

CCD 스캐너 시스템에서 획득된 표준 택배 라벨 영상의 주소 영역 검출

(Detection of Address Region of Standard Postal Label Images Acquired from CCD Scanner System)

원철호*, 송병섭**, 박희준**, 이수형***, 임성운*, 구본호*
(Chulho Won, Byung-Seop Song, Hee-Joon Park, Soo-Hyung Lee,
Sung-Woon Im and Bon-Ho Koo)

요약 최근 들어 인터넷 및 TV 홈쇼핑 등을 통한 전자상거래의 활성화로 인하여 소포 및 택배 등의 물류량이 급속도로 늘어나고 있으며, 이의 효율적인 운송을 위하여 우편 물류 시스템의 고도화 기술이 개발되고 있다. 소포 및 택배의 빠른 처리를 위하여 CCD 스캐너 시스템이 필요로 하게 된다. 대량의 우편 물량을 효과적으로 처리하기 위하여, CCD 스캐너 영상으로부터 택배 라벨의 주소 영역을 검출하기 위한 자동 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 우체국 표준 라벨의 주소 영역을 효과적으로 검출할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 이는 주소 영역의 기하학적인 특징을 이용하였으며, 주소 영역의 고속 검출을 위한 판단 기준을 정의하여, 실시간으로 택배 라벨의 주소 영역을 효과적으로 검출하였다.

핵심주제어 : CCD 스캐너 시스템, 주소 영역, 우편 서비스

Abstract To effectively control a vast amount of postal packages, we need the automatic system for extracting the address region from CCD scanner images. In this paper, we propose a address region extraction algorithm in the standard postal label. We used geometric characteristics of the underlying address regions and defined several criteria for fast detection of address regions. As a result, we accomplished a successful detection and classification of the postal package labels in real time.

Key Words : CCD Scanner System, Address Region, Postal Service

1. 서 론

기업 및 공공기관의 업무환경이 인터넷을 기반으로 하는 새로운 유형의 비즈니스 프로세스 모델로 변화하고 있다. 특히, 인터넷을 통한 전자상거래가 활성화되면서 우편 물량이 크게 늘고 있고 물류 시장이 급성장하고 있는 추세이다. 이러한 추세에 발맞추어

중소기업뿐만 아니라 대기업들도 택배 서비스 시장에 속속 진출하고 있다.

따라서 우체국은 물류 시장에 있어서 이들 민간 업체와 피할 수 없는 경쟁 관계에 들어서고 있으며 당분간 전자우편과 전자결제의 증가로 인한 통상우편의 감소와 소포 우편 서비스에서 타 업체와의 경쟁에 뒤지는 등 사업에 어려움이 예상된다.

한편, 정보통신부 우정사업본부는 우편업무 자동화 계획에 의거 우편물 기계화 처리를 위한 집중국을 건설하고 있으며, 현재 한 개의 운송 교환 센터와 십여 개의 집중국이 건설되어 운영 중에 있다. 운송 교환센터 및 집중국에서는 우편업무의 생산성을 높이기 위

* 경일대학교 제어계측공학과(Kyungil University, Dept. of Computer Control Eng.)

** 경북대학교 첨단 감각기능 회복장치 연구센터(Kyungpook National University, ACRHS)

*** 비주얼텍(Visual Tech.)

해 자원의 효율적인 사용과 관리가 필요할 뿐만 아니라 우편물의 흐름을 통제 관리할 수 있는 시스템을 필요로 하고 있다.

이러한 우편물량의 제어 및 작업관리시스템 개발의 주요한 이슈는 단위 집중국에서 처리되는 우편 물량의 효율적이고 체계적인 파악을 전제로 한다. 특히, 물류의 효율적인 제어 및 파악을 위해서는 CCD 기반 스캐닝 시스템을 기반으로 하는 배달되는 주소 영역의 자동 검출 시스템이 필요하다고 하겠다.

이를 위해서 본 논문에서는 우편물 택배에서 출발지 및 도착지 등의 다양한 정보를 포함하고 있는 라벨(label)을 검출하는 알고리즘을 제안한다. 라벨의 실시간 검출을 위하여 우체국 표준 라벨의 특징을 이용하였으며, 라벨과 다른 영역과의 구별을 위한 다양한 기준을 제안함으로써 효과적으로 택배 라벨을 검출할 수 있었으며, 실제로 CCD 라인 스캐너 시스템에 적용하여 만족할만한 결과를 얻을 수 있었다.

II. 방 법

2.1 CCD 라인 스캐너의 하드웨어 구성과 라벨 검출 과정

택배는 컨베이어 벨트에 적재되고, 이송과정에서 우편번호 또는 타 우편집중국으로 전달하기 위한 정보를 입력하여 구분한다. 구분이 완료된 우편물에서 기록관리 대상을 찾아 라벨을 검출하여 정보처리를 수행한다. 이러한 과정을 이미지 획득에 의한 물류정보 자동식별 방법으로 자동구분 및 기록관리 대상 정보의 일괄처리가 요구된다. 택배의 라벨에는 수취인 및 발송인 정보를 포함하여 다양한 정보가 존재한다. 기계 처리의 기준으로 소포의 부피 100x60x10mm~500x300x300mm의 높이, 0.2kg~30kg의 무게, 시간당 6,720통 구분처리 등의 제한 조건이 존재한다. 실제의 택배 처리 환경과 동일하게 택배 우편물을 1~2m/sec의 속도로 이송시키고, 라벨 검출을 위한 이미지는 라인 CCD 카메라(4096x4,096 화소)를 통해 획득하게 된다. 바코드 스캐닝 모듈은 4096화소의 라인 스캔 카메라, 디지털 프레임 그래버, 고배율 렌즈, 초전 조정용 기기, 할로겐 DC 조명, 물체 감지 및 물체 높이 센서 및 미러 시스템으로 구성되며, 그림 1에서 CCD 라인 스캐너의 구성을 보였다.

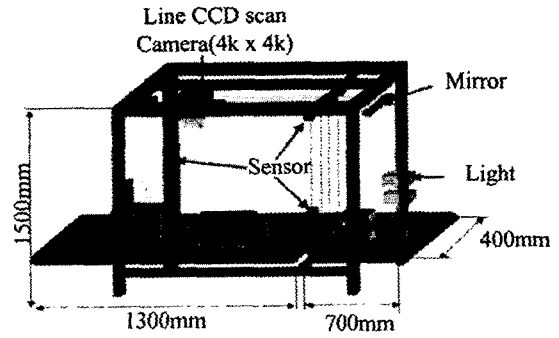


그림 1. CCD 라인 스캐너의 구성

2.2 관심영역 (Region of Interest: ROI) 설정

표준 우체국 택배 영상은 크기가 4096x4096으로 매우 크다. 이런 영상을 전 영상에 대하여 라벨 검출을 위한 알고리즘을 적용하였을 경우 수행 시간이 매우 많이 걸린다. 따라서 우체국 택배 라벨을 포함하는 관심영역을 설정한 후, 그 관심영역 내에서 라벨 검출 알고리즘이 수행되도록 하면 수행 시간을 단축시킬 수 있다.

대상 영상에서 배경 즉, 컨베이어 벨트와 우체국 택배 라벨의 경계 테두리 부분은 평균 휘도 준위의 차이가 뚜렷하다. 배경부분은 평균 휘도 준위가 9에서 18 정도로 매우 어두운 반면 우체국 택배 라벨의 경계 테두리 부분은 평균 휘도 준위가 123에서 151 정도로 밝다. 이렇게 평균 휘도 준위가 크게 차이가 나는 특성을 이용하여 우체국 택배 라벨을 포함하는 관심영역을 추출할 수 있다.

영상이 입력되면 그 영상에 대하여 문턱 값 보다 큰 부분을 관심 영역으로 설정한다. 이 때 사용한 임계치는 우체국 택배 라벨을 포함할 수 있도록 우체국 택배 라벨의 경계 테두리 부분의 평균 휘도 준위보다 조금 낮은 값으로 설정하였다. 식 (1)을 이용하여 임계치보다 높은 평균 휘도 준위를 가지는 화소로 구성된 관심영역을 추출하게 되며, 사용한 임계치는 120이다.

$$f(x, y) > T_{ROI} \quad (1)$$

2.3 라벨링 (Labeling)

현재 사용되고 있는 표준 우체국 택배 라벨은 그림 2과 같다. 이 그림에서 우체국 택배 라벨을 살펴보면

주소를 쓰는 영역을 둘러싸고 있는 짙은 검은색의 선이 있는 것을 알 수 있다. 또한 이 선은 우체국 택배 라벨의 다른 영역과 비교하여 휘도 준위가 평균 40에서 60으로 낮은 값을 가진다. 자동적으로 임계치 설정하는 다양한 방법^[1-9]이 있지만, 표준 우체국 라벨의 휘도준위는 고정된 값이기 때문에 주어진 임계치를 설정하였다. 임계치보다 낮은 휘도 준위를 갖는 화소들을 추출하여 그 화소들 중 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 둘러싸는 외곽선을 추출하면 주소 영역을 쉽게 검출할 수 있다. 임계치보다 낮은 휘도 준위 화소들에 대하여 하나의 연결 요소에 하나의 라벨을 부여하는 라벨링 과정^[10]을 수행한다. 이 때 Pavlidis의 재귀적 4-이웃 화소 시딩(seeding) 방법^[10]을 이용하여 라벨링을 수행하며 이를 식 (2)에 나타내었다.

주소 영역을 둘러싸고 있는 검은선

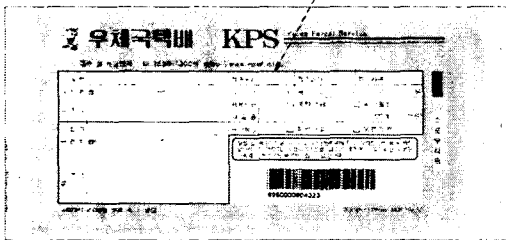


그림 2. 표준 우체국 택배 라벨

$$f(x, y) < T_{Labeling} \quad (2)$$

관심 영역 내에서 라벨링을 수행하더라도 화소 단위로 탐색하여 라벨링을 수행하면 시간이 많이 걸린다. 라벨링 시간을 단축하기 위하여 화소 단위의 탐색 대신 수직 방향으로서는 일정한 간격을 두고 탐색을 실시한다. 즉 한 라인을 탐색한 다음 바로 다음 라인을 탐색하는 것이 아니고 일정한 간격만큼 건너뛰기를 한 후 다시 탐색을 실시한다. 이 때 수직 방향의 탐색 간격은 다음 사항을 고려하여 결정한다. 우체국 택배 라벨이 가장 카메라로부터 가장 먼 거리, 즉 컨베이어 벨트 바로 위에 위치하고 있을 때 택배 라벨의 외곽선이 최소한 두 번이상 탐색이 되도록 수직 방향의 탐색 간격을 결정한다.

본 연구에서는 우체국 라벨의 주소 쓰는 영역을 둘러싸는 검은색 선의 가장 짧은 길이의 1/3보다 작은 간격을 가지도록 하여 256을 수직 탐색 시 적용하는 간격으로 사용하였다. 수평 방향으로서는 화소 단위의

탐색을 실시 하지만 화소 탐색 시 이미 라벨이 할당된 화소를 만나면 그 화소에 할당된 라벨이 부여된 화소들의 좌표들 중 가장 오른쪽 좌표로 건너뛰기를 수행한 후 그 좌표 지점부터 다시 화소 단위로 탐색을 실시한다. 이상에서와 같은 탐색 방법을 그림 3에 나타내었다.

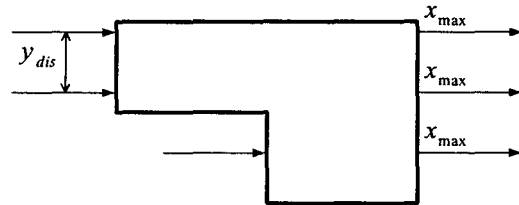


그림 3. 라벨링을 위한 화소 탐색 방법

2.4 주소 영역 추출

라벨링된 연결 요소들 중에서 우체국 택배 라벨이 가지는 기하학적인 특성을 이용하여 우체국 택배 라벨의 주소 쓰는 영역을 둘러싸는 낮은 휘도준위의 검은 외곽선을 찾아 주소 영역을 추출한다. 여러 개의 연결 요소들 중에서 찾고자 하는 연결 요소를 찾기 위한 판단 기준은 다음과 같다.

1. 찾고자 하는 연결 요소는 수평 방향으로 가장 왼쪽 좌표와 가장 오른쪽 좌표 사이에 상당한 거리차가 있다. 우체국 라벨이 수평 혹은 기울어져 있는 경우 모두 가장 왼쪽 좌표와 가장 오른쪽 좌표 사이에는 어느 정도의 거리차가 있게 된다. 이를 이용하여 후보 연결 요소들의 가장 오른쪽 좌표와 가장 왼쪽의 좌표의 거리차가 너무 작으면 이는 잡음 성분으로 찾고자 하는 연결 요소가 아니다. 이는 식 (3)에 나타내었으며, 이 식을 만족하는 연결 요소가 택배 라벨의 후보 영역이 된다.

$$x_{max} - x_{min} > T_{hori} \quad (3)$$

여기서, T_{hori} 는 우체국 택배 라벨이 놓일 수 있는 경우와 우체국 택배 라벨이 컨베이어 벨트 바닥에 놓인 경우를 고려하여 300화소 길이로 설정하였다. 수평 방향으로 최소 최대 좌표값 차가 300화소 이상이어야만 찾고자 하는 연결 요소의 후보 영역이 된다.

2. 찾고자 하는 연결 요소는 수평 방향뿐만 아니라 수직 방향으로도 가장 위쪽 좌표와 가장 아래쪽 좌표 사이에 상당한 거리차가 있다. 우체국 라벨 이 수평으로 놓여있든 기울어져 있든 가장 위쪽 좌표와 가장 아래쪽 좌표사이에는 어느 정도의 거리 차이가 있게 된다. 이를 이용하여 후보 연결 요소들의 가장 위쪽 좌표와 가장 아래쪽의 좌표의 거리차가 너무 작으면 이 도 잡음 성분으로 찾고자 하는 연결 요소가 아니며, 식 (4)에 나타내었다. 이 식을 만족해야만 찾고자 하는 연결 요소의 후보 영역이 된다.

$$x_{\max} - x_{\min} > T_{vert} \quad (4)$$

여기서 T_{vert} 는 우체국 택배 라벨이 놓일 수 있는 경우와 우체국 택배 라벨이 컨베이어 벨트 바닥에 놓인 경우를 고려하여 수평에서와 같이 300 화소로 설정하였다.

3. 연결 요소들의 라벨링된 화소들의 개수를 보고 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 둘러싸는 검은 선 부분과 그렇지 않은 부분과의 구별한다. 찾고자 하는 연결 요소의 경우 라벨링된 화소들의 개수는 상당히 많다. 이런 특징을 이용하여 각 연결 요소들의 라벨링된 화소들의 개수를 조사하여 너무 적거나 너무 많은 부분은 찾고자 하는 연결 요소가 아니라고 배제한다. 즉, 라벨링된 화소들의 개수가 너무 적은 경우는 잡음이거나 그에 준하는 작은 성분들이고 라벨링된 화소들의 개수가 너무 크면, 큰 면적을 차지하는 도형이나 글자와 같은 부분을 의미하므로 찾고자 하는 연결 요소가 아니다. 따라서 하한 임계치과 상한 임계치를 설정하고 이 임계치 사이에 라벨링된 화소들의 개수가 존재할 때 찾고자 하는 연결 요소가 된다. 이를 식 (5)에 나타내었다. 이 식을 만족해야만 찾고자 하는 연결 요소의 후보 영역이 된다.

$$T_{n_1} < N < T_{n_2} \quad (5)$$

여기서, T_{n_1} , T_{n_2} 는 각각 5000, 60000의 화소 개수로 설정하였다.

4. 마지막으로 찾고자 하는 연결 요소와 비슷한 크

기와 비슷한 라벨링된 화소 개수를 가진 사각형이나 마름모와 같은 연결 요소가 있을 경우 위의 3가지 판단 기준으로는 찾고자 하는 연결 요소를 추출할 수 없다. 이런 경우 찾고자 하는 연결 요소의 기하학적인 구조를 보고 판단을 하여야 한다. 그림 4에서 보듯이 찾고자 하는 연결 요소는 주소 영역 추출 알고리즘에서 계산에 의해 구한 네 번째 점을 중심으로 한 사각형 영역이 연결 요소에 할당된 라벨을 가지고 있지 않다. 그러나 사각형이나 마름모의 경우는 주소 영역 추출 알고리즘에서 계산에 의해 구한 네 번째 점을 중심으로 한 사각형 영역은 연결 요소에 할당된 라벨을 가지고 있다. 이러한 특징을 이용하여 찾고자 하는 연결 요소를 추출할 수 있다.

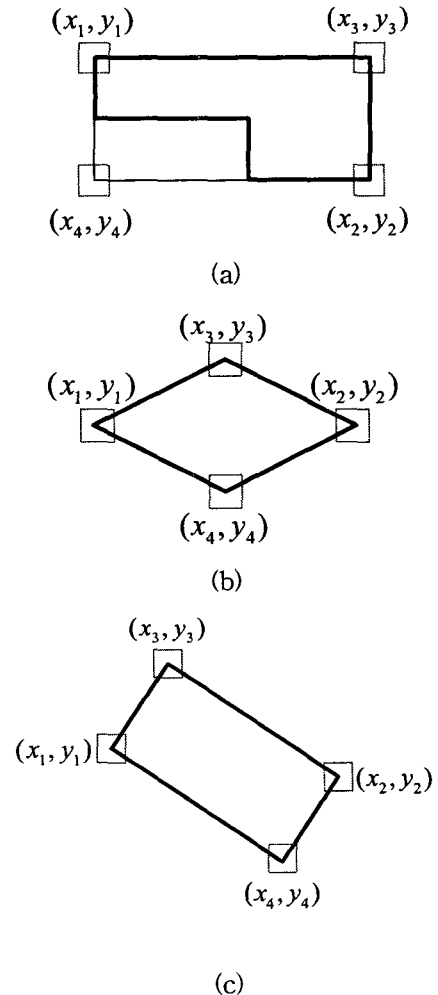


그림 4. (a) 찾고자 하는 연결 요소 (b) 유사 연결 요소인 마름모 (c) 유사 연결 요소인 사각형

2.5 텍베 라벨 영역의 수평 판단

언급한 판단기준을 적용하여 여러 개의 연결 요소들 중 찾고자 하는 연결 요소 즉, 후보 라벨 영역을 추출 하였을 때, 이 후보 라벨 영역이 수평인지 아닌지에 따라 주소 영역을 추출하는 방법이 조금 차이가 난다. 따라서 먼저 후보 라벨 영역이 수평인지 아닌지를 판단하여야 한다. 후보 라벨 영역이 수평 여부를 그림 5에서 판단할 수 있다.

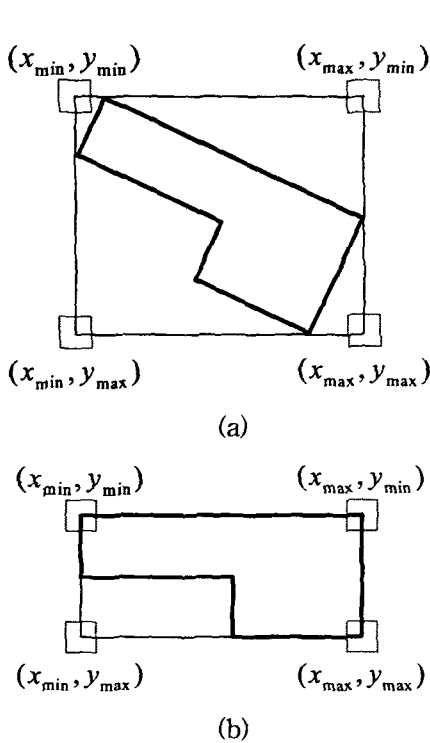


그림 5. (a) 수평이 아닌 후보 라벨 영역과 (b) 수평인 후보 라벨 영역

위 그림에서 네 개의 좌표 즉 $(x_{min}, y_{min}), (x_{max}, y_{min}), (x_{min}, y_{max}),$ 및 (x_{max}, y_{max}) 를 중심으로 하는 사각 영역들은 후보 라벨 영역에 할당된 라벨이 붙어있지 않다. 그러나 후보 라벨이 수평으로 놓여있을 경우 네 개의 좌표를 중심으로 한 사각 영역들은 후보 라벨 영역에 할당된 라벨이 붙어 있다. 이런 차이를 이용하면 후보 라벨 영역이 수평인지 아닌지 판단할 수 있다.

2.6 수평으로 배열되지 않을 때 주소 영역 추출

후보 라벨 영역이 수평이 아닐 때 우선 후보 라벨

영역에서 최외각 꼭지점 네 개를 찾는다. 4개의 최외각 꼭지점은 다음과 같이 구한다. x 축 방향으로 최소, 최대 좌표에 해당하는 x_{min}, x_{max} 와 그에 해당하는 각각의 y 축 좌표 $y_{x_{min}}, y_{x_{max}}$ 를 구하여 두 개의 최외각 꼭지점을 찾는다. 다음으로 y 축 방향으로 최소, 최대 좌표에 해당하는 y_{min}, y_{max} 와 그에 해당하는 각각의 x 축 좌표 $x_{y_{min}}, x_{y_{max}}$ 를 구하여 또 다른 두 개의 최외각 꼭지점을 찾고 이를 그림 6에 나타내었다.

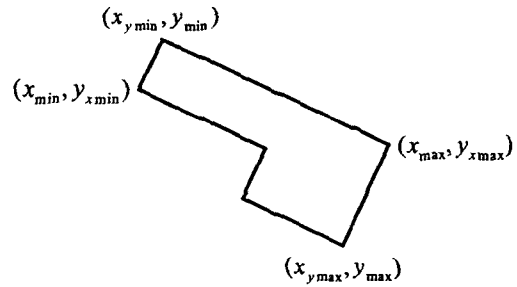


그림 6. 최외각 꼭지점

네 개의 최외각 꼭지점에서 두 점 사이의 거리가 가장 긴 장축을 구하게 된다. 두 점 사이의 거리는 식 (6)에 의하여 구한다.

$$P_i = (x_i, y_i), P_j = (x_j, y_j)$$

$$L_{(P_i, P_j)} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}, i, j = 0 \sim 3 \quad (6)$$

$$(x_i, y_i), (x_j, y_j) = \{(P_i, P_j) | \max(L_{(P_i, P_j)}), i, j = 0 \sim 3\} \quad (7)$$

식 (6)에 의하여 각각의 최외각 꼭지점간의 거리를 구한 뒤 가장 긴 거리를 이루는 두개의 점을 식 (7)에 의하여 구한 후 각각 인덱스 1과 2를 붙여 각각 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ 로 나타낸다. 장축을 이루지 않는 나머지 2개의 최외각 꼭지점들은 각각 k 및 l 인덱스를 붙이고 장축과의 거리를 계산한다. 장축과의 거리가 최대가 되는 최외각 꼭지점에 인덱스 3을 붙여 (x_3, y_3) 으로 나타낸다. 이 때 직선과 점과의 거리는 식 (8)을 이용하여 계산하고 식 (9)을 이용하여 인덱스 3을 붙일 점을 구한다.

$$ax + by + c = 0, (x_k, y_k)$$

$$D_k = \frac{|ax_k + by_k + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (8)$$

$$P_k = \{(x, y) | \max(D_k, D_l)\} \quad (9)$$

이러한 과정을 거쳐 네 개의 최외각 꼭지점 중에서 세 개의 꼭지점을 결정한다. 이를 그림 7에 나타냈다.

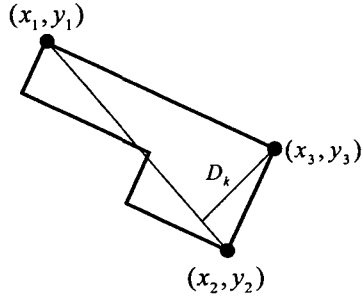


그림 7. 결정된 3개의 최외각 꼭지점

세 개의 최외각 꼭지점을 이용하여 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 둘러싸는 사각형을 이루는 네 번째 점 (x_4, y_4) 을 식 (10)에 의하여 구한다. 이렇게 구해진 점들을 그림 8에 나타내었다.

$$\begin{aligned} x_3 - x_1 &= x_2 - x_4 \\ y_3 - y_1 &= y_2 - y_4 \\ x_4 &= x_1 + x_2 - x_3 \\ y_4 &= y_1 + y_2 - y_3 \end{aligned} \quad (10)$$

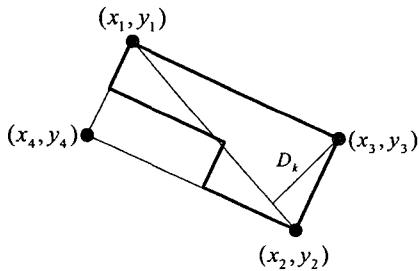


그림 8. 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 둘러싸는 사각형의 네 꼭지점

네 개의 꼭지점이 이루는 사각형 영역과 원 영상과의 논리적 곱을 통하여 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 추출할 수 있게 된다.

2.7 수평으로 놓여 있을 때 주소 영역 추출

후보 라벨 영역이 수평이라고 판단되면 수평이 아닐 때와 동일하게 최외각 꼭지점을 찾는다. 이렇게 찾아진 네 개의 최외각 꼭지점은 바로 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 둘러싸고 있는 사각형의 네 개의 꼭지점이 된다. 이를 그림 9에 나타내었다. 최종적으로 이 사각형 영역과 원 영상과의 논리적 곱을 통하여 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 추출할 수 있다.

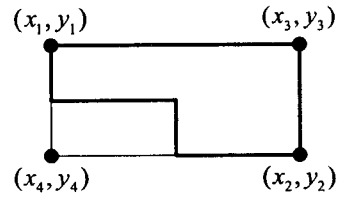
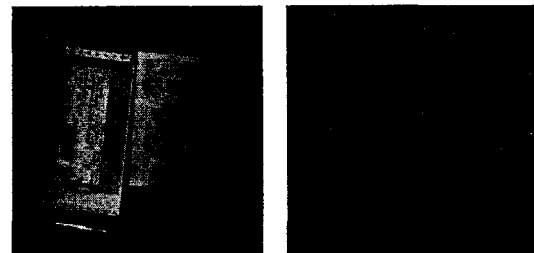


그림 9. 우체국 택배 라벨의 주소 영역을 둘러싸는 네 개의 꼭지점

III. 결과 및 고찰

실험은 CCD 라인 스캐너 시스템에서 획득된 4096x4096 크기 8비트 그레이 영상을 이용하였다. 그림 10(a), (b)는 획득된 원 영상이며, 검출된 주소 영역에 원 영상을 표시하여 그림 10(c), (d)에 나타내었다. 수행 시간은 인텔 CPU 펜티엄 III 866MHz, 786M바이트 메모리에서 각각 120ms, 130ms로서 초당 2-3개의 택배를 이송하는 컨베이어 시스템의 처리 속도에 부합된다고 할 수 있다. 실제 CCD 스캐너 시스템에 적용되는 PC는 2개의 인텔 제온 CPU와 1G바이트 크기의 메모리를 장착한 멀티프로세서 환경에서 동작하게 된다.



(a)

(b)

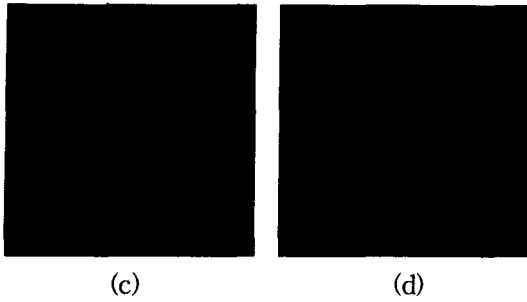


그림 10. 택배 라벨 검출 결과 (a),(b) 획득된 원 영상
(c),(d) 최종 택배 주소 영역 검출 영상

표 1에 CCD 라인 스캔 시스템으로부터 획득되어 실험에 사용된 택배 영상에 대하여 주소 영역 검출 수행 시간을 보였다. 평균 수행 시간이 0.181초로서 실시간으로 이동되는 택배물에서 실시간으로 효과적으로 주소 영역을 검출할 수 있음을 알 수 있다.

표 1. 주소 영역 검출을 위한 수행시간

| 영상 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 평균 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 수행 시간 (sec) | 0.06 | 0.32 | 0.33 | 0.07 | 0.32 | 0.10 | 0.11 | 0.14 | 0.18 |

IV. 결 론

택배물 분류의 자동화를 위하여 이미지 획득에 의한 물류정보 자동식별 방법으로 자동구분 및 기록관리 대상 정보의 일괄처리가 요구된다. 특히, 물류의 효율적인 제어 및 파악을 위해서는 CCD 기반 스캐닝 시스템을 기반으로 하는 배달되는 주소 영역의 자동 검출 시스템이 필요하다고 하겠다.

이를 위해서 본 논문에서는 우편물 택배에서 출발지 및 도착지 등의 다양한 정보를 포함하고 있는 라벨을 검출하는 알고리즘을 제안하였으며, 라벨의 실시간 검출을 위하여 우체국 표준 라벨의 특징을 이용하여 고속으로 택배 라벨을 검출할 수 있었다. 이를 실제 CCD 스캐너 시스템에 적용하여 만족할 만한 결과를 획득하였다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Nakagawa and A. Rosenfeld, "Some Experiments on Variable Thresholding," *Pattern Recognition*, vol. 11, pp. 191-204, Dec. 1978.
- [2] N. Ramesh, J.-H. Yoo, and I.K. Sethi, "Thresholding based on histogram approximation," *IEEE Proc.-Vis. Image Signal Processing*, vol. 142, no. 5, Oct. 1995.
- [3] Punam K. Saha, "Optimum Image Thresholding vis Class Uncertainty and Region Homogeneity," *IEEE Trans. on pattern analysis and machine intelligence*, vol. 23, no. 7, July 2001.
- [4] M. Cheriet, J. N. Said, and C. Y. Suen, "A Recursive Thresholding Technique for Image Segmentation," *IEEE Trans on image Processing*, vol. 7, no. 6, June 1998.
- [5] H. Y. Cahn, F. K. Lam, and Hui Zhu, "Adaptive Thresholding by Variation Method," *IEEE Trans on image Processing*, vol. 7, no. 3, June 1998.
- [6] M. Cheriet, J. N. Said, and C. Y. Suen, "A Recursive Thresholding Technique for Image Segmentation," *IEEE Trans on image Processing*, vol. 7, no. 6, June 1998.
- [7] M. Zhao and H. Yan, "Adaptive Thresholding Method for Binarization Blueprint Images," *Signal Processing and Its Applications, ISSPA '99. Proc. of the 5th Int. Symposium*, vol.2, pp. 931-934, Aug. 1999.
- [8] W. Xiaodan and W. Chongming, "Approach of Automatic Multithreshold Image Segmentation Based on Class Variance," *Intelligent Control and Automation, Proc. of the 3rd World Congress*, vol. 4, pp. 2671- 2674, July 2000.
- [9] J. Liu, Y. Y. Tang, Q. He, and C. Y. Suen, "Adaptive Document Segmentation and Geometric Relation Labeling: Algorithms and Experimental Results," *Pattern Recognition, Proc. of the 13th Int. Conf.*, vol. 3, pp. 763- 767, 1996.
- [10] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall, 2002.



원철호 (Chulho Won)
 1992년 경북대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
 1995년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1998년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1998년~1999년 계명대학교 의과대학 의공학교실 연구장사

1999년~2002년 Univ. of Iowa, Post. Doc.

현재 경일대학교 제어계측공학과 조교수
 연구 분야: 의용 계측, 의학 영상처리, 컴퓨터 비전



송병섭 (Byung-Seop Song)
 1994년 경북대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
 1997년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 2002년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

현재 경북대학교 첨단 감각기능 회복장치 연구센터 연구교수

연구분야: 의용전자공학, 생체신호처리



박희준 (Hee-Joon Park)
 1999년 경북대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사)
 2001년 금오공과대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 2003년 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료

현재 경북대학교 첨단 감각기능 회복장치 연구센터 연구원

연구분야: 의용전자공학, 생체신호처리,



이수형 (Soo-hyung Lee)
 1994년 경북 대학교 공과대학 (전자공학)
 1996년 경북 대학교 대학원 공학석사
 2001년 경북 대학교 대학원 공학박사
 현재 비주얼텍 근무

연구분야: 영상신호처리, 음성신호처리, 컴퓨터비전



임성운 (Sung-Woon Im)
 1987년 경북 대학교 공과대학(전자공학)
 1991년 경북 대학교 대학원 공학석사 (전력 전자)
 1995년 경북 대학교 대학원 공학박사 (전력 전자)

현재 경일대학교 제어계측공학과 부교수

연구분야: 전력전자, 센서응용, 컴퓨터응용제어



구본호 (Bon-Ho Koo)
 1980년 경북 대학교 공과대학 (전자공학)
 1985년 경북 대학교 대학원 공학석사 (전력전자)
 1991년 경북 대학교 대학원 공학박사

현재 경일대학교 제어계측공학과 부교수

연구분야: 전력전자, 제어공학, 마이크로 프로세서응용