 정보 인식 등 보다 많은 정보를 보다 효과적으로 획득할 수 있기 때문이다. 현재, 국제 표준으로써 소포에는 Code 39, Code 128, Interleaved 2 of 5 등의 선형 바코드가 사용되고 있다. 특히, 우편 물류의 표준 체계를 수립하고 있는 UPU 기술기준에 의하면 소포용 바코드의 가장 좁은 바의 두께 값을 0.33~0.51mm(기준 0.42mm) 범위로 정의하고 있다. 표준에 제시된 바코드 인쇄 오차범위를 고려하여 바코드 라벨의 인쇄품질이 유지되어야 한다. 또한, 바(bar)의 높이는 적어도 27mm의 높이를 사용하여야 하고, 바코드의 길이는 105~148mm,

소포의 에지(edge)와 바코드 라벨의 간격은 최소한 32mm 간격을 유지하도록 정의하고 있다. 선형바코드는 심볼로지 규격에 따라 다르지만 바 또는 바 사이 공간값(space)의 비율은 가장 좁은 심볼들이 1:2:3:4의 조건을 만족되므로 이 비율 값과 인쇄된 바코드 라벨의 크기, 획득된 이미지의 해상도를 고려하여 CCD 기반으로 물류정보를 자동으로 식별할 수 있어야 한다[1,2,4,5]. 소포의 면적은 100x60 (mm)에서 1,000x500mm까지 존재한다. 그러나, 바코드 판독성능을 98%이상으로 유지시키기 위해서는 CCD 카메라의 해상도, 소포의 높이 변화(10~500mm)에 따른 바코드 영역의 이미지는 왜곡없이 획득되어야 한다. 그리고, 선형바코드의 경우에 가장 좁은 바와 공간들이 연속적으로 존재 또는 폭이 넓은 바가 중간에 존재할 경우에 따라 바코드를 검출하기 위한 임계값(threshold) 값을 달리하여야 한다. 광학계의 영향으로 인하여 발생될 수 있는 오류원인을 최소화가 전제되어야 한다. 이와 같은 조건을 바탕으로 바코드 ROI 추출에 관한 요구사항을 정의하면 다음과 같다[4,5,6,7,8].

ISO 심볼로지 규격과 UPU 기술표준에 제시된 소포용 바코드 규격을 준수하여 적용 가장 좁은 두께의 바 또는 공간이 연속적이거나 두꺼운 심볼이 혼합된 경우를 고려하여 적합한 임계값 설정 특징인 바의 두께 및 바간 간격 등의 값이 고정값(fixed value)가 아닌 비율적인 값 고려하여 ROI 추출 대응적이고 다양한 정보가 포함된 이미지에서 바코드 ROI를 추출하기 위하여 최소한의 검사에 의해 정확한 ROI 및 중심축 라인 생성이 요구됨 이와 같은 요구사항을 만족시킬 수 있도록 하여야 소포에 존재하는 바코드 ROI 추출과 중심축 라인 생성, 바코드 디코딩이 가능하게 된다.

### 3. ROI 추출 알고리즘 설계 및 구현

본 장에서는 2장의 요구사항을 기반으로 소포에 존재하는 바코드 ROI 추출 알고리즘을 제시하고, 바코드의 정보 해석을 위한 중심축 생성 방법을 제시하고자 한다.

#### 3.1 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘 설계

3.1.1 미세블록 크기 설정

본 절에서는 획득된 이미지를 2진화 과정을 최소화하고, 바코드 특징을 보다 효과적으로 검사하는 방법을 검토하였다. 그리고, 획득되는 이미지 및 바코드 심블의 규격을 바탕으로 이미지를 미세블록으로 나누고, 바코드의 특징을 검출하는 방법을 적용하고자 한다. 이는 미세블록 내에 존재하는 정보 중에서 바코드가 존재하는지의 여부를 결정하기 위한 특징치 설정이 매우 중요하다. 미세블록에 바코드 영역의 일부가 100% 포함될 경우에 대한 검사를 통하여 각 미세블록에 바코드 ROI 추출 단계를 최소화하여야 한다. 미세블록의 크기 설정 및 검사 기준은 소포에 존재하는 선형바코드의 크기, 소포 이미지의 크기 등을 고려하여 설정하기 위하여 제 3장에서 제시된 1kx1k 또는 4kx1k 크기를 기준으로 설정하고, 이 이미지 영역을 검사하려면  $2^n$  ( $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ )에 의하여 나누어지고 나머지 이미지 영역이 없도록 하여야 획득된 이미지를 모두 검사할 수 있다. 그러나,  $n$  값이 너무 적거나, 크게 설정할 경우에는 소포에 존재하는 정보와 바코드를 식별하기 위한 특징치 비교가 용이하지 않다. 획득된 이미지 상에서 바코드 높이와 길이 값을 고려하여 미세블록의 크기를 결정하여야 한다. 미세블록의 최대 높이는 바의 높이(Bar Height) 보다 적어야 하므로 수식(1)을 기준으로 설정하여야 한다. CodeSet은 바코드에 검증문자를 포함한 문자의 수(N)이며, 하나의 문자를 표현하기 위하여 요구되는 바의 수( $SymbolWidth_{(i)}$ )와 바 사이 간격( $SpaceWidth_{(j)}$ )을 포함한 길이 총 수를 문자길이를 구하기 위한 것이며, 바코드 총 길이의 15~17% 사이의 값을 사용한다. 그리고,  $i$ 와  $j$ 값은 바코드 종류에 따라 바와 공간의 두께, 개수 등을 고려하여 적용하여야 한다.

$$BarHeight = \sum_{N=1}^{CodeSet} [SymbolWidth_{(i)} + SpaceWidth_{(j)}]_{(N) \times (0.17) \dots} \text{수식(1)}$$

획득된 이미지 상에서 최소한 바의 높이를 기본으로 하여 바코드가 회전(360°)되어 있을 경우에 검출될 수 있는 미세블록 수를 고려하여야 하므로 바 높이의 1/2 값 이하로 설정되어야 한다.



(그림 1) 이미지 획득 후, 바코드 영역의 크기 비교

또한, 미세블록 크기의 결정요소인  $2^n$  기준으로 미세블록 설정 등의 기준을 고려하여 설정할 경우에 16x16, 32x32, 64x64 사이가 적합하나, 미세블록의 크기에 따른 바코드 특징치 추출의 용이성을 고려하여야 한다. 따라서, 동일한 표준 바코드 인쇄규격을 기준으로 이미지 상의 바코드 면적은 10~245mm 물체의 높이에서 102x400~98x440 픽셀 범위임을 확인할 수 있었다(그림 1). 소포의 높이 10~500mm에서는 (9.4~10.2)x(400x480) 픽셀이 검출되므로 바코드 이미지와 높이를 기준으로 미세블록의 크기는 수식(2)의 조건을 모두 만족하고 동일한 값을 가져야 한다

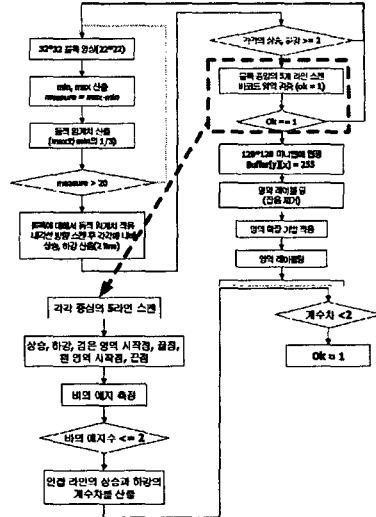
$$Block_{(n)} \setminus Block_{(n)} = Symbol_{(n)} / (2^n) [16 \leq 2^n < 64, 94 < Symbol_{(n)} < 102] \setminus Symbol_{(n)} / (2^n) [16 \leq 2^n < 64, 400 < Symbol_{(n)} < 480] \dots \text{수식(2)}$$

바의 최소 높이 94픽셀을 고려하면, 32이하의 값이 적절하다. 바코드의 높이x길이 기준으로 적용하면 16x16픽셀에서 5.8x30개(174개), 32x32픽셀 높이에서 2.9x15개(43개)의 미세블록이 생성된다. 이에 따라, 미세블록이 최소 높이를 기준으로 2개 이상인 조건과 바코드 특징치를 검출 및 미세블록의 수에 따른 특징치 검출시간을 고려하면 32x32의 크기가 적절하다.

3.1.2 미세블록 검사 방법의 설계

앞 절에서 설정한 방법을 기준으로 미세블록을 순차적으로 검사하고, 검사하는 과정에서 32x32크기를 모두 검사하지 않고, 바코드의 특징치를 기반으로 검사하여 특징치 조건에 포함되지 않을 경우에 검사하지 않도록 하는 방법이 고려되어야 한다. 32x32 크기 내에 바코드가 존재할 수 있는 유형을 검토하여 특징치를 설정하여야 하는데 미세블록의 검사조건을 ROI 추출 대상인 바코드가 미세블록 내에 모두 포함될 경우, 부분적으로 포함될 경우, 존재하지 않을 경우, 바코드와 유사한 문자열 등을 고려하여야 한다. 이에 따라, 미세블록을 순차적으로 검사하고, 단계적으로 바코드가 존재하는 영역을 구체화시키는 방법을 적용하고자 한다. 128x128개의 미세블록에 대한 버퍼를 이용하여 최소

한의 검사로 바코드 영역을 탐색하는 방법을 고려했다. 그리고, 미세블록 검사 범위를 최소화하기 위해 바탕면 제거, 문자열 제거, 바코드 영역의 검증전자의 최소화, 바코드 영역 레이블링과 그룹화 등의 과정에 의하여 ROI 추출할 수 있도록 설계하였다. 또한, ROI 추출과정과 중심축 생성을 위해 8개의 모서리를 기준으로 가장 긴축을 설정하여 바코드를 판독되는 흐름을 (그림 2)와 같이 정의하였다.



(그림 2) 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘 흐름도

3.2 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘 구현

앞 절에서 설계된 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘을 검증하기 위하여 단계적으로 구현된 결과를 기술한 것이다.

3.2.1 동적 임계값 설정 및 바탕면 제거

우선, 미세블록을 검사하기 위한 기준과 바코드의 특징치를 설정 기준을 예지를 검출하기 위한 기준을 위한 임계값 설정이 필요하다. 이 임계값은 적응성을 고려하여야 하나 바코드 ROI 추출을 위한 기준으로는 많은 계산시간이 소요될 수 있으므로 그레이 레벨 값의 max와 min 값을 구하기 위한 검사 대상영역을 32x32 크기에서 외곽 영역을 5의 크기만큼 제외한 22x22 만큼을 검사하도록 했다. 최적의 임계값  $\tau$  값은  $\mu$  평균과  $\sigma$  표준편차를 적용하여 구할 수 있다,

$$\tau = k_1 \mu + k_2 \sigma \text{ 수식에 의하여 평균값 } \mu = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a(i,j) \text{ 과}$$

$\sigma = \sqrt{\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (a(i,j) - \mu)^2}$ ,  $k_1, k_2 = 1$  표준편차를 기준으로 모든 미세블록에 적용하면 많은 연산시간이 요구된다[9,10,11]. 이에 따라, (그림 4)에서 보인 바와 같이 최대와 최소값은 여러 개 존재할 수 있으나, 최대와 최소 값을 적용하고, 모든 미세블록들에 대한 평균값을 동적 임계값으로 생성하도록 수식(3)과 같이 정의하였다.



(그림 3) max, min 값의 설정 기준

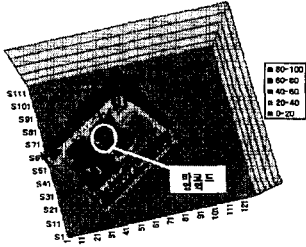
$$Threshold_{Block} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a(i,j) / a(i) = Min, a(j) = Max$$

$$Dynamic Threshold = \frac{1}{Block_y \cdot Block_x} \sum_{i=0}^{Block_y} \sum_{j=0}^{Block_x} a(i) - a(j) \dots \text{수식(3)}$$

수식(3)은 각 미세블록의 최대, 최소 값을 구하고, 모든 미세블록의 평균값을 구한 것이다. 이 동적 임계값에 의하여 바코드와 문자열, 소포의 예지와 컨테이너 밴드 등이 미세블록 내에 부분적으로 포함될 경우에 검출되어야 한다. 그리고, 그레이 레벨 차이값이 거의 적은 경우인 소포의 바탕면 부분과 컨테이너 밴드면을 검사대상 영역에서 제외시키기 위한 방법을 설정하기 위한 척도(measure)가 요구된다. 이 척

도는 좁은 바와 공간이 연속적으로 존재하는 구간의 차이 값과 소포의 배경색과 컨베이어 벨트의 차이 값 등을 고려하여 20 이상인 값을 설정하여 수식(4)와 같이 정의하였다. (그림 4)는 최대 및 최소의 차이가 20 이하인 경우에는 소포 바깥면, 컨베이어 벨트의 노이즈가 포함되므로 20이상의 값이 적용한 결과이다. Measure 값은 광원 및 대상물체와의 반사율에 영향을 받게 되므로 초기환경 설정변수로서 사용하여야 한다.

$$Buffer(i, j) = \left[ \sum_{i=0}^{i=27} \sum_{j=0}^{j=27} Measure(Max - Min) \right] > 20 \quad \dots \text{수식(4)}$$



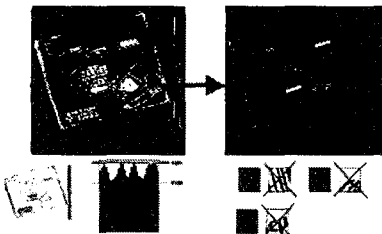
(그림 4) Measure > 20 검출 예

3.2.2 문자열 또는 바코드 영역의 추출

이러한 결과를 바탕으로 바코드 영역을 구분하기 특징을 고려하여 바깥면에 존재하는 도형 및 이미지 영역을 제외시키려면, 미세블록 내의 에지 수를 고려하여 적용할 수 있다. 최소의 미세블록 검사로 바코드 또는 문자영역을 검출하기 위하여 수식(5) 및 (그림 5)과 같이 대각선을 생성하여 적용하고자 한다. 수식(3)의 동적 임계값을 기준으로 원본 이미지 영역을 검사하였다.

$$Edge_{x,y}(n) = \sum_{i=0}^{i=32} StateChange_{num}(i) |x=y|$$

$$Label(x, y) = Label(Edge_x(n) > 2 \cap Edge_y(n) > 2) |x, y < 128 \quad \dots \text{수식(5)}$$



(그림 5) 동적 임계치, 대각선 검사 결과

StateChange<sub>num</sub>(i)는 White<sub>out</sub>→Black<sub>in</sub>, Black<sub>out</sub>→White<sub>in</sub>로 변화될 경우에 증가되도록 한다. Edge<sub>x</sub>(n) > 2, Edge<sub>y</sub>(n) > 2 인 조건을 모두 만족하는 경우를 선택함으로써 바코드 또는 문자가 존재하는 미세블록 검출 되도록 하였다.

3.2.3 바코드 영역 검증

바코드 영역인지 검증하는 방법을 적용하여 문자열이 존재하는 미세블록을 제거하여야 한다. 이에 따라, 32x32 크기에서 수평라인을 일정 간격을 두고 5개 라인을 (그림 6)과 같이 스캔하는 방법을 통하여 바코드 영역을 찾는 방법을 적용하고자 한다[8,9,10]. 바코드 특징을 검출하기 위해 에지의 개수, 에지의 크기 등에 대한 변화량 크기를 기준으로 구하여 비교하였다. 스캔 라인의 간격은 2픽셀 단위로 하였으며, 중앙 라인이 미세블록의 중앙에 위치하도록 설정하였다. 바코드가 존재할 경우에는 에지의 변화량이 1씩 증가 또는 감소만 하는 특징(수식 6)과 스캔방향과 동일한 방향(0°)으로 존재할 경우에 수식 (8)항의 값이 모두 0이고 y값에 대한 변화만 발생되는 특징이 있다. Edge(x, y)는 x축 라인을 스캔하여 상승 또는 하강 에지 수의 합을 구한 것이다.

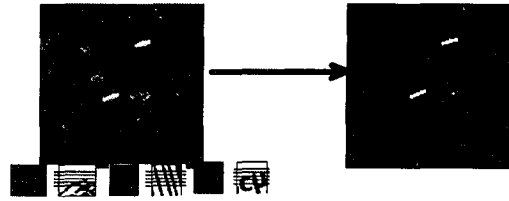
$$Edge(x, y) = \sum_{i=0}^{i=32} StateChange_{up} + StateChange_{down}$$

$$\sum_{y=2}^{y=27} Differ\_Width(y-2, Width(x)) < \pm 2 | \cap$$

$$\sum_{y=2}^{y=27} Differ\_Space(y-2, Space(y)) < \pm 2 | \cap$$

$$\sum_{y=2}^{y=27} Differ\_Edge(x, y-2, Edge(x, y)) < \pm 1 \quad \dots \text{수식(6)}$$

수식(8)의 수행결과에 의하면 바코드 ROI가 (그림 6)과 같이 추출됨을 확인하였다.



수식(8) 적용 전 (그림 6) 바코드 영역의 검증 후

(그림 6)의 결과에서 보인 것과 같이 바코드 영역이 검출되나, 유사 문자열이 존재하는 영역에 대한 그룹이 포함되어 있다. 이 유사 문자열 "11", "ii", "II", "H"은 그룹화된 미세블록의 크기가 매우 적으므로 제거하는 방법이 필요하다. 수식 (6)은 y=32에서 12번째 라인부터 검사하였으므로 63.7% 이상의 신뢰도로 바코드 영역으로 검증한 것이다.

3.2.4 바코드 영역의 레이블링

본 절에서는 바코드 ROI를 보다 구체화하기 위해 수식(7)에 의하여 생성된 그룹들을 크기를 검사하고자 한다. 그리고, 유사 문자열 또는 물류 에지 등이 존재하는 미세블록 영역을 제거될 수 있어야 한다. 또한, 바코드 표준크기를 기준으로 최대 2.9x15개(18개 정보 수록된 경우)인 미세블록수가 존재하므로 바코드의 최소크기인 3개(시작, 정지, 우편번호 3자리 등) 이상의 문자가 수록된 경우를 가정하면 5개 미만인 경우에는 바코드가 존재하는 영역이 아니다. 이에 따라, 4개 이하로 connected된 경우에 배제되도록 수식(8) 및 y값의 변화만 발생되는 미세블록들을 대상으로 4개 이상 connected 그룹의 레이블링하였다.

$$Count(k) = \sum_{x=0}^{x=32} \sum_{y=0}^{y=32} \left| \begin{matrix} T(x-1, y) & X \\ Position & L(x, y+1) \end{matrix} \right| Position > 0, X=1or 0$$

$$Position = T(x-1, y), Position = T(x, y-1) \Rightarrow \forall Count(k)$$

$$Label_{min} = 4 < \forall Count(k) < Label_{max} = 50 \quad \dots \text{수식(7)}$$

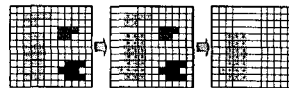
Count(k)는 현재의 검사 좌표들 기준으로 Position=L(x, y+1) 또는 Position=T(x-1, y)일 경우에 connected 상태에 의해 판단한다. 그러나, 즉, Count(k)의 개수가 5이상이면, 60미만(정보 수록 양에 따라 조정 필요)일 경우에 바코드 영역일 가능성이 높아진다. 여러 개의 바코드가 존재할 경우를 위해 수식(9)를 만족할 경우에 그룹의 개수를 설정한다. Count(k)가 Position=L(x, y+1)=T(x-1, y)=0이고, 다음에 Label<sub>min</sub>=4 < ∀ Count(k) < Label<sub>max</sub>=60 조건이 만족되면 그룹의 수를 증가시키도록 하였다.

$$Compare_x[k] = |1 1 0 -1 -1 -1 1 1|$$

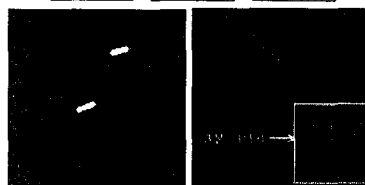
$$Compare_y[k] = |0 -1 -1 -1 0 1 1 1|$$

$$Count = \sum_{x=0}^{x=32} buf[x + Compare_x[k], y + Compare_y[k]] > 0$$

$$Count > 3 \text{ 이상이면, 추가 레이블링} \quad \dots \text{수식(8)}$$



수식(7)의 적용 후



수식(8)의 적용 후 (2, 14개의 바코드수출)

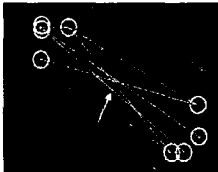
(그림 7) 최소그룹 제거 및 ROI 영역 보정 시험 결과 수식(7)까지 수행결과는 미세블록 검사 영역의 범위가 100%를 포함하고 있지 않다. 이에 따라, 검출되지 않는 영역을 대상으로 그룹화된 미세블록들과의 관계를 비교하기 위하여 추가로 포함되어야 할 미세블록들을 획득하기 위해 수식(8)과 같이 정의하였다.

Compare<sub>x</sub>[k], Compare<sub>y</sub>[k]값은 buf[x, y]의 위치에서 3x3위치에 존재하는 8방향의 미세블록을 검사하기 위한 것이다[9,10]. 그리고, 검사된 결과가 0보다 큰 경우가 3개 이상 발생될 경우에 추가로 레이블링하였다. 그리고, 수식(7)에 의하여 생성된 결과에서 실제 바코드 ROI를 검출하기 위하여 현재 설정되어 있는 최소 40개 이상의 미세블록의 connected 미세블록의 상태를 수식(8)의 과정을 적용하고,

$Label_{min} = 40 < \sqrt{Count(k)}$  인 조건을 만족될 경우에 바코드 ROI로 추출하였다(그림 7).

3.2.5 중심축 라인 생성

바코드 ROI 추출된 결과를 이용하여 미세블록들에 해당하는 원본 이미지를 획득하여 검토하고, 정보 해석을 위한 중심축 라인 생성방법을 적용하고자 한다. 미세블록에 의하여 바코드 ROI 영역이 생성된 것이므로 다각형의 형태로 구성된다. 즉, 직사각형의 형태로 추출되도록 하는 방법과 다각형의 외곽좌표인 Top left, Top right, Bottom left, Bottom right, Left top, Right bottom, Right top, Left bottom의 좌표를 기준으로 (그림 8)과 같이 8개의 외곽좌표를 마주보는 면 좌표 중에서 서로 반대가 되는 좌표를 연결하여 가장 긴축을 생성하는 방법을 적용하였다[9].



(그림 8) 8개 외곽좌표에 의한 중심축 검토

(그림 8)과 같은 결과를 참고하여 가장 긴축을 구하기 위하여 8개의 외곽 좌표(x,y)를 기준으로 연결된 값의 길이는 두 좌표간의 기술기 각도에 의존된다. 기술기 각도  $\theta$ 의 변화량에 따른 값에 의해 길이를 구할 수 있도록 수식(9)로 정의하고 서로 연결된  $Point_1(r_1, c_1)$ ,  $Point_2(r_2, c_2)$  좌표를 기준으로 축의 길이 D를 산출하여 4개의 길이 중 가장 큰 값을 사용하기 위해 수식(10)과 같이 적용하였다.

$$Q(\theta) = \begin{pmatrix} \frac{1}{|\cos \theta|} : |\theta| < 45^\circ \\ \frac{1}{|\sin \theta|} : |\theta| > 45^\circ \end{pmatrix} \dots \text{수식(9)}$$

$$D = \sqrt{(r_2 - r_1)^2 + (c_2 - c_1)^2} \times Q(\theta) \dots \text{수식(10)}$$

외곽 좌표의 기울어진 방향에 따라, Top left = Left top, Top right = Right top, Bottom left = Left bottom, Bottom right = Right bottom의 좌표가 일치될 수 있으며, 이 경우에는 이들 값이 중심축 라인의 시작 및 정지 좌표로 적용하였다. 수식(10)까지 과정에 의해 바코드 ROI 추출과 중심축 라인을 생성하는 방법을 적용한 것이다(그림 9). 중심축 라인 상의 그레이 레벨 값들을 순차적으로 획득하면 바코드 정보를 해석할 수 있다. 디코더 성능을 검토하기 위해 MIL에서 제공하는 Code 39, Code 128, Interleaved 2 of 5 등의 라이브러리를 사용하여 판독시험을 수행하였다.



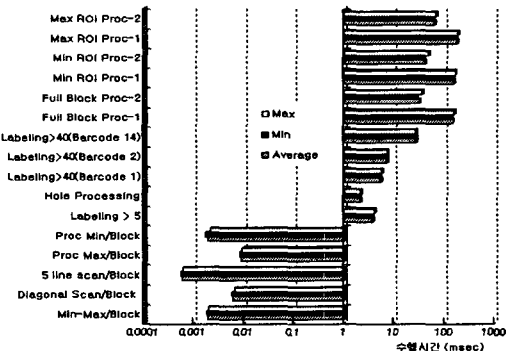
(그림 9) 중심축 라인 생성의 시험 결과

<표 1>의 결과는 시험 우편물을 150 통을 대상으로 우편물의 크기, 바코드 라벨의 크기, 바코드 라벨을 부착 위치, 투입 방향 등을 다양한 형태로 3회 시험한 결과를 분석한 것이다. 잘못 판단된 ROI 발생 원인으로서는 바코드의 유사한 패턴이 소포에 존재할 경우에 발생되었다. 이러한 문제점은 ROI 추출과정의 보완과 실제 바코드 판독검사 기준에 의하여 배제할 수 있는 조건들(보완의 높이, 바와 공간의 비율 검사, 기울어진 각도에 따른 특징치 검사 등)를 적용하거나, 레이블링 후, 바코드 영역의 가로와 세로의 비율 값에 의하여 제거하는 방법이 고려되어야 한다. 바코드 디코딩 오류의 분석한 결과에 의하면 MIL 라이브러리에서는 하나의 임계값을 기준으로 하기 때문에 바와 공간간의 오차 한계 값의 범위가 초과된 경우에 판독되지 않음을 확인하였다. 바코드 판독의 신뢰성 확보를 위한 다중 임계값 설정 방법이 보완되어야 한다. (그림 10)은 ROI 추출을 위해 요구되는 처리시간을 분석한 것이며, 1, 2, 14개의 바코드가 존재할 경우를 대상으로 하였다. ROI 추출 성능은 소포 이미지의 복잡도와 바코드의 개수에 따라 차이가 발생되는데, 1~14개의 바코드를 부착 ROI 추출과 중심축을 생성하는데 최대 22msec의 차이가 발생되었

다. 그리고, 복잡한 이미지에서 바코드 영역을 추출과 중심축 생성을 위해 약 50~180msec 이내에 가능하게 됨을 확인할 수 있었다. 바코드 디코딩 시간은 수십 msec이내에 가능하므로 100~250msec이내에 소포를 식별하여 자동구분 및 기록관리 대상 정보를 획득할 수 있도록 한 것이다.

<표 1> ROI 추출 및 바코드 디코딩 결과

시험 우편물/ 재투입 수	ROI 추출 상태		바코드 디코딩	
	정확도	잘못 검출된 그룹	성공	실패
150통/3회	99.96%	0.06%	94.9%	5.1%



(그림 11) ROI 추출의 시험 결과

4. 맺음말

본 논문에서는 소포 이미지를 획득하여 자동구분 및 기록관리 대상 정보를 고속으로 획득하기 위해 바코드 ROI를 미세블록 단위로 검사하는 방법을 적용한 것이다. 이 바코드 ROI 추출 및 중심축 생성방법을 적용하면, 최대 초당 10통의 소포에 존재하는 선형바코드를 고속으로 판독할 수 있게 된다. 이 시스템을 탑재할 경우에는 2m/msec 조건으로 이송시키고, 소포의 사이즈가 최소면(100x60mm)이고, 이송간격이 10cm이내인 경우에 12,000통/시간 이상을 처리할 수 있게 된다. 기존 시스템의 경우 6,720통/시간의 성능보다 최대 3,280통/시간을 더 처리할 수 있게 될 것으로 기대된다. 수작업으로 구분정보를 입력하는 과정과 기록관리 대상 정보를 자동 식별할 수 있게 됨으로써, 보다 효율적인 물류처리 환경을 구축이 가능하게 되었다. 추후 연구사항으로는 바코드 이미지의 왜곡상태의 보정, 2차원 바코드 ROI 추출과 정확한 중심축 생성, 바코드가 판독되지 않았을 경우를 위한 주소 기재영역의 고속 추출, 소포의 부피정보를 동시에 생성하기 위한 방법 등이 고려되어야 한다.

참고 문헌

- TTAIS-16388, "Information Technology - Automatic Identification and Data Capture-Bar Code Symbology and Specification - Code 39", TTA, 1999.12.
- TTAIS-16390, "Information Technology - Automatic Identification and Data Capture-Bar Code Symbology and Specification - Interleaved 2 of 5", TTA, 1999. 12.
- 오호근, "혁신적 자동인식 기술의 핵심 바코드 기술 및 응용", 성안당, 1997. 7.
- 박문성, 송재관, 우동진, "우편물 자동처리를 위한 한글 4 State 바코드 시스템," 한국정보처리학회 논문지, 제7권 제1호, pp.146-155, 2000. 1.
- 박문성, 김해규, 정희경, "우편물 4-state 바코드 고속판독 방법에 관한 연구," 한국정보처리학회 논문지, 제8-D권 제3호, pp.285-294, 2001. 6.
- ISO/IEC/JTC1/SC31, "Bar Coding - Symbology Specification - Code 128," 13 March 1999.
- UPU, "Technical Standards Manual," International Bureau of the Universal Postal Union, 1998. 7.
- Hitoshi Uehara, Yoshiaki Nakamura, Masataka Nakagawa, Terutaka Tanaka, Akira Ohzawa, Ichiro Isawa, Hiroshi Miyoshi, "Reseach on Barcodes for Mechanized Mail Processing," http://www.iptp.go.jp/, July 1995.
- J. R. Parker "Algorithms for image processing and computer vision," pp.250-274, 1999.
- Rafael C. Gonzales & Richard E. Woods, "Digital Image Processing", pp. 40-43, 1992
- Maurizio Piliu, "Extraction of illusory linear clues in perspective skewed documents," CVPR2001, pp.1-6, Dec. 2001.