

대용량 영상에서 관심영역 고속 추출 알고리즘

박문성*, 박상은*, 김인수*, 김혜규*
*한국전자통신연구원 우정기술연구센터
e-mail : mspark@etri.re.kr

A Study on High-Speed Extraction Algorithm of Interest Region in the Large Size Image

Moon-Sung Park*, Sang-Eun Park*, In-Soo Kim*, Hye-Kyu Kim*
*Postal Technology Research Center, ETRI

요 약

본 논문에서는 컨베이어 벨트상에서 이송되는 대용량 소포영상의 획득과정을 통해 ROI(Region of Interest) 고속추출하기 위한 개념모델을 제시하고, 바코드와 같은 정규패턴을 고속으로 추출하여 단계적으로 검증한 것이다. 불필요한 영역을 검사하기 위한 조건과 유사한 패턴을 단계적으로 제거하는 방법을 적용한 것이다. 4,096x4,096 이상의 대용량 영상에서 여러종류의 2 차원 바코드 ROI를 추출에 대해 약 200msec 이내에 완료되고, 거의 100%에 가까운 신뢰도로 바코드 영역을 추출할 수 있도록 한 것이다.

1. 연구배경

최근 전자상거래의 발전으로 인하여 오프라인 물류가 급격히 증가되고 있다. 소포의 경우를 예를 들면, 최근 4 년동안 2 배이상 급격하게 물량이 증가되고 있는 추세이다. 이와 같은 소포를 구분 및 배송하기 위한 작업의 효율화를 위한 기술개발이 요구되고 있다[1]. 이러한 작업공정의 효율화를 위해 이송되는 소포에 바코드를 사전에 모두 부착할 경우에 소포영상을 획득한 후 바코드를 판독하여 구분 및 동기우편 정보를 동시에 획득되도록 함은 물론 다양한 부가서비스를 제공하기 위해 2 차원 바코드에 적용할 경우를 만족시킬 수 있어야 한다. 소포는 다양한 모양을 가지고 있으나 현재는 대부분 직육면체의 형태로 유통되고 있는데 이는 운반과정에서의 적재효율, 내용물의 파손방지 등을 위한 목적으로 적용되고 있다. 이와 같은 소포의 주소가 기재된 면을 상측으로 하여 컨베이어벨트를 통해 이송시키고 운영자가 우편번호를 육안으로 확인한 후 구분정보를 입력하여 기계구분을 수행하는 방법이 사용되고 있다. 구분된 소포 중에서 바코드가 부착된 동기우편에 존재하는 바코드를 판독하여 행선지별 전달하여 배달하는 체계로 운영되고 있다[2].

이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 이송되는 소포영상을 획득하고 바코드 영역을 추출하여 핵심정보를 획득하기 위한 기반기술 개발이 필요하다. 이에 따라, 소포영상을 4,096 픽셀 x 4,096 픽셀(16Mbyte)의 크기 영상을 획득하고 정규패턴으로 구성된 바코드를 다양한 소포면에 부착한 후, 바코드 해석가능한 을 고려하여 170 ~200dpi(dot per inch) 정도가 되도록 구성한 시스템을 통해 획득된 실제 소포영상을 근간으로 바코드 영역의 고속추출을 수행하기 위한 방법을 제시하였다. 이러한 환경과 이와 유사한 대용량 영상에서 다양한 ROI(Region of Interest)의 고속추출을 위한 접근방법이 필요하다[3-7].

본 논문에서는 대용량 영상에 ROI 고속추출 방법을 제시하고 정규패턴을 적용하여 검증하고 또다른 ROI 추출을 위

한 접근방법으로 활용되도록 하기 위한 연구결과이다. 이에 따라, 소포자동식별 응용분야를 대상으로 이송되는 대용량의 소포영상을 획득하는 과정에 적용하여 접근방법의 검증으로 활용하고자 하였다. 시험을 위해 활용한 바코드는 2 차원 바코드 중에서 물류 표준으로 채택된 PDF-417, Data Matrix, Maxi Code, QR Code 를 포함시켰다. 또한 소포의 이송 속도, 영상획득 시간, 소포 투입간격 등이 시스템 성능을 좌우하는 값이므로 많은 물량을 처리하기 위한 성능향상을 위한 접근방법을 고려하였다. 획득되는 영상이 저장되는 메모리를 일정시간 간격으로 액세스하고, 컨베이어벨트 영역을 제거하는 방법이 적용하고 소포면의 복잡도와 바코드가 존재하는 위치를 고려하여 불필요한 검사영역을 최소화하고 바코드 ROI 를 거의 정확하게 추출이 가능하도록 하고자 한다. 본 논문의 제 2 장에서는 대용량 영상에서 ROI 를 고속으로 추출하기 위한 접근방법을 제시하고 정규 패턴의 분포로 구성된 바코드 영역의 고속추출 방법으로써 확장 적용결과를 제시하였고, 제 3 장에서는 ROI 고속추출 결과를 실시간으로 시험한 결과를 바탕으로 성능 분석을 수행하였으며 제 4 장에서는 향후 연구방향에 대하여 다루었다.

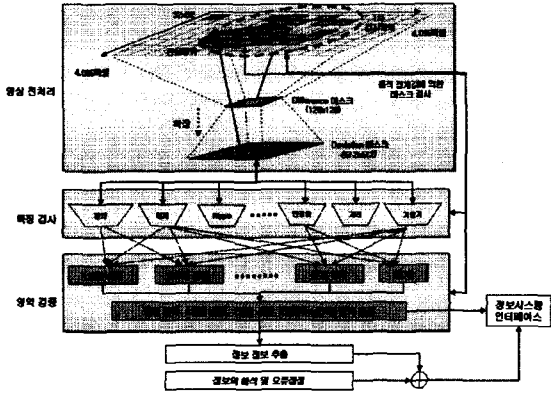
2. 관심영역 고속추출 알고리즘 연구

앞장에서 제시한 기본적인 요구사항을 만족할 수 있도록 바코드 관심영역 고속추출 방법을 설계하고 구현한 결과를 다루고자 한다.

2.1 대용량 영상에서 ROI 고속추출 개념 설계

우선 영상이 획득되는 과정에서 4,096 픽셀/라인을 64 라인 단위로 영상을 획득하고, 32x32(픽셀) 마스크로 나누어 검사하는 방법을 적용하고자 한다. 128x128 개의 각 마스크의 최소, 최대 값의 차이값을 획득하여 편차가 적은 값을 갖는 마스크들을 제거하여 다음 단계에서의 검사대상 영역

을 최소화시키기 위한 것이다.



(그림 1) ROI 추출을 위한 개념도

본 논문에서 제안한 대용량 영상에서 ROI의 고속추출을 위한 접근방법은 기반으로 소포영상에서 바코드 ROI을 고속추출이 가능하도록 적용하고자 한다. 우선, 대용량 영상에서 ROI 고속추출 방법을 검증하기 위해 일정한 규칙이 존재하는 패턴을 검출하는 방법에 대한 절차를 설계하여 적용하고, 각 단계에서 검출된 바코드 영역을 제외한 마스크 영역에 대한 특징을 검출하여 비정규 패턴의 검출 가능성을 확인하고자 한다.

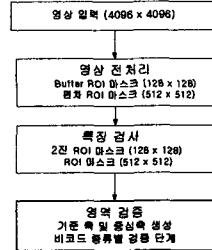
2.2 관심영역 고속추출 알고리즘 구현

앞절에서 제시한 접근방법을 바탕으로 바코드 영역을 고속추출하기 위해 마스크의 검사시간을 최소화하기 위한 방법을 도입하였다[4]. 정보가 존재하는 영역으로 검출된 마스크들에 인접한 마스크를 512x512 개의 마스크로 나누어 특징검사 방법을 수행하여 ROI 추출을 위한 정확도를 높이기 위한 방법을 도입하고자 한다. 또한, 128x128 개의 마스크와 512x512 개의 마스크간의 좌표 정보의 중심좌표 연결점(Seed Point)에 대한 처리 방법을 적용하였는데 이는 512x512 개의 마스크를 검사하는 과정에서 정보가 ROI에 포함되나 실질적으로 제거대상 마스크로 검출될 경우에 정확한 ROI 생성을 위한 기준으로 사용하기 위함이다. 즉, 각 마스크의 최소값, 최대값의 차이값이 적을 경우에 제거하는 방법을 사용하였고, 마스크내의 모든영역을 검사하지 않고 2~3 픽셀 단위로 라인을 검사하는 방법을 적용하고자 한다. 이는 문자, 바코드 등 정보로서 존재하는 경우에 검은색 픽셀과 흰색 픽셀의 경계영역까지 검사할 필요가 없기 때문이다. 또한, 기준 임계값을 최대값과 최소값을 더한 값에 36.33%이하의 값인 마스크를 제거되도록 하였다(수식 1). 이는 모든 영상의 2진화 과정없이 불필요한 영역을 제거하는 위한 방법으로 적용한 것이다. 이러한 방법을 통해 불필요한 마스크들을 검출하기 위한 시간을 최소화하였다. (그림 3)과 같은 원영상의 레벨값의 최대값-최소값 분포이 최저 임계값보다 클 경우에 적용하면, 불필요한 영역이 확실하게 제거된다. 검출된 32x32 픽셀을 다시 8x8 픽셀 단위로 나눈 뒤, j 번째 마스크의 표준편차 dev_j를 수식(2)와 같이 구한다. f_j(x, y)는 8x8 픽셀에 속한 j 번째 입력영상의 픽셀 값이다. diff_{threshold} 값은 해당 마스크에 대한 최저 기준임계값을 적용하였다.

$$mean_j = \frac{1}{8 \times 8} \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f_j(x, y) \quad dev_j = \sqrt{\frac{1}{8 \times 8} \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 |f_j(x, y) - mean_j|}$$

이때, $dev_j \geq LowDynamic_{threshold}$ 이면, j 번째 마스크의 Dev (Dev; Deviation) ROI 마스크로 설정한다. Dev ROI 마스크는

바코드 후보영역이 보다 세밀하게 표시되지만 소포의 경계면 및 글자영역 부분도 남게 된다.

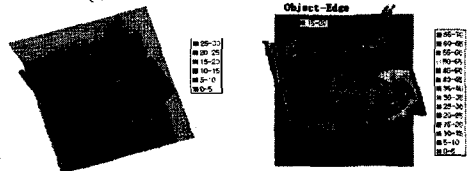


(그림 2) 바코드 ROI 고속추출 흐름도

$$LowDynamic_{threshold} = 0.3633[L_{Max} + L_{Min}]$$

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

$$Buffer(i, j) = \begin{cases} Measure(i, j), & \text{if } Measure(i, j) > LowDynamic_{threshold} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$



원영상의 레벨값 분포 최저값 기준 임계값 적용

(그림 3) 임계값 설정 기준

이러한 불필요한 영역제거와 레이블링 계산시간 축소를 위해 편차 마스크들을 4x4 마스크(8x8 픽셀)으로 나누어 마스크를 검사하였다. 8x8 픽셀 영상이 바코드의 끝 부근에서 대한 약간의 오차가 발생될 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, 이 마스크는 ROI에서 제외하는 방법을 적용하였다. 즉, 불필요한 블록들에 대한 제거는 라벨링 등의 뒷단에서 수행되어야 할 연산의 시간을 줄여주기 위하여 우선적으로 ROI에서 제거한 것이다. 이런 잘못된 영역을 제거하기 위하여 Dev ROI 마스크를 각 4x4 블록씩 묶어서 2진 ROI 마스크를 만들고 계산을 한다.



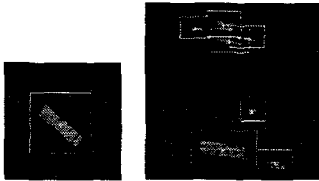
(그림 4) Buffer(i, j) 마스크 (a)과 Dev ROI 마스크 (b)



(그림 5) 2진 ROI 마스크 잡영제거전(a)과 후(b)

이 방법을 통해 512x512 개의 마스크를 128x128 개의 마스크로 치환할 수 있다. 영역이 줄어들었으므로 2진 ROI 마스크를 사용한다면 계산시간 역시 단축된다. 마스크 내에 존재하는 ROI 중 최대 가로길이와 최대 세로길이를 계산한다. 이 값이 1보다 크다면 내부에 일정한 면적을 가진 영역이 존재하는 것으로 128x128 개의 2진 ROI 마스크에 ROI으로 기록한다. 만일 이 값이 1이면, 이 면적 내부에는 점

으로 떨어진 영역이 존재하는 것임으로 ROI 에서 제거한다. 이 과정을 수행하면 대부분의 경계선이나 문자열은 지워진다(그림 5). 이와 같은 결과를 이용하여 레이블링한 후 레이블링 된 각 영역에 대해 각각 중심점과 Bounding box 를 구한다. 구해진 중심점에 대해 해당되는 Dev 마스크의 위치에서 이후 단계에서 수행될 영역 채우기(Region filling)를 위한 중심 좌표 연결점(Seed point)를 구한다. 이때 Dev 마스크의 영역 내에 혹은 있을지 모르는 빈 공간에 대한 대책으로 중심에 해당되는 위치의 3x3 픽셀 크기에서 Dev 마스크에 표시된 영역을 중심 좌표 연결점으로 설정한다. 중심 좌표 연결점과 Bounding box 좌표를 이용하여 이웃한 4-neighbor에 대한 영역 채우기를 수행하기 위해 필요하다. 이때 동일 영역에 채워지는 값은 2 진 마스크의 레이블을 사용하며 영역 채우기 된 결과로서 영역 채우기 ROI 마스크가 만들어지게 된다.



(그림 6) 추출된 중심점과 외곽 박스

이전 단계에서 추출된 중심점을 중심으로 하고 추출된 외곽 박스의 대각선을 길이로 하는 선을 중심점을 기준으로 회전시키면서 기준 축을 구한다. (그림 6)은 영역 채우기 마스크의 각 레이블 영역에 대하여 다시 중심좌표 연결점과 Bounding box 를 구한 것을 확대해서 나타내었다.

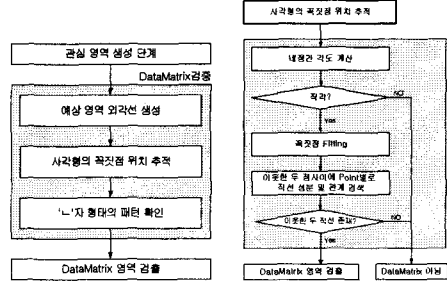
2.3 관심영역의 검증

바코드영역에 대한 식별은 Data Matrix 를 대상으로 적용한 결과를 기술하였다. 외곽 영역을 둘러싸고 인식 패턴으로 검증이 가능하다. 인식 패턴에는 실선으로 된 'L'자 모양의 인식 패턴이, 점선으로 된 'L'자 모양의 인식 패턴이 존재한다. 본 알고리즘에서는 점선과 실선 두가지 인식 패턴 중 실선인 인식 패턴만 이용하여 Data Matrix 를 검증한다. 'L'자 모양의 인식 패턴은 기본적으로 앞단에서 구한 Max 기준축을 사용하여 검증한다. (그림 9)는 Data Matrix 를 검증하기 위한 전체 알고리즘을 제시한 것이다. 이 방법은 ROI 내에 있는 영역의 최 외곽 선을 찾는다. 이 과정이 수행 되기 전에 외각선을 찾기위한 시작점은 ROI 생성 단계에서 구했던 Max 기준축과 영역이 만나는 점으로 한다. 외각선을 찾았다면 외각선을 이용하여 나머지 두 꼭짓점을 찾고 네 점들사이에 직선이 존재하는지를 확인하는 방식으로 패턴을 찾는다. 기본적으로 ROI 생성 단계에서 추출한 Max 기준축에대한 정보를 알고 있기 때문에 기준축을 이용하여 사각형의 두 꼭짓점을 알 수 있다. 두 꼭짓점이 찾아지면 장축에서 보다 가까운 점을 시작으로 두 점이 포함되는 최 외각의 외각선을 추출한다. 즉, 'L'자 패턴이 있는 최 외각선만 남게 된다. 다른 바코드와는 달리 Data Matrix 는 'L'자형 인식 패턴 이외에 다른 인식방법이 존재하지 않는다. 따라서 이 방법이 다른 바코드에서 Data Matrix 로 인식되지 않음을 보여야만 실제 검증에 사용 가능하다.

(그림 10)과 같이 글씨 영역인데 'L'자 패턴과는 전혀 상관 없는 영상이 출력될 수 있다. PDF-417 영상과 Maxi Code 를 추출한 것이다. 이 바코드 역시 검증하고자 하는 패턴과 많은 차이를 보인다. 실험결과에 의하면 본 알고리즘으로 Data Matrix 가 완벽하게 검출되는 것을 확인할 수 있었다.



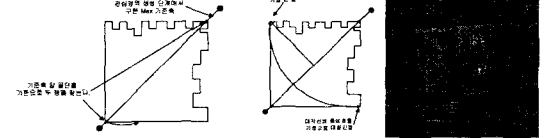
(그림 8) Data Matrix 영역 분석



(그림 9) DataMatrix 검증 Flowchart



(그림 10) PDF-417, Maxi Code, 문자등 "L" 의 특징검출

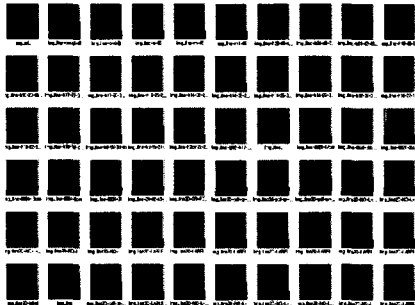


(그림 11) Data Matrix 검증방법 및 결과

3. 관심영역 고속추출 성능 분석

ROI 고속 추출 방법들의 성능비교를 위해 소포영상의 획득되는 시간은 고려하지 않았다. 소포영상 액세스 초기 지연시간은 4,096x 64 픽셀 영상획득 시간인 6.24msec(소포 검출 길이 7.8mm)이후에 액세스가 가능하기 때문이다. 시험용 소포는 다양한 크기로 제작하였으며, 소포의 면에 단순한 정보가 표기되어 있는 것과 복잡한 이미지 및 문자 등이 포함되어 있는 경우를 고려하여 시험용 소포로 제작하였다. 소포 면에 적용한 바코드는 선형바코드, 4 종류의 2 차원 바코드를 소포 레이블과 함께 존재할 경우도 소포 레이블없이 바코드만 존재할 경우 등을 혼합하여 시험할 수 있도록 150 종류로 제작하여 시험하였다(표 1). 기존의 영상처리기법에 의한 성능 <표 2>와 본 논문에서 제시한 알고리즘의 성능 분석을 위해 소포영상의 크기와 복잡도를 기준으로 성능을 비교하였다[6-7]. 소포영상에 레이블과 바코드만 존재할 경우 혹은 바코드와 발송인 및 수취인 정보만 존재할 경우에 대하여 복잡도를 30 으로 정하였다. 그리고 복잡도가 30 이고 소포의 표면에 이미지가 부분적으로 존재할 경우를 복잡도 50 으로 정의하고, 이미지뿐만 아니라 다양한 문자를 포함한 경우는 복잡도 70 으로 정하였다. 복잡도가 70 인 경우는 하나의 소포영상에 여러 종류의 바코드가 존재할 경우를 포함시켜 성능분석을 위한 기준으로 사용하였다. 소포의 크기에 따라 획득되는 영상의 크기를 대상으로 하여 분석한 성능은 복잡도가 50 인 소포영상인 조건으로 획득된 소포영상의 70%이상을 차지할 경우를 기준으로 하였다.

ROI 고속추출 방법으로 제시된 기법에 대한 성능결과를 소포 이송장치 및 영상획득 기구물을 제작하여 실시간으로 처리되도록 구축된 환경 하에서 시험결과로 분석한 것이다.



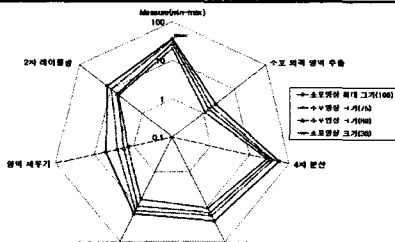
(그림 12) ROI 추출을 위한 샘플 소포영상의 일부

<표 1> ROI 추출 알고리즘 실행 환경

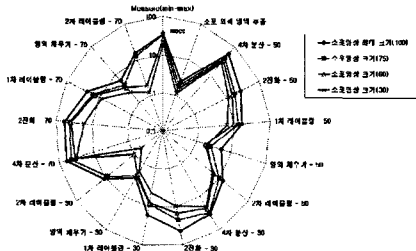
H/ W	CPU	Intel Pentium 4 1.7G Hz (내부 L1 Cash 8K, L2 Cash 256K, System BUS Speed400MHz)
	RAM	삼성 DDR 2100 256M
	Main Board (M/B)	ASUS P4T-E (Intel i850/ICH2)
	VGA Card	RADEON 7200
	HDD	삼성 60G 7200 RPM (64M)
S/ W	OS	Windows 2000 Professional or XP
	사용 프로그램	Visual Studio 6.0

<표 2> 기존 기법의 성능 비교

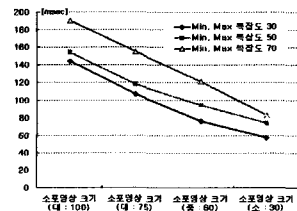
	웨어블릿 처리 시간	텍스처 기법 처리시간
웨어블릿 수행	300	2,300 (물체, 바코드, 문자)
이진화 및 확장	100	
레이블링	500	500
후보 영역 검증	10	10
총 소요 시간	910(msec)	2,810(msec)



(a) 소포 크기에 따른 단위 모듈의 성능



(b) 소포영상의 복잡도에 따른 단위 모듈의 성능



(c) 소포의 크기/소포 면의 복잡도에 따른 성능
(그림 13) Measure(Min, Max) ROI 추출 시험결과

ROI 추출 과정이 완료되면 대부분의 잡음 영역은 지워지고 실제 2 차원 바코드의 공통 패턴과 유사한 마스크만 남게 된다. 시험결과와 (그림 13)과 같으며 대용량 영상에서 ROI 가 고속추출 됨을 확인할 수 있었다. 그리고 (그림 13)의 (a), (b)의 결과는 중심점에 가깝게 수렴할 경우에 대하여 성능이 향상됨을 보인 것이다. 이러한 영상처리 과정에서 ROI 추출 단계 중에서 Diff ROI 에는 문자, 소포의 외형, 바코드, 선 성분, 이미지 영역의 경계 등이 포함되고, 마스크 검사 결과 변화량이 매우 적은 마스크들은 제거됨을 알 수 있었다. 이 과정에서 관심대상 후보영역으로 분류되어야 하나 검출되지 않은 영역은 컨베이어 벨트면과 유사한 레벨 값을 갖는 소포외곽 영역은 부분적으로 검출되지 않았다. 검출대상이 될 수 있는 ROI 를 설정하여 검출되지 않은 영역에 대한 보정 후, 다음 단계를 수행하게 되면 여러 종류의 정보를 동시에 추출하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 그리고 공통적인 부분으로 보여지는 특징을 제외하고 추가로 필요한 특징치들을 생성하여 활용하기 위한 방법에 관한 연구가 요구된다.

4. 맺음말

본 논문에서 제시된 결과를 바탕으로 구현된 시스템을 상용화 과정을 통해 소포 자동식별 시스템으로 활용할 예정이며, 상용화된 2 차원 바코드 디코딩 시간은 평균 20msec 정도 소요되므로 1 통에 220msec 이하다 소요되고 시간당 16,000 통 이상의 소포에 수록된 다양한 정보를 획득하여 처리할 수 있게 되었다. 그러나 소포영상에서 1 차원 바코드를 여러 개 추출하여 해석하는 시간보다 2 차원 바코드 관심영역을 추출하는데 10~40msec 정도 더 소요되는 점을 고려하여 적용하여야 한다. 1 차 ROI 검출된 영역 중에서 95% 정도만이 정확한 바코드 ROI 이고, 영역 검증절차를 포함할 경우에는 100%가 되므로 1 차 ROI 추출 과정에서 99%이상의 바코드 ROI 가 추출될 수 있도록 보완되어야 하며, 바코드 영역이 훼손 및 왜곡된 상태에서도 정확하게 검출될 수 있어야 한다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 방법이 추가로 요구되고 있으며, 부가적으로 3 차원 소포 영상에서 바코드 영역을 검출하여 투입방향의 오류검출 및 바코드 위치면에 대한 바코드 관심영역 추출방법 연구가 요구된다.

참고문헌

- [1] Korea Post, "2001 우정사업 연차보고서", 참고 <http://www.koreapost.go.kr>.
- [2] E. Ottaviani, A.Pavan, M. Bottazzi, E. Brunclli, F. Caselli, M. Guerrero, "A Common Image Processing Framework for 2D Barcode Reading," Image Processing and its Applications Conference IEE 1999, pp.652-655.
- [3] 박문성, 김진석, 김혜규, 정희경 "소포 자동식별을 위한 바코드 관심영역 고속 추출에 관한 연구", 정보처리논문지, 제 9-D 권 제 5 호, pp.915-924, 2002.10.
- [4] J.N. Kapur, P.K. Sahoo and A.K.C Wong, "A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram," Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol. 29, pp.273-285, 1985.
- [5] J. R Parker "Algorithms for image processing and computer vision.", pp.250-274, 1999.
- [6] 최호석, 정윤수, 박문성, 이용준, 박영태, "웨어블릿 도메인에서 바코드 영역 추출 기법", 한국정보과학회 2001 추계학술발표회, Vol.2, pp.448-450, 2001. 10.
- [7] 박문성, 최호석, 김진석, 김혜규, "블록 텍스처를 이용한 소포 영상에서 바코드 ROI 추출에 관한 연구", 정보처리학회 2002 춘계학술발표회, Vol.9, pp.1131-1134, 2002. 4.