

대용량 소포영상에서 관심영역 고속추출 방법에 관한 연구

박 문 성[†] · 박 상 은^{††} · 김 인 수[†] · 김 혜 규^{†††} · 정 회 경^{††††}

요 약

본 논문은 고속으로 이동되는 컨베이어 벨트 환경에서 획득된 대용량 소포 영상에서 다양한 관심영역(ROI ; Region of Interest)을 고속 추출할 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 방법의 첫 번째 단계에서는 영상을 32×32 픽셀 크기의 마스크로 나누고 그 중 내부 픽셀의 최대값과 최소값의 차이값이 최저 동적 임계값보다 큰 경우에 1차 후보로 검출한다. 두 번째 단계에서는 1차 후보 마스크를 다시 8×8크기의 서브마스크로 나누고 픽셀 값의 편차(deviation)을 기준으로 최저 임계값보다 큰 마스크만 남김으로서 불필요한 영역을 제거한다. 이러한 전처리 과정을 거쳐 1차원 바코드, 2차원 바코드, 소포의 외형 경계, 레이블 및 문자와 같은 소포의 정보가 기록되어 있는 영역(ROI)을 제외한 나머지 영역을 제거한다. 후처리 과정에서는 위의 ROI 중 2차원 바코드 영역만을 추출하기 위해서 각각의 ROI에 대하여 기준축을 생성한 결과를 이용하여 각각의 영역을 검증하였다. 이와 같은 방법으로 실험한 결과 대용량 소포영상에서 약 200msec 이내에 다양한 ROI를 추출하였으며 100%의 정확도로 2차원 바코드 영역을 지정할 수 있음을 확인하였다.

The High-Speed Extraction of Interest Region in the Parcel Image of Large Size

Moon-Sung Park[†] · Sang-Eun Bak^{††} · In-Soo Kim[†]
Hye-Kyu Kim^{†††} · Hoe-Kyung Jung^{††††}

ABSTRACT

In this paper, we propose a sequence of method which extracts ROIs (Region of Interests) rapidly from the parcel image of large size. In the proposed method, original image is split into the small masks, and the meaningful masks, the ROIs, are extracted by two criterions sequentially. The first criterion is difference of pixel value between inner points, and the second is deviation of it. After processing, some informational ROIs—the areas of bar code, characters, label and the outline of object—are acquired. Using diagonal axis of each ROI and the feature of various 2D bar code, the area of 2D bar code can be extracted from the ROIs. From an experiment using above methods, various ROIs are extracted less than 200msec from large-size parcel image, and 2D bar code region is selected by the accuracy of 100%.

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

1. 서 론

최근 전자상거래의 발전으로 인하여 오프라인 물류가 급격히 증가되고 있다. 소포의 경우를 예를 들면, 최근 4년 동안 2배 이상 급격하게 물량이 증가되고 있는 추세이다. 이와 같은 소포를 구분 및 배송하기 위한 작업의 효율화를 위한 기술개발이 요구되고 있다[1, 2]. 이러한 작업공정의 효율화를 위해 이동되는 소포에 바코드를 사전에 모두 부착할 경우에 소포영상을 획득한 후 바코드를 판독하여 구

분 및 등기우편 정보를 동시에 획득되도록 함은 물론 다양한 부가서비스를 제공하기 위해 보다 많은 정보가 수록될 수 있는 2차원 바코드 적용할 고려되어야 한다. 이와 관련하여 이송 중인 4,096×4,096픽셀(16Mbyte)의 크기를 갖는 대용량 소포영상을 획득하여 1차원 바코드 영역을 고속추출하기 위한 기반 기술에 관한 연구가 진행되었다[2-8]. 그러나 1차원 바코드는 자동구분 및 기록관리 우편물의 등기번호 수준의 정보 획득만 가능하다. 또한 소포 상에 존재하는 또 다른 ROI(region of interest) 추출이 요구되고 있다. 이에 따라 1차원 바코드를 포함하여 2차원 바코드 영역, 소포면적 산출 기준이 되는 외형 좌표 추출 등이 동시에 가능하도록 하고자 한다[5-11].

본 논문의 제2장에서는 대용량 영상에서 ROI의 고속 추

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 책임연구원
†† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 연구원
††† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터장 책임연구원
†††† 종신회원 : 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
논문접수 : 2003년 7월 4일, 심사완료 : 2004년 3월 19일





출을 환경과 요구사항을 정의하였으며 제3장에서는 정규 패턴으로 보여지는 바코드 영역들에 대한 마스크 검출을 위한 영상 전처리 방법을 제시하였다. 그리고 비정형 패턴으로 분류되는 소포의 외형좌표 추출, 바코드가 판독되지 않았을 경우에 보조적인 수단으로 사용될 수 있는 택배 레이블 영역 혹은 우편주소 기재 영역, 우표 부착영역 추출, 바코드 레이블 부착영역 생성 등에 필요한 마스크들이 검출되는지 확인하였다. 그리고 영상 전처리 결과를 바탕으로 바코드 ROI 고속추출을 위한 후보영역 생성 및 영역검출을 위한 기준축 생성과 소포 경계면의 위치 좌표값 생성방법을 제시하였으며 제4장에서는 이와 같은 결과를 실시간으로 시험한 결과를 바탕으로 성능분석을 수행하였고 제5장에서는 향후 연구방향에 대하여 다루었다.

2. ROI 고속추출 요구사항

대용량 소포영상에서 ROI의 고속추출 기법은 일반적으로 사용되는 동영상의 크기와 비교할 경우에 1,024×768의 크기의 영상을 기준으로 하였을 경우에 21배의 이상의 크기를 갖는 영상을 초당 2번 이상 획득하여 여러 종류의 관심영역 추출하기 위한 방법과 같은 성능이 요구된다. 이와 같이 대용량 영상에서 ROI 고속추출 방법은 소포/택배와 같은 면적, 부피산출, 구분, 부가서비스 제공을 위한 정보 등을 자동식별 응용분야에 적용될 수 있어야 한다. 추출하고자 하는 ROI의 개수가 정해져 있지 않으며, 획득되는 영상의 크기, 영상에 존재하는 소포/택배의 모양, 획득된 영상의 복잡도도 다양하다. 이와 같은 조건을 바탕으로 관심영역을 고속으로 추출하고 해석을 위한 영역 검출결과에 대한 신뢰성 확보가 필요하다. ROI를 추출하기 위한 조건 중에서 직선을 검출하는 기법으로는 HT(hough transform) 기법 [12-14]이 있다. 하지만 직선의 검출은 가능하나 1차원 및 2차원 바코드와 다른 캐릭터간의 구별이 힘든 단점이 있다. 또한 웨이블릿 특성을 사용한 기법에서는 웨이블릿 변환 후 3개의 영역에서 각각 처리하므로 많은 처리시간이 소요된다. 일정한 크기의 마스크 내부의 바코드의 텍스처 에너지를 에너지 맵으로 나타내고 각각의 텍스처 특징에 따른 분류를 통하여 후보 마스크들을 검출 후, 미니 맵에서 레이블링과 확장을 통한 최종 바코드 영역을 산출하는 방법도 있다. 이는 다양한 관심영역을 추출하기 위기 위한 특징을 분석하기 위한 연구로서 Law's의 텍스처 에너지 특징을 이용하는 방법이 존재한다. 그러나 4,096×4,096픽셀 크기의 영상에 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. M-S Park [8]의 선행연구 결과로써 마스크 기반 처리방법에 의해 1차원 바코드만을 추출하고자 할 경우에 160msec 이내에 추출

하는 방법이 제안되어 있다. 이 방법은 선형바코드의 특징인 동일한 두께가 일정한 높이값을 갖고 있는 특징을 활용하여 블록내의 에지수의 분포를 바탕으로 검사하는 방법을 통해 관심영역을 고속으로 추출할 수 있었다. 그러나 2차원 바코드는 1차원 바코드의 특징 중에서 직선 성분의 높이가 적고 스택(stack) 형태로 구성된 경우와 매트릭스(matrix) 형태로 구성되고 일정한 모양을 배열하는 방식이 사용된다. 2차원 바코드의 경우에는 심볼로지의 영역을 손쉽게 찾고 해석이 용이하도록 하기 위한 finder 패턴을 사용하며 이 심볼의 위치와 모양은 여러 종류가 존재한다. 이와 같은 조건들을 적용하여 기존 알고리즘에 적용하면, 선형바코드와 유사한 패턴이 존재하지 않으면 2차원 바코드 영역의 검출이 불가능하므로 이에 대한 해결방안이 필요하다. 이를 위한 추가적으로 요구되는 접근방법의 제시와 특징치 검사 방법, 추출된 영역의 검증절차에 대한 기준이 제시되어야 한다. 다양한 바코드를 소포 면에 부착한 후, 바코드 해석 가능한 영상의 상태를 고려하여 170~200dpi(dot per inch) 정도가 되도록 구성된 영상획득 시스템을 통해 획득된 실제 소포영상을 근간으로 여러 종류의 바코드 영역과 소포의 면적산출에 활용될 수 있는 좌표 값들의 고속추출을 수행하기 위한 방법에 대한 것이다.

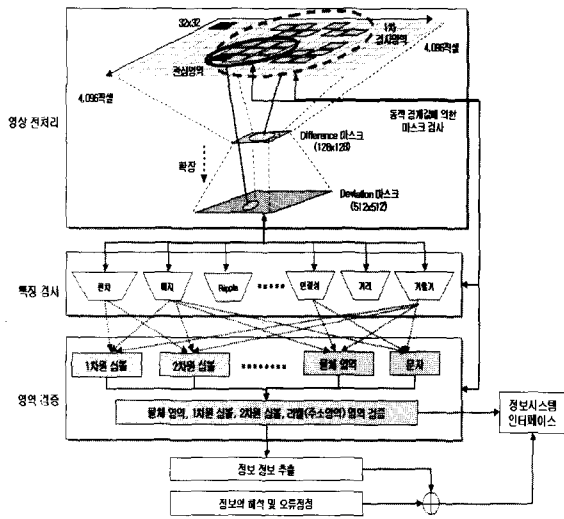
〈표 1〉 2차원 바코드 종류

	PDF-417	Data Mtrix	Maxi Code	QR Code
심볼 모양				
개발 업체	미국, 심볼로지사	미국, ID 매트릭스사	미국, UPS	일본, 덴소사
유형	스택	매트릭스	매트릭스	매트릭스
정보의 수록양	숫자 2,725 영문 숫자 1,850 2진 1,108 byte	숫자 3,116 영문숫자 2,335 2진 1,556 byte	숫자 138 영문숫자 93 (고정)	숫자 7,366 영문숫자 4,464 2진 3,096 byte

이러한 환경과 이와 유사한 대용량 영상에서 다양한 ROI의 고속추출을 위한 접근방법이 필요하다. ROI 추출 대상은 2차원 바코드 중에서 물류 표준으로 채택된 PDF-417, Data Matrix, Maxi Code, QR Code를 포함시켰다. 또한 소포의 이송속도, 영상획득 시간, 소포의 투입 간격 등이 시스템 성능을 좌우하는 값이므로 많은 물량을 처리하기 위한 성능향상을 위한 접근방법이 고려되어야 한다. 획득된 소포영상이 저장되는 메모리를 일정시간 간격으로 액세스하여 컨베이어벨트 영역을 제거하는 방법이 적용하고 소포면의 복잡도와 바코드가 존재하는 위치를 고려하여 불필요한 검사영역을 최소화하고 바코드 및 소포 외형 좌표를 추출하고자 하였다. 이에 따라, 본 논문에서는 최소한의 이미지 영역을 검사하여 다양한 바코드 및 소포 면적산출을 위한 좌표정보를 고속추출하기 위한 방법을 제안한다.

3. ROI 고속 추출을 위한 접근방법 제안

본 장에서는 기존의 영상처리 기법 중에서 마스크 단위로 검사하는 방법을 대상으로 하였다. 비정형 패턴으로 분류되는 소포의 외형 좌표 추출, 바코드가 판독되지 않았을 경우에 보조적인 수단으로 사용될 수 있는 택배 레이블 영역 혹은 우편주소 기재 영역, 우표 부착영역 추출, 바코드 레이블 부착영역 생성 등에 필요한 마스크들의 검출과 정규 패턴인 바코드 영역들에 대한 마스크 검출을 위한 영상 전처리 방법과 특징검사에 의한 영역 검증을 위한 기준 등을 제시하였다.



(그림 1) ROI 추출을 위한 개념도

이러한 접근방법은 대용량 영상을 일정한 크기의 마스크 단위로 나누어 단순 검사방법에 의해 불필요한 영역을 초기에 제거하기 위한 규칙을 기반으로 접근하였다. 초기에 검출되는 마스크들을 기준으로 1/4 등분하여 상세 검사 방법을 적용하여 관심대상 마스크들의 영역을 보다 구체화하기 위한 단계를 포함시켜 잘못 검출된 영역, 인접 마스크 블록 내에 검출대상이 존재할 경우에 보정하는 방법을 적용하는 단계로 구성하였다. 이 과정에서 마스크들의 검사방법으로는 획득영상을 2진화 과정없이 그레이 레벨값들의 분포를 검사하는 방법을 적용하였다. 본 논문에서 제안된 방법을 검증하기 위해 일정한 규칙이 존재하는 패턴을 검출하는 방법에 대한 절차를 설계하여 적용하고, 각 단계에서 검출된 바코드 영역을 제외한 마스크 영역에 대한 특징을 검토하여 비정규 패턴의 검출 가능성을 확인하고자 한다. 즉, 마스크 내에 존재하는 모든 정보의 특징을 검사하지 않고 마스크의 최대값과 최소값을 하나씩 추출하여 변화량이 큰 정도에 대한 검사방법으로 불필요한 영역을 제거하는 방법을 적용하고자 한다. 2번째 단계에서는 검출된

마스크들의 분포와 마스크 내에 존재하는 영상정보의 밀도를 고려하여 검사하는 방법을 적용하고자 한다.

3.1 ROI 고속추출을 위한 영상 전처리

본 절에서는 대용량 영상 전처리 시간의 최소화 및 영상 후처리 과정에서 필요한 마스크들 추출을 위해 불필요한 마스크들을 제거하는 방법을 다루었다. 즉, 소포영상 획득되는 과정에서 4,096(픽셀/라인)을 64에서 128 라인 단위로 영상이 획득되면 32×32(픽셀) 마스크로 나누어 검사하는 방법을 적용하고자 한다. 이송되는 소포의 영상을 64×4,096픽셀 크기의 영상 단위로 저장되면 영상 메모리를 액세스하여 획득된 영상들의 마스크 검사를 수행할 수 있도록 하였다. 또한 영상 전처리 과정에서 관심영역의 정확도를 높이기 위해 512×512개의 마스크로 세분화하여 적용될 필요가 있는 경우도 고려하여 기존의 마스크 검사 방법을 제안하고자 한다.

3.1.1 PIM(Picture Information Measure) 방법

모든 마스크를 검사하기 위한 최적의 임계값을 설정하여야 한다. 전통적인 계량의 척도는 “샤논 엔트로피”이다. 그러나 “샤논 엔트로피”는 공간적 구조를 반영할 수 없어서, S-K Chang이 제안한 “PIM”을 사용하였다[3]. S-K Chang의 엔트로피 이론은 그레이 레벨 변화의 최소 개념에 기반을 두고 있다. 영상에서 엔트로피는 픽셀 값의 변화 및 분포에 의한 픽셀간의 엔트로피와 영상 내 객체들에 의한 엔트로피의 두 방향으로 생각할 수 있다. 본 절에서는 영상 데이터의 특징을 얻기 위해서 픽셀간의 엔트로피를 구하고, 마스크 영상에서의 엔트로피를 정량화하기 위해 S-K Chang이 제안한 PIM을 도입했다. PIM 값은 해당 마스크의 전체 픽셀 수와 히스토그램 중 가장 큰 도수의 히스토그램 값의 차이로부터 계산된다. PIM의 식은 다음과 같다[3].

$$PIM(f) = \sum_{i=0}^{L-1} h(i) - \max_i h(i), \quad i = \{0, \dots, L-1\} \quad (1)$$

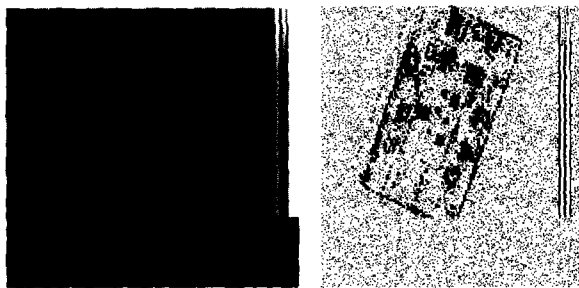
$h(i)$: 마스크 내에서 i 값에 해당하는 픽셀의 개수

만약 엔트로피가 비교적 넓은 분포의 히스토그램을 갖는다면 큰 분산 값을 갖게 된다. 또한 비교적 단순한 마스크들 위주로 구성된 영상이라면 PIM값들의 평균은 작은 값을 갖는다. 이 같은 엔트로피를 이용하여 영상의 특성에 따라 정해지는 PIM 값들을 사용하면 인간의 시각 시스템(human visual system)에 근접한 영상의 특징을 모델링 할 수 있다. 또한 이를 이용하여 영상을 분류할 수도 있으며 양자화 레벨을 줄여서 PIM을 계산하는 방법을 이용하였다.

양자화 레벨이 줄어들면 원 영상에서의 이웃 픽셀들간 그레이 레벨의 차이가 완만하게 되면, 즉 그래디언트(gradient)가 작은 블록들이 많아 그레이 레벨을 줄어들 경우 이웃 픽

셀들끼리 같은 픽셀 값을 갖게 되어 PIM 값이 작은 블록들이 증가한다. 따라서 PIM 값들의 평균도 작아지게 된다.

그러나 이웃 픽셀간의 그레이 레벨 값의 차이가 큰 영상은 양자화 레벨 감소에 대해 영향을 적게 받는다. 또한 PIM을 구한 마스크에서 평균을 구한 후, 분산을 구하면 전체의 영역에 대한 정보가 나온다. 각 마스크 별로 PIM을 구한 후, 마스크의 엔트로피가 높으면 남기고, 낮으면 제거하는 방법을 사용하였다. 이 방법을 적용할 경우 소포와 컨베이어 벨트 면과의 경계영역 추출이 가능하게 됨을 알 수 있다. 그러나 엔트로피 값이 높고, 낮음에 대한 기준 설정에 따라 검출하고자 하는 영역에 대한 편차가 심하여 영상 획득 환경(조명, 소포의 밝기, 추출 정보의 명암 등)에 적합한 값을 구하여 적용하여야 한다.



(그림 2) 원 영상과 PIM 마스크 적용 영상

3.1.2 Difference 마스크 추출

앞 절에서 제시된 방법의 경우에 불필요한 영역을 제거하기 위해 많은 계산시간이 소요된다. 이와 같은 영상 전처리 방법을 보다 효과적으로 수행하기 위한 방법이 요구된다. 영상 전처리 과정은 4,096(픽셀/라인)을 64에서 128 라인 단위로 영상이 획득되면 32×32픽셀 마스크로 나누어 검사하는 방법을 적용하고자 한다. 즉, 128×128개의 각 마스크의 최소, 최대 값의 차이값을 획득하여 편차가 적은 값을 갖는 마스크들을 제거하여 다음 단계에서의 검사대상 영역을 최소화시키는 방법을 적용하는 방법을 제안하고자 한다. 정보가 존재하는 영역으로 검출된 마스크들에 인접한 마스크를 128×128개, 512×512개의 마스크로 나누어 특징 검사 방법을 수행하여 ROI 추출을 위한 정확도를 높이기 위한 방법을 도입하고자 한다. 또한, 128×128개의 마스크와 512×512개의 마스크간의 좌표 정보의 중심좌표 연결점(seed point)에 대한 처리방법을 적용하였는데 이는 512×512개의 마스크를 검사하는 과정에서 정보가 ROI에 포함되거나 실질적으로 제거대상 마스크로 검출될 경우에 정확한 ROI 생성을 위한 기준으로 사용하기 위함이다. 이에 따라 128×128개의 각 마스크의 최소, 최대 값의 차이값을 획득하여 편차가 적은 값을 갖는 마스크들을 제거하기 위해 마스크를 32픽셀 단위로 32라인을 검사하여 최대 및 최소값 하나씩만 산출한다. 불필요한 마스크인지 검사하기 위한 차이값 계산을 위해 식 (2)와 같이 정의하였다. 다시 표현하면 i

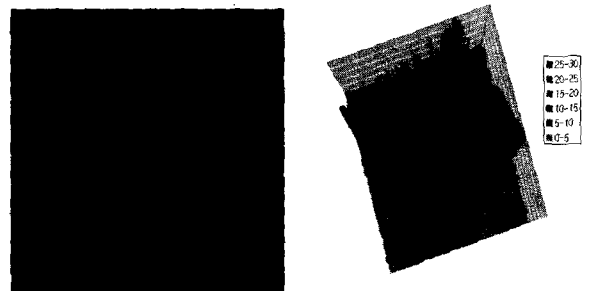
블록의 차이값인 $diff_i$ 는 식 (2)에 의해 구해진다.

$$diff_i = \max_i - \min_i$$

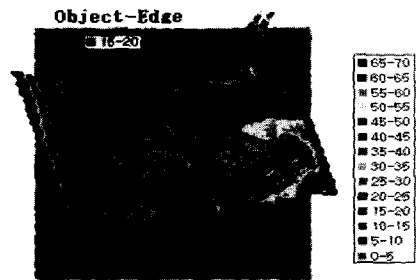
\max_i : i 번째 블록의 최대값
 \min_i : i 번째 블록의 최소값

$$\min_i \leq \min_{Threshold} \quad (2)$$

$\min_{Threshold}$ 를 마스크내 픽셀 값들 중에서 최대값+최소값의 1/2로 정하면, 해당 마스크의 중간 임계값이 된다. 이때 \min_i 값은 $\min_{Threshold}$ 값보다 항상 적은 조건이 만족되어야 한다. 그러나 이러한 방법을 적용할 경우에는 검출되어야 할 마스크도 제거되는 현상이 발생된다. 즉, 이 중간 임계값보다 적은 값을 기준으로 불필요한 마스크를 제거하기 위한 기준이 필요하다.



원영상의 레벨값 분포 ($diff_i = \max_i - \min_i$)



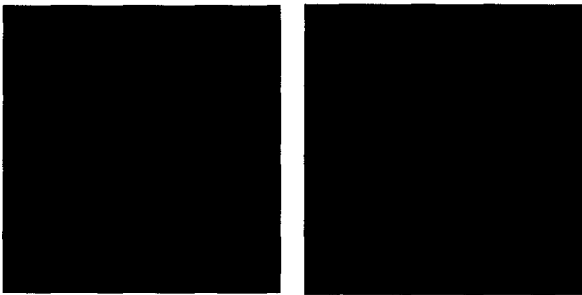
최저값 동적 임계값 적용
(그림 3) 임계값 설정 기준

또 다른 방법으로는 마스크의 동적 임계값을 설정하기 위하여 적용하는 방법이 있으며, 이 방법은 최저 동적 임계값 산출을 위해 많은 계산시간이 필요하다. 이와 같은 조건을 만족시키기 위해 $diff_{Threshold}$ 값을 최저 동적 임계값(LowDynamic Threshold)보다 적은 값으로 검출되는 경우에 검출대상 정보가 존재하지 않게 된다. 이에 따라, 최저 동적 임계값을 정하기 위한 기준을 식 (2)와 같이 설정할 필요가 있다. 식 (3)에서 LowDynamic Threshold의 설정 조건은 신호처리 방법 중에서 "0" 값을 기준으로 최고값의 36.33%이하인 경우에는 "0"로 설정하고, 최고값의 63.666%이상일 경우에는 "1"로 치환하는 방법이 적용되는 점을 고려하여 최저 동적 임계값을 설정

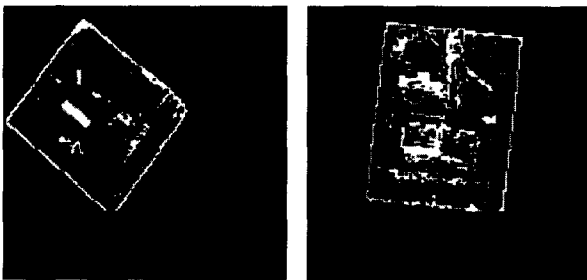
하고자 하였다. 영상의 경우에는 표현된 정보가 어떤 값을 갖는지에 대한 부분이고, 픽셀의 값이 1부터 255까지 존재한다.

$$\begin{aligned} diff_{Threshold} &= LowDynamic_{Threshold} = 0.3633(\max_i + \min_i) \\ diff_i &\geq diff_{Threshold} = LowDynamic_{Threshold} \end{aligned} \quad (3)$$

이에 따른 마스크의 최저 동적 임계값도 최대값을 기준으로 최저값의 편차를 기준으로 "0" 값으로 설정하여 정보가 존재하지 않는 영역으로 분류되도록 하기 위해 최대값과 최저값의 합에 36.33%이하인 경우로 설정하여 최저 동적 임계값을 설정하여 불필요한 영역으로 분류되도록 하는 방법을 적용하고자 하였다.



(a) 원 영상



(b) $diff_i$ 마스크 영상

(그림 4) 원영상과 $diff_i$ 마스크 영상

(그림 4)는 원영상의 레벨의 최대값-최소값 분포를 보인 것과 최저 동적 임계값을 기준으로 발생된 상태를 기준으로 생성한 뒤, 상관관계를 고려하여 불필요한 마스크들이 제거 되도록 한 것이다. 최저 동적 임계값보다 큰 마스크들만 추출하는 방법을 사용하면 불필요한 영역이 확실하게 제거된다. 즉, 각 마스크의 최소값과 최대값의 차이값이 적을 경우에 제거하는 방법을 사용한 것이다. 그리고 마스크별 최저 임계값으로 제거한 것이므로 또 다른 환경에 적용성이 있도록 함으로써 조명의 밝기 변화에 따른 영향이 최소화될 수 있다. 마스크의 결과 값이 "0"이 아닌 경우에는 $diff$ ROI 마스크를 흰색(255)으로 표시하였다. 이와 같은 결과는

S-K Chang이 제안한 PIM을 도입하여 시험한 결과와 동일한 결과가 획득됨을 알 수 있었다.

3.1.3 Difference 마스크 검사 시간 최소화

앞 절의 결과에 의해 최저 동적 임계값을 설정된 후 발생하는 중간 구간 값을 활용하여 검사시간을 최소화시키기 위한 목적으로 활용하고자 한다. 최대값의 36.34%에서 63.664% 사이의 값은 무시하여 2진 부호화 방법이 적용되었다. 이 중간 구간 값은 "0" -> "1" 혹은 "1" -> "0" 변화되는 구간이다. 즉, 영상에서는 검은색에서 흰색으로 혹은 흰색에서 검은색으로 변화되는 구간과 동일하다. 이는 수평 혹은 수직라인 단위로 검사할 경우에 검사하지 않아도 되는 구간으로 판단될 수 있다. 이에 따라 각 마스크내의 모든 영역을 검사하지 않고 2, 3픽셀 단위로 라인을 검사하는 방법을 적용하고자 한다. 이는 문자, 바코드 등의 영상에 대한 특징 중에서 검은색에서 흰색으로 천이되는 구간까지 고려하여 검사할 필요가 없기 때문이다. 즉, $diff_i(\max_i, \min_i)$ 는 마스크를 검사 라인 수의 단위인 y 값과 검사대상 라인의 픽셀 수인 32픽셀 값들을 검사하여 최대 및 최소값 하나씩만 산출한 결과를 말한다. 이러한 방법을 적용하게 되면, 불필요한 마스크 제거를 위한 검사시간이 1/2 혹은 1/3로 줄어들게 될 것이다(식 (4)).

$$diff_i(\max_i, \min_i) = \sum_x^{32} \sum_{y+2}^{32-2} f_i(x, y) \quad (4)$$

$f_i(x, y)$ 는 검사 중인 마스크내의 픽셀 좌표에 해당하는 픽셀 값을 말한다. 식 (4)는 식 (3)과 동일한 결과가 산출됨을 알 수 있었다. y 값을 3픽셀 라인 단위로 검사하는 방법을 적용하여도 마찬가지로 결과가 산출되나, 영상크기 변화에 따른 영향을 최소화하기 위해 식 (4)를 적용하고자 한다. 이러한 방법을 통해 불필요한 마스크들을 제거하기 위한 시간을 최소화시키고자 한 것이다. 즉, $diff_i$ 가 $diff_{Threshold}$ 값보다 ROI로 설정한다. 실제 ROI(바코드, 스포의 경계추출, 문자, 레이블 영역, 주요 심볼 등)은 이 부분에 속하게 됨으로 이와 같은 결과에 의해 흰색영역만 검사하면 된다. (그림 4)에 보인 바와 같이 모든 영상의 2진화 과정없이 불필요한 영역을 제거하는 위한 방법을 적용한 것이다. 이와 같은 과정에 의해 검출된 마스크들은 비정형 패턴들이 대부분 검출되었으나, 마스크내에 흰색 혹은 검은색 패턴만 존재하는 경우에는 검출되지 않고 마스크내에 하나 이상의 에지(edge)가 존재하는 마스크만 검출됨을 알 수 있었다. 그리고 최저 동적 임계값보다 적은 값으로 경우에 마스크가 검출되지 않게 된다. 영상 전처리 후 검출된 마스크들은 문자, 레이블, 바탕면에 표기된 부가적인 정보가 존재하는 마스크들이 검출되므로 마스크의 특징 검사 및 레이블링 과정을 통해 필요한 후보영역 추출이 가능함을 확인할 수

있었다.

3.2 ROI 고속추출을 위한 영상 후처리

본 절에서는 영상 전처리 결과를 바탕으로 ROI 영역을 보다 구체화하기 위한 방법으로 바코드 ROI 추출 과정과 소포의 외형좌표 추출 방법에 대하여 제시한 것이다.

3.2.1 PIM 기법에 의한 바코드 ROI 추출

PIM 기법에 의해 영상 전처리한 결과를 토대로 ROI 후보영역의 특징검사는 다음과 같은 절차를 적용하였다. 2차원 바코드 영역을 찾기 위해 다음과 같은 과정으로 관심영역 추출 알고리즘을 설계하였다.

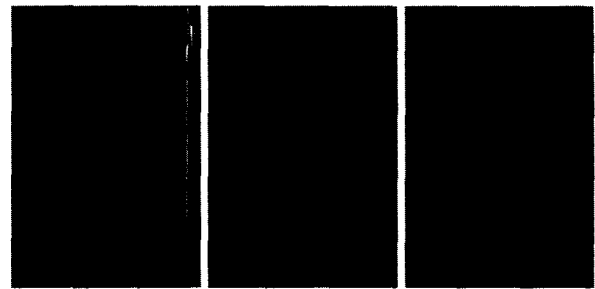
- ① ROI 후보영역의 주변을 확장(quad tree와 같이 주변 마스크의 크기를 반으로 줄이는 방식 적용)
- ② 결정된 ROI에 대해 최저 동적 임계값(dynamic thresholding)을 이용하여 이진화 함(최저 동적 임계값 산출은 마스크 단위로 수행됨)
- ③ 이진화된 영역에서 마스크 영역 추출 및 이를 통한 방향성 검증(픽셀간 거리 측정 또는 레이블링 등을 이용함)
- ④ 방향성을 고려한 투영(projection)을 시행하여 바코드 영역 여부 검증(바코드의 종류에 따른 검증 방법 선택)

영상 전처리 과정을 통해 바코드 영역을 포함하여 검출 대상 들이라 생각할 수 있는 ROI만 남겨 한다. 실제 실험 결과 평균 70~80%의 블록이 제거되었다. 물론 이 영역은 필요 없다고 생각하는 배경 영역이다. 이 과정에서 필요한 블록이 제거될 수도 있으므로, ROI를 8-연결성(8-neighbor)으로 확장하여 이를 미연에 방지한다. 이 과정이 완료되면 나머지 ROI 영역의 분산(variance)을 블록 별로 구하고, 미리 정해놓은 값보다 작으면 그 블록 역시 ROI에서 제외시킨다. 바코드가 있는 부분은 검은색과 흰색의 교차 패턴으로 이루어져 있기 때문에 바코드가 있는 블록은 큰 분산 값을 가지게 된다(식 (5)). 이와 같은 방법으로 구해진 ROI는 블록의 크기를 1/4로 줄여가며 분산을 구해 위의 과정을 반복하여 ROI를 계속 줄여나간다. 위의 과정을 모두 수행했다면, 구해진 ROI를 중심으로 ROI의 수를 십자(+)모양으로 스캔하여 x축과 y축 상의 ROI가 최대 몇 개까지 연속인지 구하고, 임계값 이하인 블록은 ROI에서 제외시킨다. 마지막으로 레이블링을 수행시켜 바코드가 아니라고 생각되는 레이블링 크기가 너무 작은 부분과 큰 부분은 ROI에서 제외시킨다. 바코드의 영역은 항상 흰색의 quiet 영역으로 둘러싸여 있기 때문에, 바코드를 둘러싸고 있는 영역은 ROI에서 제외된다.

$$\text{MaskMean} = \frac{1}{M \times N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} P(x, y)$$

$$\text{Variance} = \frac{1}{M \times N} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} [P(x, y) - \text{MaskMean}]^2 \quad (5)$$

M : 마스크의 좌, 우 길이
 N : 마스크의 높이
 P : 픽셀의 실제 값
 MaskMean : 마스크의 평균 값
 Variance : 마스크의 분산 값



(그림 5) PIM 기반 ROI 마스크 추출 단계별 결과

따라서 이 과정을 수행한 후 바코드의 종류만 안다면, 최대 크기와 최소 크기를 알 수 있으므로, 이러한 특성을 이용하여 ROI 후보영역의 수를 줄여나갈 수 있다. 이러한 과정이 모두 끝나면, 바코드 영역을 제외한 대부분의 영역이 사라지게 된다. 그러나 몇 개의 바코드와 비슷한 잘못된 영역이 나오게 되는데, 이는 바코드 해석과정 중 바코드 심볼 확인과정을 통해 제거할 수 있게 된다. 이와 같은 단계에 의해 수행된 결과를 보인 마스크 검출 상태는 (그림 5)와 같다. PIM 기법에 의한 전처리 과정을 포함하여 영상 특징 검사 기능을 모두 수행하면 찾고자 하는 바코드 영역만 남게 된다. 소포영상의 크기가 최대일 경우에 710msec(소포 크기 및 소포영상의 복잡도에 따른 평균값을 적용하였을 경우에는 410msec) 정도 소요됨을 확인할 수 있었다.

3.2.2 Diff 기법에 의한 바코드 ROI 추출

앞 절의 결과에서 보인 바와 같이 바코드 영역을 추출하고 해석하기 이전 단계에서 많은 계산시간이 소요됨을 알 수 있다. 본 논문에서 제안한 diff 영상 전처리 방법과 PIM 기법을 기반으로 후처리 수행과정에서 발생된 계산시간의 축소를 위한 방법을 적용하고자 하였다. 가장 많은 계산시간이 소요되는 부분에 대한 성능 개선을 위해 분산, 평균값 산출, 4차 분산 트리 계산, 2진화 후 ROI 마스크 추출 과정을 원영상의 검사 시간을 최소화하면서 ROI가 추출되도록 하고자 하였다. 이를 위해 검출된 32×32 픽셀 크기의 마스크를 다시 8×8 픽셀 단위의 마스크로 나눈 뒤, j번째 마스크의 표준편차(deviation) dev_j를 수식(6)과 같이 구한다. f_j(x, y)는 8×8 픽셀에 속한 j번째 입력 영상의 픽셀

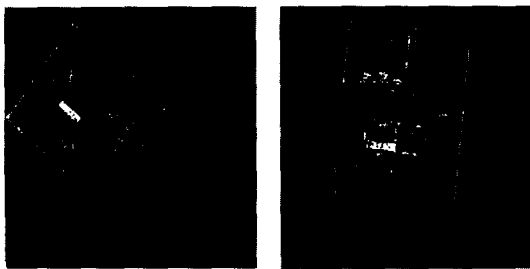
값이다. 반복적으로 줄여나가면서 계산하지 않고 일정한 최소 마스크의 크기를 고정시킨 것이다.

$$mean_j = \frac{1}{64} \sum_x \sum_y f_j(x, y)$$

$$dev_j = \frac{1}{64} \sum_x \sum_y |f_j(x, y) - mean_j| \quad (6)$$

그리고 $diff_{Threshold}$ 값은 해당 마스크에 대한 최저 동적 임계값을 적용하기 위해 $dev_j \geq LowDynamic_{Threshold}$ 이면, j 번째 마스크의 편차 ROI 마스크로 설정한다. 편차 ROI 마스크는 바코드 후보영역이 보다 세밀하게 표시되지만 소포의 경계면 및 문자 영역 부분도 남게 된다. 이러한 불필요한 영역 제거와 레이블링 계산시간 축소를 위해 편차 마스크들을 4×4 마스크로 나누어 마스크를 검사하였다. 8×8 픽셀 마스크 영상이 바코드의 끝 부분이 존재할 경우에 대하여 약간의 오차가 발생할 수 있지만, 판독하는데 어려움을 주는 수준은 아니므로, 한 픽셀 단위까지 생각할 필요는 없다.

이러한 이유로 마스크 단위의 처리를 위해 십자(+)모양으로 선을 긋고 가로와 세로의 길이 5의 십자 모양 선 안에 좌, 우 길이 및 높이 별로 각각 4개 마스크 이상 연속으로 붙어있지 않다면, 그 마스크는 ROI에서 제외하는 방법을 적용할 수 있다. 그러나 512×512 개의 마스크를 검사하는 방법보다 128×128 개의 마스크를 검사하는 방법이 보다 많은 계산시간이 축소될 수 있다. 즉, 잘못된 영역을 제거하기 위한 방법으로 불필요한 마스크들에 대한 제거는 라벨링 등의 뒷단에서 수행되어야 할 연산의 시간을 줄여주기 위하여 우선적으로 ROI 아닌 영역을 제거하고자 하였다.



(그림 6) 편차 ROI 마스크

이런 잘못된 영역을 제거하기 위하여 편차 ROI 마스크를 각 4×4 블록씩 묶어서 2진 ROI 마스크를 만들고 계산을 한다. 이 방법을 통해 512×512 개의 마스크를 128×128 개의 마스크로 치환할 수 있다. 마스크 영역이 줄어들었으므로 2진 ROI 마스크를 사용한다면 계산시간 역시 단축된다. 마스크 내에 존재하는 ROI 중 최대 가로길기와 최대 세로길이를 계산한다.

이 값이 1보다 크다면 내부에 일정한 면적을 가진 영역이 존재하는 것임으로 128×128 개의 2진 ROI 마스크에 ROI으로 기록한다. 이 과정을 수행하면 대부분의 경계선이

나 문자열은 지워진다(그림 7). 2진 ROI 마스크에서 많은 잡음 영역이 제거되었으나, 여전히 잡음이 약간 섞여 있다. 2차원 바코드 영역은 2진 ROI 마스크가 떨어져 있는 거리가 클 경우나, 선과 같은 특징으로 ROI가 검출될 경우에는 제거대상이 된다. 이를 제거하기 위하여, 다음과 같은 2진 ROI 마스크 잡음 제거를 하게 된다.



(그림 7) 2진 ROI 마스크 추출 및 레이블링

- ① 한 마스크만 고립되어 있으면 ROI에서 제외시키기 위해 2진 ROI 마스크들에 대해 ROI 4-연결성을 검사하고, 연결성이 하나도 없다면, 2진 ROI 마스크에서 제거하였다.
- ② 선으로 나타난 부분을 제거하기 위하여 2진 ROI 마스크 8-연결성 검사를 수행하고 만약 연결성이 0이라면, 한 마스크만 있는 부분이므로 제거한다. 1이라면 연결이 선형으로 되는 것이므로, 해당 마스크는 물론, 주위의 마스크까지 8-연결성 검사한 후 제거하였다.
- ③ 만약, 연결성이 2라면, 이것은 하나의 ROI 덩어리에서 조금 튀어나온 선 성분으로 판단되어 제거하였다.

이와 같은 조건을 수행한 결과는 (그림 8)과 같다.



(그림 8) 2진 ROI 마스크 잡음제거 후

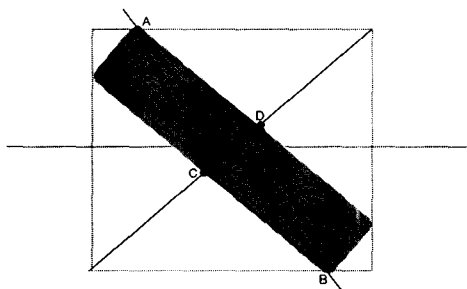
이와 같은 결과를 이용하여 레이블링 된 각 영역에 대해 각각 중심점과 외곽 박스(box)를 구한다. 구해진 중심점에 대해 해당되는 편차 마스크의 위치에서 이후 단계에서 수행될 영역 채우기(region filling)를 위한 중심 좌표 연결점(seed point)를 구한다. 이때 편차 마스크의 영역 내에 혹시 있을지 모르는 빈 공간에 대한 대책으로 중심에 해당되는 위치의 3×3 픽셀 크기에서 편차 마스크에 표시된 영역을 중심 좌표 연결점으로 설정한다. 중심 좌표 연결점과 외곽

박스들의 좌표를 이용하여 4-연결성 마스크들에 대한 영역 채우기를 수행하기 위해 필요하다.



(그림 9) 추출된 중심점과 외곽 박스

이때 동일 영역에 채워지는 값은 2진 마스크의 레이블을 사용하며 영역 채우기 된 결과로서 영역 채우기 ROI 마스크가 만들어지게 된다. 이전 단계에서 추출된 중심점을 중심으로 하고 추출된 외곽 박스의 대각선을 길이로 하는 선을 중심점을 기준으로 회전시키면서 기준 축을 구한다. (그림 9)는 영역 채우기 마스크의 각 레이블 영역에 대하여 다시 중심좌표 연결점과 외곽 박스를 구한 것을 확대해서 나타내었다. 중심축 생성 알고리즘은 바코드 종류별 검증을 수행하기 위한 기본적인 알고리즘이다. 중심축이 나오면 바코드의 방향을 알 수 있고, 이 방향으로부터 회전여부 확인 및 심볼의 인식 패턴 검증이 가능해 지기 때문이다. 중심축을 생성하는 방법은 기본적으로 하나로 묶여있는 영역에서 가장 긴 축과 가장 짧은 축을 찾는 것에서부터 시작한다. 우선 기존의 중심점을 중심으로 외곽 박스의 대각선을 길이로 하는 선분을 180도 회전시킨다.

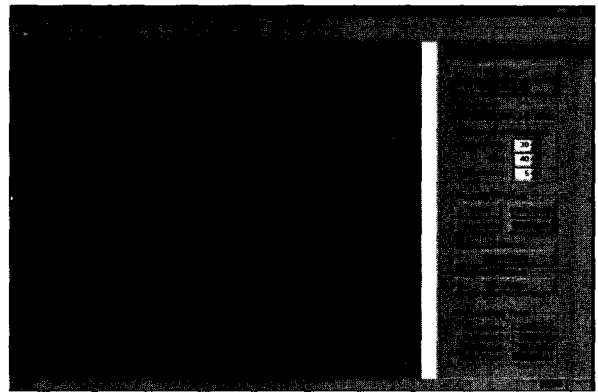


(그림 10) Min, Max 기준축 생성

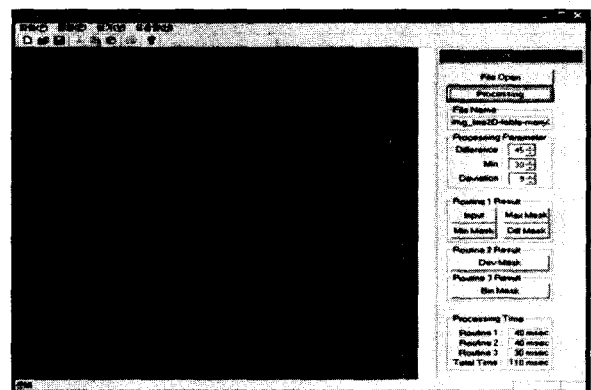
이 회전 결과 (그림 10)에서 보인 바와 같이 최장축과 최단축을 구할 수 있다. 최장축이 영역의 경계면과 만나는 점을 A, B라하고, 최단축이 영역의 경계면과 만나는 점을 C, D라 하면 우리는 바코드의 외각선에 닿아있는 기준축인 AD와 CB 그리고 AC와 DB를 구할 수 있다. 이 선분 AD와 CB에서 평균 각도를 구하여 영역이 포함될 만한 충분한 길이의 선분을 긋고, 또는 AC와 DB의 평균 각도를 갖는 선분도 구한다. 이 두 선분을 CD상에서 평행 이동시키며 가장 많은 마스크 영역에 포함된 선분을 중심축으로 선

정한다. 일단 한쪽 중심축이 선정되면 이 축을 중심으로 90도 회전시킨 선분 역시 중심축으로 선정한다. 따라서 두개의 중심축이 생성된다.

(그림 11)은 이와 같은 과정을 통해 실제 영상에서 기준축을 찾은 모양과 중심축을 찾은 모양을 나타내고 있다. 이 실험결과에서 보인 바와 같이 고정된 최소값을 적용하면 바코드 영역이 아님에도 불구하고 바코드 영역으로 검출되는 경우가 발생된다. 이 경우에는 2차원 바코드에서 생성시킨 중심축은 PDF-417 심볼의 경우 반드시 사용되고, Data Matrix 심볼의 경우 기준축만 반영되며, Maxi Code에서는 사용되지 않는다. 이와 같은 결과를 바탕으로 검출된 2차원 바코드들의 영역 검증방법의 보완 및 판독방법에 관한 연구가 요구된다. (그림 12와 같이)블록들의 최저 동적 임계값을 반영하여 시험한 결과에 의하면 정확하게 바코드 영역이 정확하게 검출됨을 알 수 있었다.



(그림 11) 기준축 및 중심축 생성

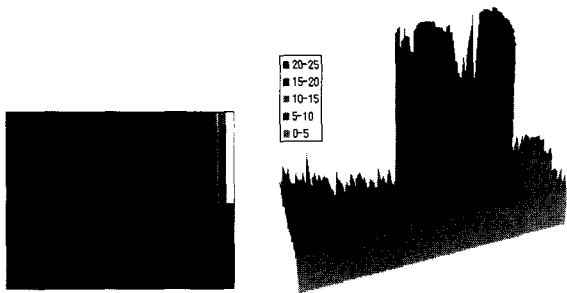


(그림 12) diff > 최저 동적 임계값으로 검사할 경우

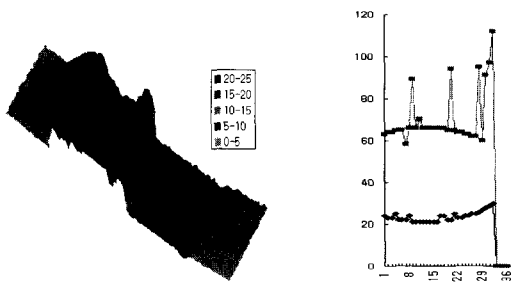
3.3 소포의 외형 좌표의 추출

컨베이어 벨트를 통해 이송되는 소포의 높이를 높이센서에 의해 검출하고, 소포의 투입 시작 점과 종료 점을 검출하기 위한 정보를 통해 획득될 소포 영상의 크기를 결정하는데 사용하기 위한 방법으로 사용될 수 있다. 그러나 소포의 부피를 산출하려면 면적을 산출하기 정확한 소포의 외

형의 경계선에 대한 좌표 추출이 필요하다. 본 절에서는 4,096×4,096픽셀 크기의 소포 영상을 획득하여 컨베이어 벨트면과 소포의 외곽 경계 좌표를 추출하여 소포 면적정보를 산출하기 위한 방법에 제시한 것이다. 이에 따라 소포 바탕색의 특징과 컨베이어 벨트 사이의 경계 값 차이가 크지 않을 경우에는 마스크가 검출되지 않을 경우가 발생된다. 이러한 문제점이 존재하여도 부분적으로 소포 외곽 영역이 해당하는 마스크들이 검출된다. 이는 마스크 내에 존재하는 최소, 최대의 차이값이 적어도 최저 동적 임계값이 비율적으로 낮아 검출되는 경우도 발생된다. 소포 영상에 정보가 존재하는 것으로 판단될 수 있는 마스크 중에서 가장 외곽에 있는 마스크의 좌표를 연결하여 소포의 경계를 추출하는 방법으로 사용하고자 한다. 만일 획득되는 전체 영상에 대하여 이 방법을 적용할 경우에는 컨베이어 벨트면의 잡음성분 분포의 형태에 따라 정보가 존재하는 영역으로 잘못 검출될 수도 있다. 이는 검사대상의 마스크 개수가 급격히 증가되어 ROI 후보영역 검사시간을 증가시키는 요인으로 작용한다.



(1) 원영상/레벨 값



(2) 최저 동적 임계값

(3) 척도

(그림 13) 획득된 영상 내에서의 각 마스크의 특징

이 결과 값은 컨베이어 벨트 영역의 잡음이 존재하는 마스크도 포함되며, 소포 내의 바탕 면도 포함됨을 알 수 있다.

특히 초기 과정에서 획득되는 값들과 투입된 소포의 각도 값이 클 경우와 작을 경우 등에 대한 이 두 값의 변화량이 유지, 증가, 감소 등의 분포로 결정하는 방법을 적용된다. 이와 같은 특성을 고려하여 획득된 마스크의 좌표 값과 실제 원영상에서의 소포의 모양, 투입 방향을 비교하여

보정되어야 할 마스크들의 좌표 혹은 제거되어야 할 좌표(소포의 영역내의 마스크 좌표가 아닌 구간에서 획득된 마스크와 좌표값)를 검출하고자 하였다. 이를 위한 주요 검사대상 기준을 요약하면 다음과 같다.

① 직육면체이고 투입방향이 다양할 경우

- 시작 구간에서 최소값 및 최대값 차이가 클 경우
 - 중간 구간에 대한 최소값의 변화가 거의 일정한 경우와 최대값의 변화가 거의 없을 경우
 - 물체의 시작 구간 및 종료 구간의 변화량이 급격하게 감소, 증가되는 특징이 존재
- 시작 구간에서 최소값 및 최대값 차이가 작을 경우
 - 최소값과 최대값은 상반되는 증가 분포를 갖음
 - 종료 구간은 최소값 및 최대값의 차이가 매우 적게 됨.

② 원 기둥일 경우

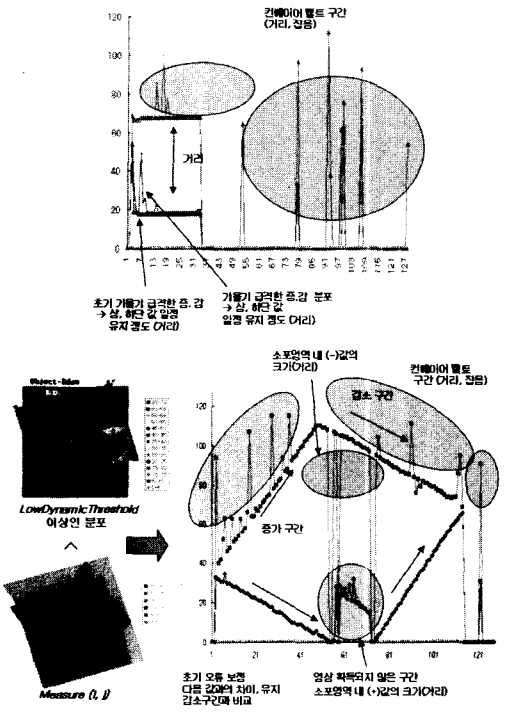
- 시작 구간에서 최소값 및 최대값 차이가 작을 경우
- 최소값과 최대값의 변화량이 직선 성분이 아닌 좌표가 추출될 경우
- 종료 구간은 최소값 및 최대값의 차이가 거의 없음

③ 부분적으로 영상 내에 검출되지 않았을 경우

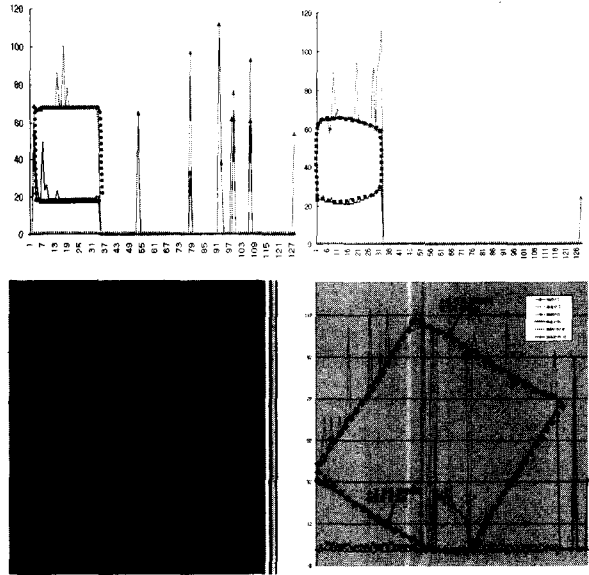
- 다각형인지 구분하기 용이하지 않으며, ①, ②항의 조건 중에서 일부 구간만 만족되지 않을 경우임
- 중간 구간 중에서 최대값 구간, 최소값 구간 중 한 구간이 대칭 형태의 특성을 가지고 변화하지 않을 경우

이와 같은 과정을 통해 검사 범위를 확실하게 설정하고, 소포의 시작, 중간, 최대, 최소값의 위치 종료 위치의 min, max 변화 위치 값의 보정을 통해 소포면적 계산을 위한 기준 값이 획득된다. 이러한 결과를 적용할 경우에 소포의 모양, 투입 방향에 따라 검사대상 영역의 크기가 결정되며, 64×4,096픽셀 단위로 증가되는 소포 영상의 크기와 소포면의 존재하는 정보의 복잡도에 따라 성능이 결정된다. 이러한 결과는 소포 면적산출 기준 정보 및 관심영역 검사범위를 최소화하기 위한 정보를 획득할 수 있도록 한 것이다.

소포면적을 산출하기 획득된 영상과 실물과의 비율 측정하고 0.12mm/픽셀의 밀도로 획득된 영상값을 기준으로 블록의 최대 오차값을 구한다. 즉, 최대 오차는 32×32픽셀이 되며, 면적에 대한 최대 2×3.84mm가 발생될 수 있다. 면적값 계산 결과가 -오차일 경우에는 소포를 운반하는 용기 및 차량에 적재시 공간이 부족하게 될 수 있으므로 소포 외곽 마스크 위치값들 중에서 최대값들 만이 연결되는 직선 성분을 구하여 적용하는 것이 바람직하다. 높이 센서에 의해 높이 값에 대한 계측 후, 부피 산출에 적용(최대값 적용)될 수 있도록 한 것이다.



(그림 14) 획득된 영상 내에서의 최소, 최대 마스크 위치 좌표의 분포



(그림 15) 마스크 검사 위치에서 이전 및 다음 구간 값의 기울기 값에 의한 보정 결과

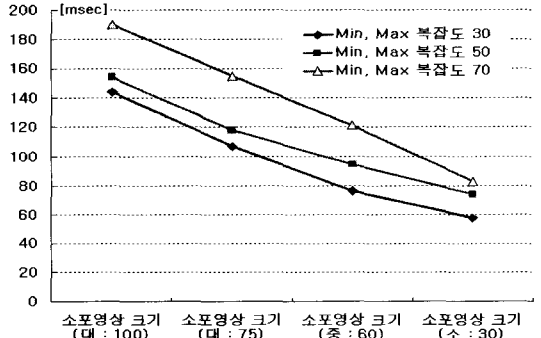
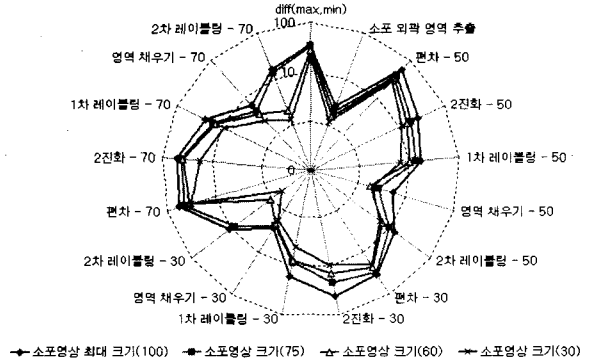
4. ROI 고속추출 성능 분석

ROI 고속추출알고리즘의 성능을 분석하기 위해 소포의 경계면 추출정보를 모두 적용하였으며, 본 논문에서 제시한 방법의 성능을 검증하기 위해 시험용 소포를 150통 제작하여 시험한 결과를 바탕으로 분석한 것이다. 소포 면의 복잡도를 고려하여 바코드를 부착하여 시험하였다.

<표 2> PIM기법에 의한 ROI 추출 성능

소포영상 최대규격	100%	75%	60%	30%
PIM 전처리	160	120	96	48
분산, 평균	90	67.5	54	27
4차 분산	220	110	66	66
2 진화	90	67.5	54	27
레이블링	150	90	81	45
소포외곽영역 추출	2.5	1.875	1.5	0.45
성능 계 [msec]	712.5	456.875	352.5	213.45

우선 PIM 기법을 적용하여 시험한 결과는 <표 2>와 같으며, 소포의 크기별 성능시험 결과에 의하면 213~712 msec 범위로 확인되었으며, 이와 같은 결과에 의하면 소포의 최대크기 규격의 60% 이하인 경우에도 ROI 추출 결과의 활용이 용이하지 않다. 이는 소포영상을 획득하기 위한 시간도 존재하기 때문이다. 소포 외형 경계 마스크들의 추출을 위해 소요되는 시간은 최대 162.5msec가 소요되었다. (그림 15)에서 각 단위 기능의 성능은 0 방향으로 수렴할 경우에 좋은 처리성능을 갖게 표현된 것이다. 본 논문에서 제안 diff 기법에 의하면 ROI 추출을 위해 PIM 기법보다 약 163.73msec~522msec 정도의 성능개선 효과를 보였다.



(그림 16) diff 기법에 의한 ROI 추출 시험결과

2차원 바코드, 소포 외형 경계 추출 등에 대한 추출시간은 최대 크기의 소포 영상이고, 소포 바탕면에 복잡한 정보

가 존재하여도 160msec~190msec 이내에 가능하게 되었다.

본 논문에서 제시한 방법을 적용하면 평균 154.22msec 이내(1차원 바코드 관심영역만을 추출할 경우에 평균 110msec)에 관심영역을 추출할 수 있게 된다(그림 16). 또한 소포의 이송간격 및 크기 등과 무관하게 관심영역을 추출하여 판독할 수 있는 기반을 확보할 수 있게 되었다. 2차원 바코드 관심영역 고속추출 방법은 바코드 영역 검증이 전 단계까지 선형 바코드가 정확하게 검출되므로 바코드 영역 검증방법을 사용할 경우 선형 바코드 및 2차원 바코드 관심영역을 동시에 고속으로 추출될 수 있게 됨을 확인할 수 있었다. PDF417만 소포영상에 존재할 경우 100% 정확한 영역이 추출된다. 또한 PDF417이 여러 개 존재하는 영상이라면 모두 다 정확히 추출 가능하다. 다른 바코드와 PDF417이 섞여 있을 경우에 85.71%라는 결과를 보여주고 있는데, 이것은 영역을 추출하지 못한 것이 아니라 영역이 100% 추출 되었으나, PDF417의 패턴과 동일한 패턴을 갖는 선형 바코드(예. Code 128) 영역이 영상 내에 존재하여 잘못된 영역도 같이 추출되었기 때문이다. 이렇게 잘못된 영역은 디코딩 부분에서 디코딩을 수행하며 바코드가 아니라는 것을 알 수 있다. 또 다른 바코드의 영역 검증을 위한 추가적인 연구가 요구된다. 그리고 소포 면적 및 부피를 산출하기 위한 마스크 위치값 산출을 위해 PIM 기법이 diff 기법보다 적은 시간이 소요되지만 이는 diff 초기 검사기준에 의해 발생하는 마스크가 많기 때문이나 약간의 보정작업으로 PIM 기법과 동일한 결과를 획득하게 됨을 알 수 있었다. 현재 시험한 시스템 환경에서는 이송되는 소포의 영상을 64픽셀×4,096픽셀 크기의 영상 단위로 저장되면 영상 메모리를 액세스될 수 하였으며, 이에 따른 영상획득 및 메모리에 저장되는 시간이 약 15~30msec 정도 소요된다. 그리고 소포영상의 분해능이 1픽셀/0.12mm이므로 소포간의 최소 간격은 7.8mm 단위 이상이 필요하다. 이와 같은 결과를 바탕으로 구현된 시스템의 실용화 과정을 통해 소포 자동식별 시스템으로 활용할 예정이다. 바코드 디코딩 시간이 10~20msec 이내에 가능하므로 1통에 200msec가 소요되어 시간당 최대 18,000통 이상의 소포에 수록된 다양한 정보를 획득하여 처리할 수 있게 되었다.

5. 결 론

본 논문에서는 대용량 소포영상에서 고속으로 관심영역을 추출하기 위해 접근할 수 있는 방법으로 블록기반 특징값 검사 방법을 제시하였으며, 영상의 크기가 커지고 영상에 존재하는 추출 대상 정보의 밀도가 높은 경우에 적합한 기법으로 활용될 수 있다. 이 연구 결과는 우편집중국에서 운영 중인 소포 구분기와 두꺼운 대형통상, 패킷화된 우편물을 구분하기 위한 기존의 기계구분 설비에 탑재하여 시험운영이 가능하도록 구현하였다. 이 연구결과는 소포, 등

기 우편을 자동구분하고 종적 추적서비스 제공과 행선지별 우편물량 예측, 부피계측에 의한 운송용기 및 운송차량의 배차 및 적재 방법 등을 제공하기 위한 시스템으로 활용될 수 있도록 구현될 시스템의 일부이다. 향후 연구사항으로는 바코드 영역과 유사한 영역이 검출되지 않도록 하기 위한 방법에 대한 대책이 요구되며, 바코드 이미지 영역의 왜곡 상태, 불규칙 난반사에 의한 영역 보정, 1차원 바코드 및 2차원 바코드의 디코딩 기능, 레이블 영역 추출과 레이블이 존재하지 않을 경우 주소영역을 고속으로 추출하기 위한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Korea Post, "2001 우정사업 연차보고서", 참고 <http://www.koreapost.go.kr>.
- [2] 오호근, "혁신적 자동인식 기술의 핵심 바코드 기술 및 응용", 성안당, 1997.
- [3] Shi-Kuo Chang, "Principles of Pictorial Information Systems Design," Prentice-Hall, p.43, pp.61-81, 1996.
- [4] 박문성, 김혜규, 정희경, "우편용 4-state 바코드 고속판독 방법에 관한 연구", 정보처리학회논문지D, 제8-D권 제3호, pp.285-294, 2001.
- [5] 최호석, 정윤수, 박문성, 이용준, 박영태, "웨이블릿 도메인에서 바코드 영역 추출 기법", 한국정보과학회 2001 추계학술발표회, Vol.2, pp.448-450, 2001.
- [6] 박문성, 최호석, 김진석, 김혜규, "블록 텍스처를 이용한 소포 영상에서 바코드 ROI 추출에 관한 연구", 한국정보처리학회 2002 춘계학술발표대회, Vol.9, pp.1131-1134, 2002.
- [7] 박문성, 김진석, 김혜규, 정희경, "소포 자동식별을 위한 바코드 관심영역 고속 추출에 관한 연구", 정보처리학회논문지D, 제9-D권 제5호, pp.915-924, 2002.10.
- [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, "Research 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 Pitu, "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.



박문성

e-mail : mspark@etri.re.kr
1993년 숭실대학교 대학원 전자 및 컴퓨터 공학과(석사)
2003년 배재대학교 컴퓨터공학과(박사)
1983년~현재 한국전자통신연구원 책임 연구원

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



박상은

e-mail : seabak@etri.re.kr
1999년 포항공과대학교 전자계산학과(학사)
2001년 한국과학기술원 전자전산학과 전산학전공(석사)
2002년~현재 한국전자통신연구원 연구원

관심분야 : Artificial Intelligence, Pattern Recognition,



김인수

e-mail : insoo@etri.re.kr
1981년 경기대학교 관광경영학과(학사)
1983년 중앙대학교 컴퓨터공학과(석사)
1999년 아주대학교 컴퓨터공학과(박사)
1983년~현재 한국전자통신연구원 책임 연구원

관심분야 : 실시간처리, 네트워크계획, 공동망관리



김혜규

e-mail : hkkim@etri.re.kr
1973년 서울대학교 공학대학 응용물리학과(학사)
1985년 서강대학교 경영대학원 경영학과(석사)
1994년 서강대학교 공공정책대학원 정보처리(석사)

1979년~현재 한국전자통신연구원 우정기술연구센터장 책임 연구원

관심분야 : 정보산업정책, 멀티미디어, 인식기술



정희경

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, ML, HyTime, DSSSL, IETM XML/EDI