

소포 자동식별을 위한 바코드 관심영역 고속 추출에 관한 연구

박 문 성[†]·김 진 석^{††}·김 혜 규^{†††}·정 회 경^{††††}

요 약

현재, 컨베이어 벨트 시스템에 소포를 적재하고, 우편번호를 입력하여 구분한다. 구분된 소포 중에서 기록관리 대상의 경우에는 바코드를 판독하여 처리하고 있다. 본 논문에서는 2m/sec 이내로 이동되는 소포를 라인 CCD(Charged Coupled Device) 카메라를 통해 이미지를 획득(4,096×4,096)한 후, 바코드 ROI(Region of Interest)의 추출을 위해 32×32 크기의 미세블록의 검사방법을 적용하였다. ROI 추출 단계는 미세블록(128×128)들의 최대 및 최소값의 차이 분포를 이용하여 컨베이어 벨트 영역과 소포의 바탕면은 제거하였다. 그리고 문자열과 바코드 영역을 검출하기 위해 대각선(diagonal) 검사방법을 사용하였으며, 바코드 ROI만을 분리하기 위해 미세블록의 중앙에 5개의 수평라인으로 스캔하여 에지 수와 크기에 대한 변화량을 검사하였다. 검출된 영역 중에서 잘못 검출된 영역을 그룹의 라벨링 과정에서 그룹의 크기를 비교하여 제거하였다. 미세블록 검사과정에서 누락된 바코드 영역을 보정하고 바코드의 정보 해석을 위해 추출된 ROI의 외곽좌표들과 기울기 분포를 이용하여 중심 축 라인과 ROI 영역의 기울기에 따라 중심축을 보정하는 방법 등을 적용하였다. 이와 같은 방법에 의해 바코드의 ROI 추출과 중심축 생성은 60~180msec이내에 가능하게 되었으며, ROI 추출의 정확도는 99.44% 이상이 달성되었다.

A Study on High-Speed Extraction of Bar Code Region for Parcel Automatic Identification

Moon-Sung Park[†] · Jin-Suk Kim^{††} · Hye-Kyu Kim^{†††} · Hoe-Kyung Jung^{††††}

ABSTRACT

Conventional Systems for parcel sorting consist of two sequences as loading the parcel into conveyor belt system and post-code input. Using bar code information, the parcels to be recorded and managed are recognized. This paper describes a 32×32 sized mini-block inspection to extract bar code Region of Interest (ROI) from the line Charged Coupled Device (CCD) camera capturing image of moving parcel at 2m/sec speed. Firstly, the Min-Max distribution of the mini-block has been applied to discard the background of parcel and region of conveying belts from the image. Secondly, the diagonal inspection has been used for the extraction of letters and bar code region. Five horizontal line scanning detects the number of edges and sizes and ROI has been acquired from the detection. The wrong detected area has been deleted by the comparison of group size from labeling processes. To correct excluded bar code region in mini-block processes and for analysis of bar code information, the extracted ROI 8 boundary points and decline distribution have been used with central axis line adjustment. The ROI extraction and central axis creation have become enable within 60~80msec, and the accuracy has been accomplished over 99.44 percentage.

키워드 : 자동식별(Automatic Identification), 관심영역(Region of Interest (ROI)), 바코드(Bar Code), 소포(Parcel), 고속 이미지 처리(High-Speed Image Processing)

1. 서 론

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. 이

러한 과정을 이미지 획득에 의한 물류정보 자동식별 방법으로 자동구분 및 기록관리 대상 정보의 일괄처리가 요구된다. 소포에는 바코드, 수취인 및 발송인 정보를 포함하여 다양한 정보가 존재하는데, 바코드에 자동구분 및 기록관리 정보를 수록하여 1~2개의 선형 바코드를 사용하여 표현될 수 있다. 기계처리의 기준으로 소포의 부피(100×60×10(높이)mm에서 1,000×500×500(높이)mm), 무게(200g~30kg), 시간당 6,720통 구분처리 등의 제한 조건이 존재한다. 이와 같은 요구사항 중에서 컨베이어 벨트 시스템의 요구사항인 무게를 제외한 소포의 면적과 높이를 기준으로 이동되는

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 선임연구원
†† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터, 물류기술연구팀장 책임연구원
††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터장 책임연구원
†††† 통신회원 : 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
논문접수 : 2002년 4월 18일, 심사완료 : 2002년 10월 1일

소포에 존재하는 선형 바코드(linear barcode)가 존재하는 관심영역(ROI : Region of Interest)을 고속으로 추출되어야 한다. 실제 소포 자동처리 환경과 동일하게 소포 우편물을 1~2m/sec의 속도로 이송시키고, 바코드 판독을 위한 이미지는 라인 CCD(Charged Coupled Device) 카메라(4,096×4,096 픽셀)를 통해 획득하였다. 소포에 부착된 바코드는 ISO/IEC/JTC1 SC31과 UPU(Universal Postal Union)의 기술 표준에서 정의된 선형 바코드를 판독 대상으로 하였다. 그리고 소포의 높이가 10~500mm이므로 약 490mm의 거리에서도 바코드 ROI 정보가 훼손되지 않도록 물리적(반사경 적용)으로 보완하여, 조명의 불균형으로 인한 이미지의 훼손을 최소화하는 방법을 고려하여야 한다. 또한, 조도의 불균일로 발생하는 부분을 최소화하기 위한 경계값의 적용 방법도 고려되어야 한다[1-3].

이에 따라, 본 논문에서는 소포 우편물의 이미지를 획득하고, 바코드가 존재하는 ROI를 고속으로 검출하는 방법에 관한 연구를 수행하였다. 제 2장에서는 소포 우편물을 자동식별하기 위한 요구사항을 간략하게 다루고, 제 3장에서는 소포 이미지를 획득하기 위한 광학적 특징 설정 및 이미지 획득과정에 관한 사항을 다루었으며, 제 4장에서는 ROI 추출 알고리즘을 설계하고, 구현결과를 기술하였다. 그리고 추출된 ROI에서 바코드 정보해석을 위한 중심축 생성방법을 적용한 후, 시험 결과를 분석하였다. 제 5장에서는 연구결과를 간략히 요약하고, 추후 연구사항에 대하여 다루었다.

2. 연구배경 및 요구사항 정의

본 장에서는 소포에 존재하는 바코드의 인쇄규격과 ROI의 고속 추출을 위한 요구사항을 정의한다.

2.1 연구 배경

현재, 컴퓨터 비전 및 이미지 처리 기술의 발달로 레이저(laser) 판독기술에서 CCD기반의 이미지 처리기술로 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 기술 표준에 의하면 소포용 바코드의 가장 좁은 바의 두께값을 0.33~0.51mm(기준 0.42mm) 범위로 정의하고 있다. 표준에 제시된 바코드 인쇄 오차범위를 고려하여 바코드 라벨의 인쇄품질이 유지되어야 한다. 또한, 바(bar)는 적어도 27mm의 높이를 사용하여야 하고, 바코드의 길이는 105~148mm, 소포의 에지(edge)와 바코드 라벨의 간격은 최소한 32mm를 유지하도록 정의하고 있다. 선형 바코드는 ISO 표준규격에 의하면 바 또는 바 사이 공간값

(space)의 비율은 가장 좁은 바에 1:2:3:4의 조건을 만족하여야 하므로 이 비율값과 인쇄된 바코드 라벨의 크기, 획득된 이미지의 해상도를 고려하여 CCD 기반으로 물류정보를 자동으로 식별할 수 있어야 한다[1, 2, 4, 5]. 정보 저장 매체로서 바코드의 특성은 일정한 크기의 직선이 일정 영역 내부에 나열되어 있는 기하학적 특성을 가지고 있다. 직선을 검출하는 기법으로는 HT(Hough Transform)를 사용하는 기법[6, 14]이 있다. 하지만 직선의 검출은 가능하나 바코드와 다른 캐릭터간의 구별이 힘든 단점이 있다. 또한 웨이블릿 특성을 사용한 기법[6, 14]에서는 웨이블릿 변환 후 3개의 영역에서 각각 처리하므로 많은 처리시간이 소요된다. 일정한 크기의 블록 내부의 바코드의 텍스처 에너지를 에너지 맵으로 나타내고 각각의 텍스처 특징에 따른 분류를 통하여 후보 블록들을 검출 후, 미니 맵에서 레이블링과 확장을 통한 최종 바코드 영역을 산출할 수 있다. 또한 바코드와 같은 특징을 분석하기 위한 연구로서 Law's의 텍스처 에너지 특징을 이용하는 방법을 적용할 수 있다. 4k×4k 이미지의 크기에 Law's의 텍스처 에너지 방법을 적용한 경우에 바코드 ROI 추출을 위해 2,300msec 이상이 소요됨을 확인할 수 있었다[6, 7]. 소포의 이미지를 획득하여 바코드를 판독하기 위한 성능은 최소한 6,500통/시간을 만족하여야 하므로 약 600msec 이내에 바코드 판독이 완료되어야 한다. 이에 따라, 본 논문에서는 최소한의 이미지 영역을 검사하여 바코드 ROI를 고속으로 추출하기 위한 방법을 제시하고자 한다.

2.2 요구사항 정의

다양한 소포의 크기, CCD에 의해 획득되는 이미지의 품질, 판독대상 바코드의 특징, 성능의 제한 조건 등을 고려하여 바코드 ROI 추출을 할 수 있어야 한다. 소포의 면적은 100×60mm에서 1,000×500mm까지 존재한다. 그러나 바코드 판독성능을 98%이상으로 유지시키기 위해서는 CCD 카메라의 해상도, 소포의 높이 변화(10~500mm)에 따른 바코드 영역의 이미지는 왜곡 없이 획득되어야 하며 판독 가능한 상태의 이미지가 되어야 한다. ROI 추출 및 판독을 위한 기준을 설정하기 위한 경계값(threshold)은 가장 좁은 바와 공간들이 연속적으로 존재 또는 폭이 넓은 바가 중간에 존재할 경우에 따라 바코드 정보검출이 가능해야 한다. 그리고 광학계의 영향으로 인하여 발생될 수 있는 오류원인의 최소화가 전제되어야 한다. 이와 같은 조건을 바탕으로 개발환경 설정에 대한 요구사항을 정의하면 다음과 같다[5-7].

- CCD 카메라 및 광학계 설정을 위한 요구사항
 - 이송되는 소포 상에서 자동식별 대상영역이 반사율이 균일하게 유지되어야 함

- 소포의 높이 변화에 따른 이미지의 해상도를 바코드 판독이 가능한 최상의 상태로 유지되어야 함
- 가장 좁은 바 또는 공간이 연속적이거나 두꺼운 바가 혼합되어 있어도 판독 이미지 대상 영역에 대한 정보 분해능을 확보할 수 있어야 함
- 바코드 ROI 추출을 위한 요구사항
 - ISO 심블로지 규격과 UPU 기술표준에 제시된 소포용 바코드 규격을 준수
 - 특징인 바의 두께 및 바 사이 간격 등의 값이 고정값(fixed value)이 아닌 비율적인값 고려
 - 가장 좁은 두께의 바 또는 공간이 연속적이거나 두꺼운 심블이 혼합된 경우를 고려하여 적합한 경계값 설정
 - 대용량이고 다양한 정보가 포함된 이미지에서 바코드 ROI를 추출하기 위하여 최소한의 검사에 의해 정확한 ROI 및 중심축 라인 생성이 요구됨

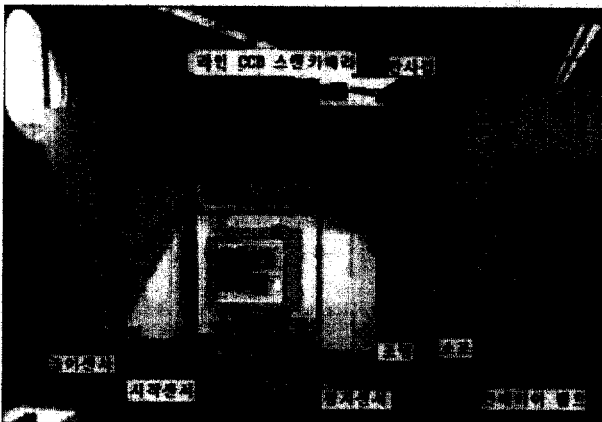
이와 같은 요구사항을 만족시킬 수 있도록 하여야 소포에 존재하는 바코드 ROI 추출과 중심축 라인 생성, 바코드 디코딩이 가능하게 된다.

3. 소포 자동식별 환경 설정

본 장에서는 2.2절의 요구사항을 고려하여 소포에 존재하는 바코드를 판독하기 위한 시험시스템 구축결과를 살펴보고, 이미지 획득절차의 설정방법을 기술한다.

3.1 광학적 특징 설계 및 적용

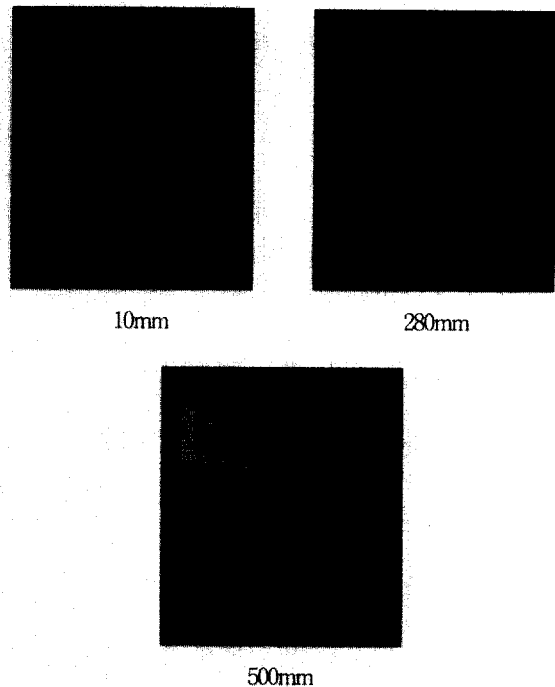
소포를 이송시키면서, 라인 CCD 스캔 카메라에 의하여 이미지를 획득하기 위한 시스템을 (그림 1)과 같이 구성하고, 소포 이미지 상에 존재하는 바코드를 판독하기 위한 기준에 적합한 광학적 특징을 검토하였다.



(그림 1) 소포 정보 자동식별 시스템 구조

다양한 소포의 크기에 따라 라인 CCD 스캔 카메라의 렌즈로부터 소포의 표면까지의 거리가 일정하지 않게 된다. 바

코드 영상은 소포의 최소 높이(10mm) 및 최대 높이(500mm) 기준으로 렌즈 심도(DOF: Depth Of Field)를 최대화하는 방법을 채택하였다[4]. 즉, 렌즈와 물체사이의 거리를 임의로 크게 할 수 없으므로 컨베이어 벨트 면과 카메라의 최대거리를 확보하기 위한 직각 거울을 사용하였다. 소포의 높이의 최소, 중간, 최대인 크기에 바코드를 부착하여 바코드 영역의 해석이 가능한 구간으로 설정하기 위해 이미지 획득시험을 통해 초점을 조정하여 설정하였다(그림 2). 즉, 바코드를 해독할 수 있도록 소포 높이 10mm에서 바코드 영역은 180DPI(Dot Per Inch)의 이미지 해상도가 유지되도록 설정하였다. 그리고 가장 좁은 바와 좁은 공간이 연속적으로 발생되어도 적절한 경계값을 설정하면, 판독될 수 있는 상태의 이미지를 획득할 수 있도록 하였다[4, 5, 10].

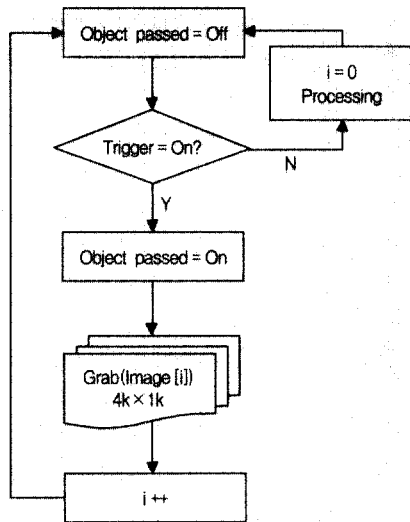


(그림 2) 소포 높이에 따른 이미지 획득 결과

3.2 이미지 획득 절차의 설정

제안된 시스템은 센서 신호를 확인하는 것으로부터 시작된다. 소포가 지정된 위치로 이동되는 순간 센서(높이센서 또는 시작센서)는 트리거 신호를 출력하며, CCD 카메라는 이 신호의 입력으로 영상획득을 시작한다. 센서는 영상이 획득하는 중에도 일정간격으로 소포의 이동상태를 감시하고, 소포가 아직 지정된 위치를 지나가고 있을때는 계속 set 신호를 출력하고, set 신호가 입력되는 동안에는 영상을 계속 획득한다. 하나의 소포가 완전히 지나가면 센서(정지센서)는 reset 신호로 영상 획득을 정지시킨다.

이렇게 획득된 영상을 기반으로 바코드 ROI 추출 과정을 수행할 수 있다. 획득되는 이미지의 크기는 1k×1k 단위로 4개의 채널을 통하여 순차적으로 메모리에 적재되며, 최대 이



(그림 3) 소포 이미지 획득 절차

미지의 크기는 4k×4k로 획득절차는 (그림 3)과 같다. 4k×1k 단위로 이미지를 획득한 후, 바코드 ROI 영역의 검사방법을 적용하고자 한다. 프레임 그래버는 Matrox의 Meteor2-DIG/4/L 모델을 사용하였으며 영상획득 모듈의 구현을 위해 64MB 메모리를 추가하였다. Matrox Imaging Library로 기본 영상처리 기능을 위해 사용하였다.

4. ROI 추출 알고리즘 설계 및 구현

본 장에서는 2장의 요구사항과 3장의 시험환경을 기반으로 소포에 존재하는 바코드 ROI 추출 알고리즘을 제시하고, 바코드의 정보 해석을 위한 중심축 생성 방법을 제시하고자 한다.

4.1 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘 설계

4.1.1 미세블록 크기 설정

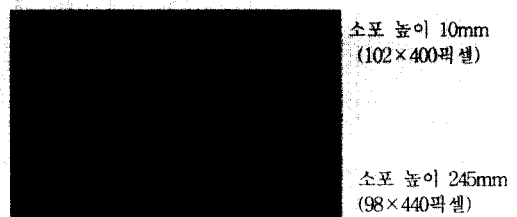
본 절에서는 획득된 이미지의 2진화 과정을 최소화하고, 바코드 특징을 보다 효과적으로 검사하는 방법을 검토하였다. 그리고 획득되는 이미지 및 바코드 심볼의 규격을 바탕으로 이미지를 미세블록으로 나누고, 바코드의 특징을 검출하는 방법을 적용하고자 한다.

이는 미세블록 내에 존재하는 정보중에서 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 1k×1k 또는 4k×1k 크기를 기준으로 설정하고, 이 이미지 영역을 검사하려면 2ⁿ(n=1, 2, 3, 4, ...)에 의하여 나누어지고 나머지 이미지 영역이 없도록 하여야 획득된 이미지를 모두 검사할 수 있다. 그러나, n값이 너무 적거나 크게 설정할 경우에는 소

포에 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 작아야 하므로 식 (1)을 기준으로 설정하여야 한다. 식 (1)은 바코드에 하나의 문자 (Code₍₁₎)를 표현하기 위하여 요구되는 바의 수와 바 사이 간격을 구한 것이다. 바코드 종류에 따라 바와 공간의 두께, 개수 등에 의해 하나의 숫자 또는 영문자 정보가 된다. 가장 좁은 바(X-Dimension 또는 X라 함)두께는 0.33~0.51mm(기준 0.42mm)를 사용한다. Code 39 심볼로지는 하나의 정보 (Code₍₁₎)를 표현하기 위해 검은색 바 중에서 X 두께인 바가 3개($\overline{B_N} = 3$)이고, 2X인 두께의 바는 2개($B_n = 2$)이다. 또한, 흰색 바의 중에서는 2X 두께인 바는 1개($W_N = 1$)이고, X 두께의 바는 2개($\overline{W_N} = 2$)가 존재한다. 이에 따라, 각 Code₍₁₎은 X 값을 기준으로 바코드에 수록될 정보량을 기준으로 바코드의 전체 길이를 계산할 수 있다. 각 심볼로지별 Code₍₁₎을 구성하기 위한 길이를 구할 수 있다.

$$Code_{(1)} = 2X(B_N + W_N) + X(\overline{B_N} + \overline{W_N}) \quad (1)$$

식 (1)은 Code 39, Interleaved 2 of 5 심볼로지일 경우만 해당되며, Code 128의 경우에는 X의 값이 X, 2X, 3X, 4X까지 존재한다. 즉, Code 128에서 Code₍₁₎의 길이는 검은색 바, 흰색 바의 개수와 X의 배수 관계를 적용하여 계산하면 된다. 바코드의 전체 길이와 바의 높이 범위값을 이용하면 바코드가 존재하는 영역의 크기를 산출할 수 있다. Code 39 심볼로지의 높이값은 시작 바+데이터 (수룩문자 수×Code₍₁₎)+검증문자+정지 바)×(15~17%) 이상의 값을 사용하는데 이 값은 국제 표준으로 제시된 것이다. 선형 바코드에는 식별하고자 하는 데이터를 최소 3자리에서 13자리 이상을 사용하고 있다. 국제 특급우편 및 국내 등기우편물의 경우에 13자리 정보로 표준화되어 있다. 본 논문에서는 소포 자동구분 목적으로 6자리를 추가로 사용될 수 있으므로 최대 20자리까지 적용하였다. 미세블록의 크기는 선형 바코드의 최소 크기를 기준으로 바코드를 인쇄하여 10mm 높이의 소포에 부착하고 획득된 이미지에서 바코드 관심영역을 360° 회전시켜도 바 높이를 기준으로 최소한 2개 이상의 미세블록이 검출된다.



(그림 4) 바코드 영역의 크기 비교

또한, 미세블록 크기의 결정요소인 2"기준으로 미세블록 설정 등의 기준을 고려하여 설정할 경우에 16×16, 32×32, 64×64 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 102×400~98×440 픽셀 범위임을 확인할 수 있었다(그림 4). 소포의 높이 10~500mm에서는 (94~102)×(400~480) 픽셀이 검출되므로 바코드 이미지와 높이를 기준으로 미세블록의 크기는 식 (2)의 조건을 모두 만족하고 동일한 값을 가져야 한다.

$Symbol_H$ = 바코드 높이, $Symbol_L$ = 바코드 총 길이

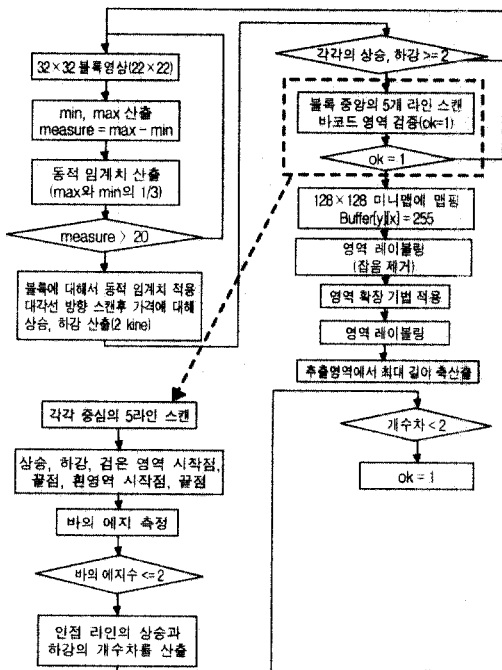
$$Block_{Height} = Symbol_L / (2^n) [16 < 2^n < 64, 400 < Symbol_L < 480]$$

$$Block_{width} = Symbol_H / (2^n) [16 < 2^n < 64, 94 < Symbol_H < 102] \quad (2)$$

바코드 ROI 영역에 존재할 수 있는 미세블록의 크기값은 16×16에서 5.8×30개(174개), 32×32에서 2.9×15개(43개)의 미세블록이 생성된다. 이에 따라, 미세블록이 최소 높이를 기준으로 2개 이상인 조건과 바코드 특징치를 검출 및 미세블록의 수에 따른 특징치 검출시간을 고려하면 32×32의 크기가 적정하다.

4.1.2 미세블록 검사 방법의 설계

앞 절에서 설정한 방법을 기준으로 미세블록을 순차적으로 검사하고, 검사하는 과정에서 32×32크기를 모두 검사하지 않고, 바코드의 특징치를 기반으로 검사하여 특징치 조건에 포함되지 않을 경우에 검사하지 않도록 하는 방법이 고려되어야 한다.



(그림 5) 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘 흐름도

32×32 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. 128×128개의 미세블록에 대한 버퍼를 이용하여 최소한의 검사로 바코드 영역을 탐색하는 방법을 고려하였다. 그리고 미세블록 검사 범위를 최소화하기 위해 바탕면 제거, 문자열 제거, 바코드 영역의 검증절차의 최소화, 바코드 영역 라벨링과 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 5)와 같이 정의하였다.

4.2 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘 구현

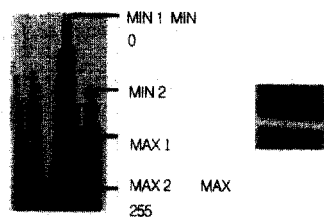
앞 절에서 설계된 미세블록 기반 ROI 추출 알고리즘을 검증하기 위하여 단계적으로 구현된 결과를 기술한 것이다.

4.2.1 동적 경계값 설정 및 바탕면 제거

미세블록을 검사하기 위한 최적의 경계값을 설정하여야 한다. 이미지 영역에서의 최적의 경계값 (τ)은 검사 이미지 영역의 평균값을 μ 라하고, 픽셀간 표준편차가 σ 라 하면 최적의 경계값은 $\tau = k_1\mu + k_2\sigma$, $k_1, k_2 = 1$ 로 정의할 수 있다.

$m \times n$ 크기의 이미지에서 $a(i, j)$ 는 i, j 좌표에서의 픽셀 값이라 하면, 평균값은 $\mu = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a(i, j)$ 가 된다.

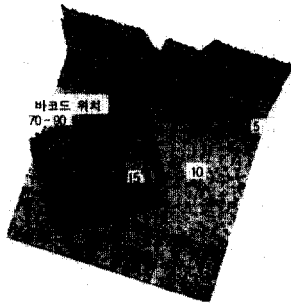
이에 따라, $\sigma = \sqrt{\frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (a(i, j) - \mu)^2}$ 로 표준편차를 정의할 수 있다[11-13]. 이 방법에 의하여 최적의 경계값을 모든 미세블록을 대상으로 생성하여 적용하면, 많은 계산시간이 요구된다.



(그림 6) 최대 및 최소값의 설정 기준

본 논문에서는 (그림 6)에 보인 바와 같이 미세블록 내에 여러 개의 최대값(Max1, Max2, ...)과 최소값(Min1, Min2, ...)이 존재한다. 최대값들 중에서 가장 큰 값, 최소값들 중에서 가장 작은값에 대한 차를 구하는 방법을 사용하여 미세블록에 정보가 존재하는지 구별하는 방법을 사용하였다. 미세블록의 최대값을 L_{Max} , 최소값을 L_{Min} 이라 한다. 이 경

계값에 의하여 바코드와 문자열, 소포의 에지와 컨베이어 벨트 등이 미세블록 내에 부분적으로 포함될 경우에 검출되어야 한다. 계산된 미세블록들의 최소 및 최대값들을 기준으로 각 블록의 그레이 레벨 차이값이 거의 적은 경우인 소포의 바탕면 부분과 컨베이어 벨트면을 검사대상 영역에서 제외시키기 위한 척도(measure)값을 설정하기 위해 경계값 계산이 요구된다. 경계값 계산을 위한 방법은 각 미세블록의 척도의 최소값의 분포를 고려하여 결정하는 방법이 적합하다. 본 논문에서는 획득된 이미지를 대상으로 계산된 미세블록 값들의 분포는 (그림 7)과 같다.



(그림 7) Measure값 결정을 위한 미세블록 값 분포

(그림 7)에 보인 바와 같이 컨베이어 벨트면의 척도값은 10이하의 값을 가지며, 15이상의 값부터는 물체내의 바탕면임을 알 수 있다. 그리고 바코드 ROI가 존재하는 것으로 판단하기 용이한 척도값의 범위는 70~90사이 값을 갖고 있다. 이러한 척도값을 기준으로 할 경우에는 바코드 ROI 검사 대상 범위를 결정할 수 있으나, 소포 면에 표현된 정보의 분포에 따라 다르게 나타날 수 있으므로 컨베이어벨트 영역과 소포의 바탕면 중에서 척도값이 적은 값을 사용하고자 한다. 이는 소포 영역 내에서 바코드 관심영역을 찾기 위해 검사할 미세블록의 수를 줄일 수 있기 때문이다. 이에 따라, 척도값이 20 이하일 경우에 미세블록이 검사되지 않도록 식 (3)과 같이 정의하였다. $Buffer(i, j)$ 는 소포 이미지가 획득될 수 있는 최대 크기로 128×128 크기의 임시버퍼이며, 척도값이 20보다 클 경우에 해당 버퍼에 계산된 값이 저장되고, 20이하는 버퍼에 0의 값을 저장하였다.

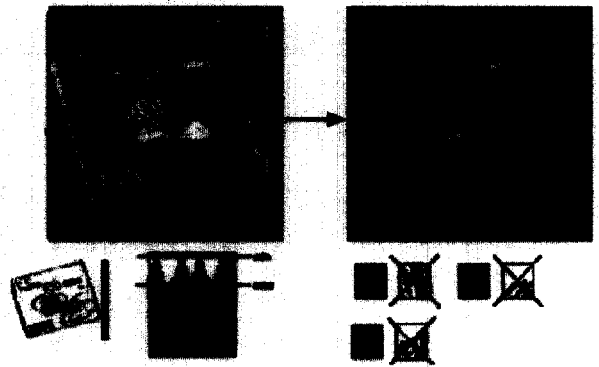
$$Measure(i, j) = L_{Max} - L_{Min}$$

$$Buffer(i, j) = \begin{cases} Measure(i, j), & \text{if } Measure(i, j) > 20 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

4.2.2 문자열 또는 바코드 영역의 추출

앞 절의 결과를 바탕으로 미세블록의 값이 0이 아닌 소포 이미지에서 바탕면에 존재하는 이미지 영역을 제거해야 바코드 ROI 추출이 용이해 진다. 미세블록 내에 존재할 수 있는 정보 중에서 바코드, 문자가 존재할 경우에 발생하는 에지 수와 소포 바탕면에 존재하는 다양한 이미지의 특징을 고려하여야 한다. 원본 이미지 영역을 검사하기 위한 경

계값은 척도값이 20이상인 각 미세블록들을 검출하였다. 그리고 바탕면에 존재하는 다양한 이미지의 특징보다는 바코드 또는 문자가 미세블록 내에 1/2이상 포함되었을 경우를 고려하였다. 또한, 검사시간을 최소화하기 위해 대각선(X scan)을 할 경우에 검출될 수 있는 에지의 개수가 발생할 수 있는 최소 개수를 검토하였다. (그림 8)에 보인 바와 같이 바코드 혹은 문자가 존재할 경우에 미세블록에는 최소한 두 대각선 방향 모두 검사한 결과는 2개 이상의 에지가 발생된다.



(그림 8) 동적 경계치, 대각선 검사 결과

이와 같은 조건을 바탕으로 미세블록에 0보다 큰값이 존재하는 소포 이미지 영역을 두 대각선 방향으로 스캔하여 상승 에지와 하강 에지의 개수가 2개 이상 발생할 경우에 값을 1로 저장한다. 앞의 조건을 만족되지 않는 미세블록의 버퍼값은 모두 0으로 치환하였다. 즉, 소포 이미지에서 미세블록 좌표와 결합된 상단(좌측, 우측) 모서리에서 하단(우측, 좌측) 모서리까지 한 라인씩 증가하고, 검사대상 픽셀의 좌표를 우측으로 한 라인 증가시 마다 한 픽셀(증가, 감소) 단위로 이동시켜 획득된 값의 크기와 변화량을 기준으로 계산된 경계값을 사용하여 에지의 수를 계산하여 에지의 수가 2 보다 큰 경우가 만족되는 미세블록만을 추출하였다.

4.2.3 바코드 영역 검증

바코드 영역인지 검증하는 방법을 적용하여 문자열이 존재하는 미세블록을 제거하여야 한다. 이에 따라, 32×32 크기에서 중앙의 5개 수평 라인을 (그림 9)와 같이 스캔하는 방법을 통해 바코드 특징을 비교하여 문자영역을 제거하고자 한다[8-10]. 바코드가 각 수평라인에 포함된 경우에는 바코드 심볼의 기울기와 관계없이 에지 개수가 ± 1 이상의 변화가 발생되지 않는다. 또한, 흰색 또는 검은색 크기의 값이 ± 2 이상 발생되지 않는 특징이 존재한다. 그러나, 문자의 경우에는 직교성분이 존재할 수 있고, 흰색 공간만 존재하는 경우도 발생할 수 있다(그림 9). $Width(y)$ 는 수평라인 스캔시 초기값 $Width(y) = 0$ 로 설정하고, 현재 수평라인 검사구간에서 발생하는 검은색 공간들의 값을 버퍼에 ($Width(y) = Width_1 + Width_2 + \dots$)를 저장한다. 그 다음 +2 번째 수

평라인 검사한 후, 이전 수평라인의 두께값 ($Width(y-2)$)들과 차이값을 비교하였다. 미세블록 내에 존재하는 바코드의 기울기가 클 경우에는 동일한 위치의 두께값과 비교하면 잘못 검출될 수도 있다. 왜냐하면, 초기에 검출된 검은색 영역이 존재하지 않게 될 경우에는 첫 번째 검은색 크기의 값은 의미가 없어지기 때문이다. 따라서, 기울어진 방향에 따라 획득된 값을 오른쪽으로 +1만큼 이동 ($WidthRightShift$), 왼쪽으로 -1만큼 이동 ($WidthLeftShift$) 시킨 후에 이전에 획득된 값과 비교하는 방법을 적용하였다(식 (4)).

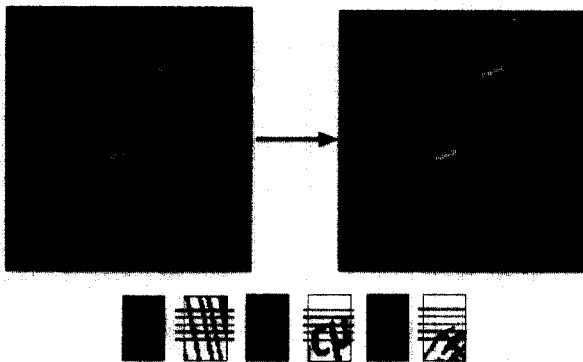
$$Width_d = |Width(y-2) - Width(y)| < 2$$

$$WidthRightShift_d = |WidthRightShift(y-2) - WidthRightShift(y)| < 2$$

$$WidthLeftShift_d = |WidthLeftShift(y-2) - WidthLeftShift(y)| < 2 \quad (4)$$

이와 같은 조건 중에서 하나를 만족할 경우를 포함하였다. 에지의 개수는 ± 1 이상의 변화가 없는 경우를 대상으로 하기 위해 식 (5)와 같이 정의하였다. $Edge(y-2)$ 는 이전 수평라인의 에지 수이며, 현재 검사한 수평라인의 에지 수는 $Edge(y)$ 라 정의하고 두 값의 차 ($Edge_d$)를 구하여 식 (5)와 같이 정의하였다. 5개 수평라인을 모두 검사하는 과정에서 식 (4)와 식 (5) 모두 만족할 경우는 버퍼값을 1로 저장하고, 만족하지 않으면 0으로 설정하면 (그림 9)와 같이 문자영역을 제외한 바코드 ROI가 추출됨을 확인하였다. (그림 9)의 결과에서 식 (7)까지 적용한 결과에 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. 식 (4)와 식 (5)까지의 과정은 바코드가 100%포함된 경우를 대상으로 한 것이므로 바코드의 외곽 영역을 제외하고 바코드 영역을 추출한 것이다. 또한, 검사 방법에 있어서 미세블록 내에 바코드가 존재할 수 있는 모든 특징을 적용하지 않은 것이므로 이에 대한 기능 보완이 요구된다. 이러한 문제점을 최소화시키기 위해 바코드 영역 라벨링 과정에서 보완하였다.

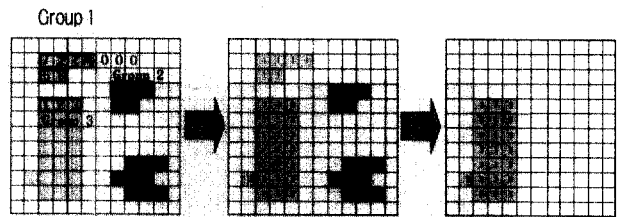
$$Edge_d = |Edge(y-2) - Edge(y)| < 1 \quad (5)$$



(그림 9) 식 (4), 식 (5) 적용 후의 결과

4.2.4 바코드 영역의 라벨링

본 절에서는 바코드 ROI를 보다 구체화하기 위해 식 (5)까지 생성된 그룹들을 크기를 검사하여 유사 문자열 또는 물류 예지 등이 존재하는 미세블록 영역을 제거하고자 한다. 또한, 바코드 표준크기를 기준으로 최대 2.9×15 개(18개 정보가 수록된 경우)인 미세블록수가 존재하므로 바코드의 최소크기인 3개(시작, 우편번호 3자리, 검증문자, 정지 등) 이상의 문자가 수록된 경우를 가정하면 최소 9개 미만인 경우에는 바코드가 존재하는 영역이 아니다. 즉, 미세블록 그룹의 크기가 10개 이상 연결된 그룹과 50개 이하인 크기에 대하여 바코드가 존재하는 미세블록으로 간주하였다. 먼저, $Buffer(i, j)$ 에 대하여 4-connected component labeling을 수행하여 각 그룹(connect component)을 구한다. 선형 바코드가 존재할 수 있는 미세블록의 크기($size$)가 $10 < size < 50$ 인 조건이 만족되면 이 그룹은 바코드 영역일 가능성이 높아진다. 즉, (그림 10)에서는 Group 3만 남게 된다. 그러나 $7 < size$ 의 조건이 적용될 경우엔 Group 4도 남게 된다. (그림 10)의 결과는 검사기준이 바코드가 100% 포함된 경우를 대상으로 하였으므로 바코드가 미세블록 내에 부분적으로 존재할 경우에는 검출되지 않는다. 이에 따라, 검출되지 않는 영역을 대상으로 그룹화된 미세블록들과의 관계를 비교하여 추가로 포함되어야 할 미세블록들을 획득하기 위해 식 (6)과 같이 정의하였다.

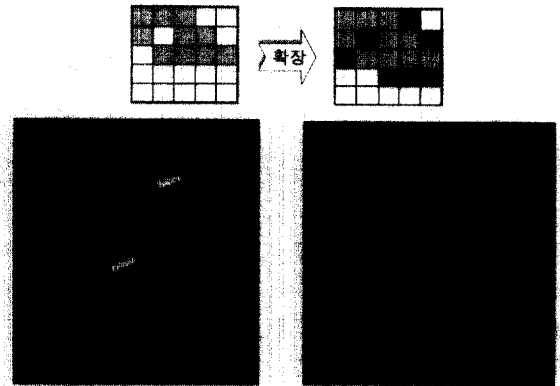


(그림 10) 라벨링 적용 예

$$Compare_x[k] = |1110-1-1-111|$$

$$Compare_y[k] = |0-1-1-10111|$$

$$Count = \sum_{k=0}^{k=7} buffer(x + Compare_x[k], y + Compare_y[k]) \quad (6)$$

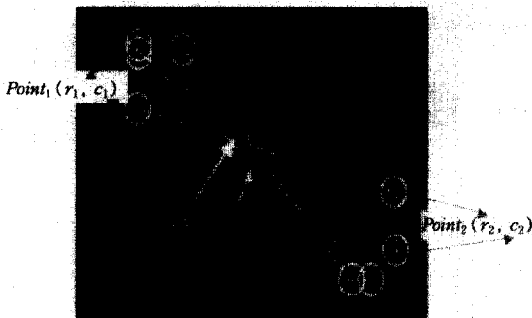


(그림 11) 최소그룹 제거 및 ROI 영역 보정 라벨링 후 시험 결과

$Compare_x[k]$, $Compare_y[k]$ 값은 $buffer[x, y]$ 의 위치에서 3×3 위치에 존재하는 8방향의 미세블록을 검사하기 위한 것이다[9, 10]. 그리고 검사된 결과가 0보다 크고 $size > 3$ 이면 해당 미세블록을 해당 그룹에 추가하였다. 식 (6)에 의하여 생성된 결과에서 실제 바코드 ROI를 검출하기 위하여 연결된 미세블록 그룹의 크기가 $40 < size$ 일 경우에 바코드 ROI로 추출하였다(그림 11).

4.2.5 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, Left Bottom, Right Top, Right Bottom의 좌표를 기준으로 (그림 12)와 같이 8개의 외곽좌표가 생성된다[11]. (그림 12)와 같은 결과를 참고하여 가장 긴축을 구하기 위해 8개의 외곽 좌표(x, y)를 기준으로 연결된 값의 길이는 두 좌표간의 기울기 각도에 의존된다. 기울기 각도(θ)의 변화량에 따른 값에 의해 길이를 구할 수 있도록 식 (8)로 정의하고 서로 연결된 $Point_1(r_1, c_1)$, $Point_2(r_2, c_2)$ 좌표를 기준으로 축의 길이 D를 산출하여 4개의 길이 중에서 가장 큰 값이 적용되도록 하였다.



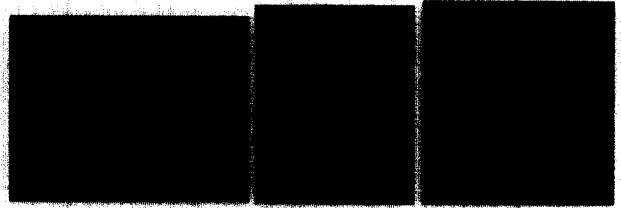
(그림 12) 8개 외곽좌표에 의한 중심축 검토

$$Q(\theta) = \begin{cases} \frac{1}{|\cos \theta|} & : |\theta| < 45^\circ \\ \frac{1}{|\sin \theta|} & : |\theta| > 45^\circ \end{cases} \quad (7)$$

$$D = \sqrt{(r_2 - r_1)^2 + (c_2 - c_1)^2} + Q(\theta) \quad (8)$$

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 중심축 라인의 시작 및 정지 좌표로 적용하였다. 식 (8)까지의 과정에 의해 바코드 ROI 추출과 중심축 라인을 생성하는 방법을 적용한 것이다(그림 13). 중심축 라인 상

의 그레이 레벨값들을 순차적으로 획득하면 바코드 정보를 해석할 수 있다.

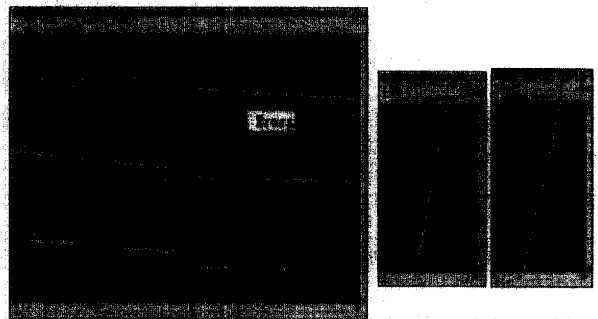


(그림 13) 중심축 라인 생성의 시험 결과

그러나 바코드 ROI 영역의 확장 방법에 의해 추가된 미세블록들에 의해 가장 긴축을 사용할 경우에 실제 바코드 영역에 포함되지 않는 중심축 라인이 생성될 수 있다. 이러한 문제점을 최소화하기 위해 식 (8)에 추가로 식 (9)를 적용하였다.

$$\begin{aligned} & c_1 = r_2 \text{ 또는 } c_2 = r_1 \text{ 이면,} \\ & Point_1 = (r_1 + c_1)/2, \quad Point_2 = (r_2 + c_2)/2 \\ & c_1 > c_2 \text{이고, } r_1 < r_2 \text{이거나, } c_1 > c_2 \text{이고, } r_1 > r_2 \text{이면,} \\ & \quad Point_1 = Point_2 = (r_1 + c_1)/2 \\ & c_1 < c_2 \text{이고, } r_1 > r_2 \text{이면, } c_1 < c_2 \text{이고, } r_1 < r_2 \text{이면,} \\ & \quad Point_1 = Point_2 = (r_2 + c_2)/2 \end{aligned} \quad (9)$$

식 (9)를 적용하면 $Point_1$, $Point_2$ 의 c_1, r_1, c_2, r_2 등의 좌표 위치 값을 기준으로 중심축 라인의 양끝 점 좌표가 획득된다. 즉, 바코드의 정확한 판독을 위한 중심축 라인이 (그림 14)와 같이 생성된다.



(그림 14) 중심축 라인의 보정 후 결과

(그림 14)와 같이 중심축 라인이 바코드 중심라인과 거의 같게 되도록 보정함으로써 디코딩 결과 해석정보의 기울기 값에 따른 오차도 최소화할 수 있다.

4.2.6 성능 분석방법 및 결과

디코더 성능을 검토하기 위해 MIL에서 제공하는 Code 39, Code 128, Interleaved 2 of 5 등의 라이브러리를 사용하여 판독시험을 수행하였다. 바코드 ROI 추출 알고리즘의 성능분석을 위해 (1)시험용 소포 150통을 최소 10~500mm

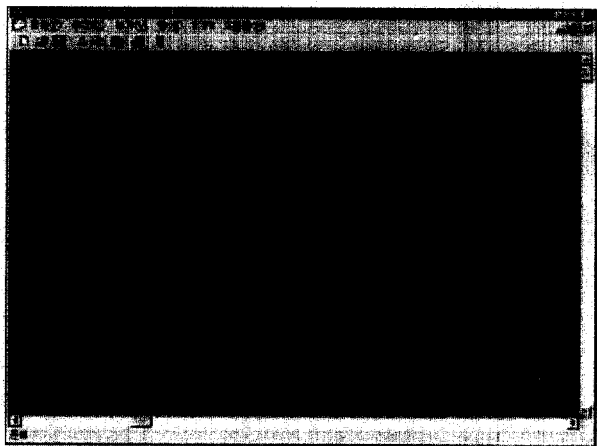
까지 20mm 단위로 제작하였으며, (2) 바코드 라벨의 크기는 최소 3~20자리 정보를 Code 128, Code 39, Interleaved 2 of 5 등에 적용하였다. (3) UPU 기술표준을 바탕으로 가장 좁은 바의 폭을 0.43mm 설정하여 바코드 샘플을 제작하였다. (5) 바코드 라벨을 부착 위치/개수/투입방향 등을 다양한 형태로 3회 투입하여 획득된 소포 이미지를 이용하여 시험하였으며, 각 기능별 처리 시간을 분석하였다. 바코드 디코딩 오류의 분석한 결과에 의하면 MIL 라이브러리에서는 하나의 경계값을 기준으로 하기 때문에 바와 공간간의 오차 한계값의 범위가 초과된 경우에 판독되지 않음을 확인하였다. 바코드 판독의 신뢰성 확보를 위한 다중 경계값 설정방법이 보완되어야 한다. (그림 16)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 발생되었다. 그리고 바코드 영역으로 정확하게 추출된 경우는 450통에 바코드의 개수는 총 530개중에서 100% 검출되고, 잘못 검출된 바코드 영역이 추가로 3개가 발생되었다. 즉, 총 533개의 ROI가 검출되었고, 정확한 ROI 개수는 530개이므로 잘못 검출된 오류 ROI의 비율은 0.563%가 된다.

$$\text{오류 ROI 비율}[\%] = 100 \left[1 - \left(\frac{530}{533} \right) \right] \approx 0.563\%$$

$$\text{ROI 검출 정확도}[\%] = 100 - 0.56 \approx 99.437\%$$

〈표 1〉 ROI 추출 및 바코드 디코딩 결과

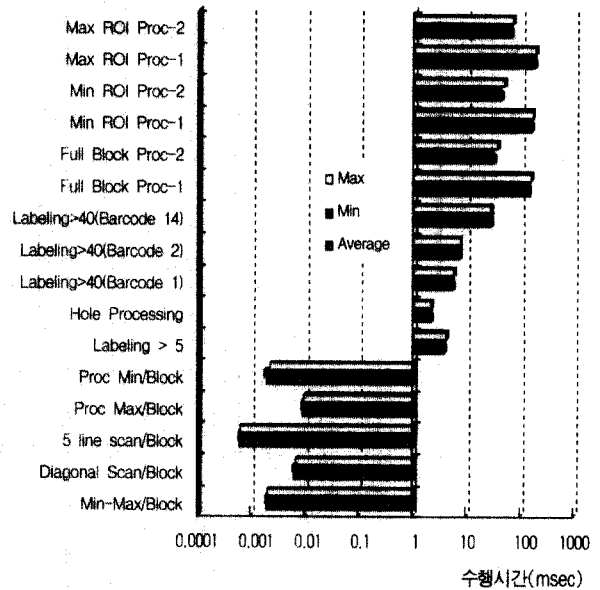
시험우편물/ 재투입 수	ROI 검출 상태		바코드 디코딩	
	정확도	잘못 검출된 ROI	성공	실패
150통/3회	≈ 99.44%	≈ 0.56%	94.9%	5.1%



(그림 15) 잘못 검출된 ROI의 예

바코드 디코딩 시간은 수십 msec이내에 가능하므로 10

0~250msec이내에 소포를 식별하여 자동구분 및 기록관리 대상 정보를 획득할 수 있도록 한 것이다. 잘못 판단된 ROI 추출 원인으로는 바코드와 유사한 패턴이 소포에 존재할 경우에 발생되었다. 이러한 문제점은 ROI 추출과정의 보완과 실제 바코드 판독검사 기준에 의하여 배제할 수 있는 조건들(바들의 높이, 바와 공간의 비율 검사, 기울어진 각도에 따른 특징치 검사 등)을 적용하거나, 라벨링 후, 바코드 영역의 가로와 세로의 비율값을 기준으로 제거하는 방법을 적용하면 된다.



(그림 16) ROI 추출의 시험 결과

5. 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 소포 상에 존재하는 선형바코드를 고속으로 판독할 수 있게 된다. 이 시스템을 탑재할 경우에는 2m/msec 조건으로 이송시키고, 소포의 사이즈가 최소면(100×60mm)이고, 이송간격이 10cm이내인 경우에 12,000통/시간 이상을 처리할 수 있게 된다. 즉, 기존 시스템의 경우 6,720통/시간의 성능보다 최대 5,280통/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 바코드가 판독되지 않았을 경우를 위한 주소 기재영역의 고속 추출, 소포의 부피정보를 동시에 생성하기 위한 방법 등이 고려되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] TTA.IS-16388, "Information Technology-Automatic Identification and Data Capture-Bar Code Symbology and Specification-Code 39," TTA, 1999.
- [2] TTA.IS-16390, "Information Technology-Automatic Identification and Data Capture-Bar Code Symbology and Specification-Interleaved 2 of 5," TTA, 1999.
- [3] 오호근, "혁신적 자동인식 기술의 핵심 바코드 기술 및 응용", 성안당, 1997.
- [4] 박문성, 송재관, 우동진, "우편물 자동처리를 위한 한글 4 State 바코드 시스템", 정보처리학회논문지, 제7권 제1호, pp. 146-155. 2000.
- [5] 박문성, 김혜규, 정희경, "우편용 4-state 바코드 고속판독 방법에 관한 연구", 정보처리학회논문지 D, 제8-D권 제3호, pp. 285-294. 2001.
- [6] 최호석, 정운수, 박문성, 이용준, 박영태, "웨이블릿 도메인에서 바코드 영역 추출 기법", 한국정보과학회 2001 추계학술발표회, Vol.2, pp.448-450, 2001.
- [7] 박문성, 최호석, 김진석, 김혜규, "블록 텍스처를 이용한 소포 영상에서 바코드 ROI 추출에 관한 연구", 정보처리학회 2002 춘계학술발표회, Vol.9, pp.1131-1134, 2002.
- [8] ISO/IEC/JTC1/SC31, "Bar Coding-Symbology Specification-Code 128," March, 1999.
- [9] UPU, "Technical Standards Manual," International Bureau of the Universal Postal Union, 1998.
- [10] 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.
- [11] J. R Parker "Algorithms for image processing and computer vision," pp.250-274, 1999.
- [12] Rafael C. Gonzales & Richard E. Woods, "Digital Image Processing," pp.40-43, 1992.
- [13] Maurizio Pilu, "Extraction of illusory linear clues in perspective skewed documents," CVPR2001, pp.1-6, Dec., 2001.
- [14] Y. P. Zhou, C. L. Tan "Hough-based model for recognizing bar charts in document images," Proceedings of SPIE Document Recognition and Retrieval VIII, Vol.4307, 2001.

박 문 성



e-mail : mspark@etri.re.kr

1993년 숭실대학교 대학원 전자 및 컴퓨터 공학과(석사)

2000년~현재 배재대학교 컴퓨터 공학과 박사과정

1983년~현재 한국전자통신연구원 선임 연구원

관심분야 : Automatic Identification, Data Capture & Carrier, Information Processing

김 진 석



e-mail : kimjs@etri.re.kr

1982년 울산대학교 전자계산학과 졸업(학사)

1988년 동국대학교 전자계산학과 졸업(석사)

1983년~현재 한국전자통신연구원 우정기술 연구센터, 물류기술연구팀장 책임 연구원

관심분야 : 분산처리, 실시간 시스템 scheduling

김 혜 규



e-mail : hkkim@etri.re.kr

1973년 서울대학교 공학대학 응용물리학과 (학사)

1985년 서강대학교 경영대학원 경영학과 (석사)

1994년 서강대학교 공공정책대학원 정보 처리(석사)

1979년~현재 한국전자통신연구원 우정기술연구센터장 책임 연구원

관심분야 : 정보산업정책, 멀티미디어, 인식기술

정 희 경



e-mail : hkjung@mail.paichai.ac.kr

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(학사)

1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(석사)

1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(박사)

1994년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 하이퍼미디어/멀티미디어 문서정보처리, SGML, XML, HyTime, DSSSL, IETM XML/EDI