

화소의 기울기와 레이블링을 이용한 효율적인 바코드 검출 알고리즘

김 승 진[†] · 정 윤 수^{††} · 김 봉 석[†]
원 중 운^{†††} · 원 철 호^{††††} · 조 진 호^{†††††} · 이 건 일^{††††††}

요 약

바코드의 기하학적 특징과 레이블링을 이용하여 효율적으로 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 네 개의 라인 연산자(line operator)[8]를 이용하여 화소가 가지는 방향을 구한 후, 블록 별로 각 방향에 대한 화소의 누적 히스토그램(histogram)을 구한다. 히스토그램에서 최대값과 최소값의 차가 가장 큰 블록을 바코드 영역의 블록이라고 결정한다. 구해진 블록만을 이용하여 바코드의 중심을 지나가는 직선을 구할 수도 있지만 좀더 정확한 직선을 구하기 위해 바코드 영역에 있는 많은 블록들을 찾는다. 가장 큰 차 값을 이용하여 문턱값을 구하고 블록별로 히스토그램의 최대값과 최소값의 차가 문턱값보다 큰 블록을 바코드의 기하학적(a) 특징을 갖는 블록으로 분류함으로써 블록을 대상으로 영상을 이진화한다. 이진화 한 영상에 대해 레이블링(labeling)[8, 9]을 행하여 바코드 영역의 후보 블록들을 결정한다. 후보 블록들의 화소를 이용하여 바코드의 기울기와 중심점을 바코드의 중심점을 구하여 바코드와 수직이고 바코드의 중심을 지나가는 직선을 그을 수 있으며 바코드를 검출 할 수 있다. 수직선이 지나갈 때 화소값을 순차적으로 획득함으로써 바코드가 가지고 있는 정보를 파악한다.

Bar Code Location Algorithm Using Pixel Gradient and Labeling

Seung-Jin Kim[†] · Yoon-Su Jung^{††} · Bong-Seok Kim[†]
Jong-Un Won^{†††} · Chul-Ho Won^{††††} · Jin-Ho Cho^{†††††} · Kuhn-Il Lee^{††††††}

ABSTRACT

In this paper, we propose an effective bar code detection algorithm using the feature analysis and the labeling. After computing the direction of pixels using four line operators, we obtain the histogram about the direction of pixels by a block unit. We calculate the difference between the maximum value and the minimum value of the histogram and consider the block that have the largest difference value as the block of the bar code region. We get the line passing by the bar code region with the selected block but detect blocks of interest to get the more accurate line. The largest difference value is used to decide the threshold value to obtain the binary image. After obtaining a binary image, we do the labeling about the binary image. Therefore, we find blocks of interest in the bar code region. We calculate the gradient and the center of the bar code with blocks of interest, and then get the line passing by the bar code and detect the barcode. As we obtain the gray level of the line passing by the bar code, we grasp the information of the bar code.

키워드 : 바코드(Bar Code), 라인 연산자(Line Mask), 이진화(Thresholding), 레이블링(Labeling)

1. 서 론

바코드는 제품의 판매 및 재고 관리 등 유통 업무 분야, 병원 및 도서관에서의 자료 관리 분야, 철도나 항공의 여객 및 화물 관리 분야, 그리고 공장자동화와 사무자동화 등 대량의 데이터를 신속하고 정확하게 처리하기 위한 분야에서 모두 찾아 볼 수 있다. 또한 바코드는 데이터의 입력이 정확하고 간소하며 컴퓨터 시스템에서 데이터 입력속도가 빨라 업무의 효율을 증대시키며, 불필요한 수작업을 제거하여

인건비 및 관리비 절감을 실현시키고, 코드의 수직방향으로의 훼손에도 데이터를 읽을 수 있다는 장점 때문에 그 쓰임새는 더욱 다양해지고 널리 이용되고 있다. 종래에는 핸드 스캐너를 이용하여 바코드를 판독하였으나, 최근에는 판독장치 위에 바코드가 인쇄된 상품을 통과시킴으로써 코드를 자동판독 하여 작업의 능력을 향상시키는 레이저 방식이 주류를 이룬다. 이러한 레이저 방식을 이용한 바코드의 자동판독을 위해서는 판독장치 위에 바코드가 붙은 상품이 지나갈 때 바코드의 위치를 정확히 파악하는 것이 무엇보다도 중요하다[1].

일정한 크기의 직선이 일정 영역 내부에 나열되어 있는 기하학적 특성을 가지고 있는 정보 저장매체로서의 바코드를 찾기 위한 방법으로는 화소가 가지는 기울기의 크기를

† 준 회원 : 경북대학교 대학원 전자공학과
 †† 정 회원 : 한국전자통신연구원 선임연구원
 ††† 준 회원 : 한국전자통신연구원 연구원
 †††† 정 회원 : 경일대학교 제어계측공학과 교수
 ††††† 정 회원 : 경북대학교 전자공학과 교수
 †††††† 정 회원 : 경북대학교 공과대학 교수
 논문접수 : 2003년 3월 25일, 심사완료 : 2003년 9월 17일

이용하는 방법[2, 3], 신경망(neural networks)을 이용하는 방법[4, 5], 그리고 HT(hough transform)을 이용하는 방법[6, 7] 등이 있다. 화소가 가지는 기울기의 크기를 이용하는 방법은 바코드 영역의 화소라고 판단하는 기울기의 크기에 대한 문턱값을 정하기 어렵고, 기울기의 크기가 문턱값보다 큰 화소 중에서 바코드 영역의 화소만을 검출하기 위해 신경망이나 클러스터화(clustering)를 이용하므로 복잡하고 알고리즘 수행시간이 길다. 바코드 영상을 학습시킨 후 학습된 신경망을 이용하여 바코드가 포함된 영상에서 바코드를 검출하는 방법은 학습을 하는 과정이 필요하므로 실시간 구현에 어려움이 있다. 그리고 HT을 이용하여 바코드를 검출하는 방법은 HT을 하는 과정 때문에 실시간 구현에 어려움이 있고 HT에서 찾은 에지 성분들 중에서 바코드에 의해 나타나는 에지와 다른 에지 사이의 구별이 힘들다.

본 논문에서는 바코드가 포함된 영상에서 바코드의 기하학적 특징과 레이블링을 이용하여 바코드를 효율적으로 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 바코드가 포함된 영상에서 바코드는 일정한 크기와 동일한 방향의 직선으로 구성되어 있으므로 바코드가 있는 영역은 가장 일정한 에지 방향을 가지고 있음을 이용하여 바코드가 있는 영역을 추출한다. 네 개의 라인 연산자를 이용하여 화소가 가지는 방향을 구하고 블록 별로 각 방향에 대한 화소의 개수를 누적한 히스토그램을 구한다. 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차를 구한 후 그 차가 가장 큰 블록을 바코드 영역의 블록이라고 결정한다. 바코드의 중심을 지나가는 직선을 좀 더 정확히 구하기 위해 바코드 영역의 많은 후보 블록들을 찾는다. 바코드를 포함하는 블록들을 찾기 위해 먼저 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차를 이용하여 문턱값을 구한다. 각 블록이 가지는 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 문턱값보다 큰 블록을 바코드의 기하학적 특징을 갖는 블록으로 분류함으로써 블록을 대상으로 영상을 이진화 한다. 이진화 된 영상에 대해 레이블링을 행하여 연결 성분이 가장 많은 블록들을 바코드 영역의 후보블록으로 결정한다. 후보블록들의 모든 블록의 화소에 대해서 수평방향으로의 변화량과 수직방향으로의 변화량을 구하여 기울기를 구하고 각 블록들의 중심점들의 평균을 구하여 바코드의 중심점을 구한다. 기울기와 중심점을 이용하여 바코드와 수직이고 바코드의 중심을 지나가는 직선을 긋고 바코드를 검출한다. 직선이 지나갈 때 화소값을 순차적으로 획득함으로써 바코드가 가지고 있는 정보를 파악한다.

2. 제안한 바코드 검출 알고리즘

본 논문에서는 바코드가 포함된 영상에서 바코드의 기하학적 특징과 레이블링을 이용하여 바코드를 효율적으로 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 네 개의 방향을 고려한 라인 연산자를 이용하여 화소가 가지는 방향에 대한 히스토그램

을 구한다. 블록 별로 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차를 구하여 차가 가장 큰 블록을 바코드 영역의 블록이라고 결정하고 그 때의 차를 이용하여 문턱값을 구한다. 문턱값을 이용하여 블록 단위로 영상을 이진화 한 후 레이블링을 행하여 연결 성분이 가장 많은 블록들을 바코드 영역의 후보 블록으로 결정한다. 후보 블록들의 모든 화소를 이용하여 바코드의 기울기와 중심점을 구한 후 바코드와 수직이고 바코드의 중심을 지나가는 직선을 긋고 바코드를 검출 한다. 수직선이 지나갈 때 화소값을 순차적으로 획득함으로써 바코드가 가지고 있는 정보를 파악한다.

2.1 화소의 방향성과 바코드 영역의 블록 결정

바코드는 바(bar)와 공백(space)을 특정한 형태로 조합하여 문자, 숫자 및 기호 등을 광학적으로 판독하기 쉽게 부호화한 것으로 바코드의 시작과 끝을 명확하게 구분하기 위해서 첫 번째 문자의 앞과 마지막 문자의 뒤에는 공백 부분이 있다. 이러한 바코드가 포함된 영상에서 바코드가 있는 영역은 바코드의 바와 공백의 조합으로 인한 일정한 크기의 직선이 일정 영역 내부에 나열되어 있는 기하학적 특성을 가지기 때문에 영상의 다른 어느 부분보다 에지 성분이 많고 에지의 방향이 일정하며 영상의 다른 부분보다 동일한 방향을 가지는 화소들이 집중되어 있다. 따라서 블록 단위로 화소의 방향이 가장 일정한 블록들을 찾음으로써 바코드 영역을 찾을 수 있다.

각 화소가 가지는 방향을 결정하기 위해 네 개의 방향 0, 45, 90 및 135°를 고려하는 4개의 라인 연산자를 이용하여 방향의 크기를 계산한 후, 가장 큰 값을 가지는 방향을 그 화소의 방향이라고 결정한다. 따라서 임의의 화소에서 화소가 가지는 방향 $\theta(x, y)$ 은

$$\theta(x, y) = \arg[\max(|f(x, y) \times m_{\theta_i}|)] \quad (1)$$

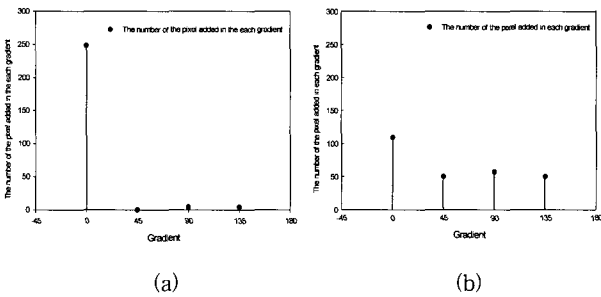
로 결정된다. 여기에서 m_{θ_i} 는 라인 연산자, θ_i 는 고려된 네 개의 방향을 나타내며 $i = 1, \dots, 4$ 에 대해 각각 $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 45^\circ$, $\theta_3 = 90^\circ$, $\theta_4 = 135^\circ$ 를 나타낸다.

화소가 가지는 방향 구한 후 영상에서 바코드 영역을 블록 단위로 찾는다. (그림 1)은 화소가 가지는 방향을 구한 후 특정 블록의 각 방향에 대한 화소의 누적 히스토그램을 나타낸 것이다. (그림 1)에서 볼 수 있는 것처럼 블록 단위로 영상을 나누었을 때 배경이나 문자를 포함하는 블록, 즉 바코드 영역 밖의 블록은 다양한 방향을 가지는 화소들로 구성이 되어 있으므로 각 방향에 대한 화소 수의 누적 히스토그램 값이 비슷하다. 그러나 바코드를 포함하는 블록은 같은 방향의 에지를 많이 포함하므로 각 방향에 대한 화소의 수를 누적한 히스토그램에서 바코드의 직선 방향에 따라 특정 방향의 히스토그램 값이 다른 방향의 히스토그램 값보다 상대적으로 크다. 따라서 바코드 영역의 블록은 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값과

의 차는 크므로 네 개의 방향에 대한 화소의 개수를 누적한 히스토그램을 구한 후 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값과의 차를 구한다. 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값과의 차는

$$\Delta h_{B(x', y)} = \max(h_{B(x', y)}(\theta_i)) - \min(h_{B(x', y)}(\theta_j)) \quad (2)$$

와 같다. 여기에서 $h_{B(x', y)}(\theta_i)$ 와 $h_{B(x', y)}(\theta_j)$ 는 수행되고 있는 블록 $B(x', y)$ 에서 방향 θ_i 와 θ_j 를 가지는 화소의 누적 히스토그램 값을 나타낸다. 그리고 $i, j = 1, \dots, 4$ 에 대해 $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = 45^\circ$, $\theta_3 = 90^\circ$ 및 $\theta_4 = 135^\circ$ 이며 θ_i 와 θ_j 는 같지 않다.



(그림 1) (a) 바코드 영역의 블록과 (b) 바코드 영역 밖의 블록의 0, 45, 90, 및 135° 방향에 따른 화소의 누적 히스토그램

이렇게 구해진 값이 가장 큰 블록은 같은 방향의 화소를 가장 많이 포함하고 있으므로 동일한 방향의 직선을 가지는 같은 방향의 에지들로 구성된 바코드의 기하학적인 특징을 가장 잘 나타내는 바코드 영역의 블록이다.

2.2 레이블링에 의한 바코드 영역 검출

바코드의 정보 해석을 위해서는 바코드의 중심을 지나가는 직선이 필요하다. 각 블록에 대해 네 개의 방향에 대한 화소의 개수를 누적한 히스토그램에서 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값과의 차가 가장 큰 블록을 이용하여 바코드의 기울기와 중심좌표를 구할 수 있다. 그러나 바코드의 정확한 기울기와 중심점을 찾기 위해서는 바코드 영역의 더 많은 후보 블록들이 필요하다. 따라서 바코드 영역의 블록들을 찾기 위해 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차 중에서 가장 큰 값을 이용하여 문턱값을 결정한다. 이때 문턱값은

$$Th = k * \max(\Delta h_{B(x', y)}) \quad (3)$$

이며, 여기에서 k 는 임의의 상수이다.

문턱값을 이용하여 각 블록의 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 문턱값 보다 큰 블록을 바코드의 기하학적 특징을 갖는, 바코드를 포함하는 블록으로 분류함으로써 블록을 대상으로 영상을 이진화 한다. 바코드의 기하학적 특징을 갖는 블록들은 바코드 영역 밖에도 존재하지만 바코드 영역의 다른 블록들과 인접하면서 많

이 분포한다. 그러므로 바코드 영역의 후보 블록들을 추출하기 위해 이진화 한 영상에 대해 레이블링[8,9]을 행하여 연결 성분이 가장 많은 블록들을 바코드 영역의 후보 블록으로 결정한다. 그리고 바코드를 포함하는 바코드 영역의 블록으로 결정된 블록들이 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 가장 큰 블록을 포함하고 있는지를 확인함으로써 검출된 후보 블록들이 바코드 영역의 블록들임을 확인한다.

2.3 바코드 기울기와 중심점 계산 및 바코드 검출

바코드 영역의 후보 블록들을 이용함으로써 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 가장 큰 블록 하나만을 이용할 때보다 바코드의 기울기와 중심점을 좀더 정확하게 구할 수 있다. 바코드 영역의 후보 블록들의 모든 화소에 대해 수평방향으로의 변화량과 수직방향으로의 변화량을 구하여 바코드의 기울기를 구하고 후보 블록들의 중심점들의 평균을 구하여 바코드의 중심점을 구한다. 이때 바코드의 중심점을 지나가는 직선의 기울기는 바코드를 구성하는 직선의 기울기와 수직이므로 직선의 기울기 θ 는 식 (4), 식 (5), 및 식 (6)을 이용하여 구한다.

$$dx = \sum_{(x, y) \in S'} f(x, y) \times m_x \quad (4)$$

$$dy = \sum_{(x, y) \in S'} f(x, y) \times m_y \quad (5)$$

$$\theta = 90^\circ - \tan^{-1} \left(\frac{dy}{dx} \right) \quad (6)$$

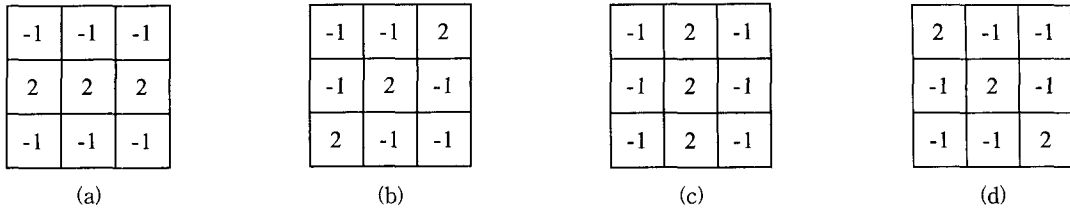
여기에서 S' 는 추출된 바코드 영역의 후보블록들을, m_x, m_y 는 수평과 수직 방향에 대한 필터를 각각 나타낸다.

이렇게 구한 기울기와 중심점을 이용하여 바코드와 수직이고 바코드의 중심을 지나가는 직선을 그을 수 있다. 또한 바코드 영역의 후보블록들을 이용하여 4개의 최외각점을 구하여 바코드가 포함된 직사각형의 영역을 만든 후, 기울기와 중심점을 이용하여 직사각형을 회전함으로써 바코드를 검출한다. 수직선이 지나갈 때의 화소값을 순차적으로 획득함으로써 바코드가 가지고 있는 정보를 파악한다.

3. 실험 결과 및 고찰

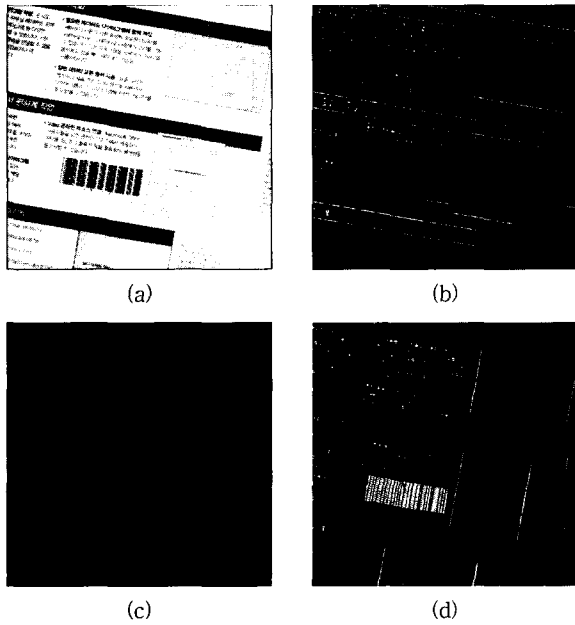
제안한 방법의 성능 평가를 위한 실험에서는 다양한 분야에서 널리 사용되는 CODE39, 국내의 상품관리용으로 사용되는 KAN, 미국과 캐나다에서 상품관리를 위해 사용되는 UPC, 미국과 캐나다 이외의 지역에서 상품관리를 위해 사용되는 EAN, 및 서적을 포함한 연속간행물의 관리를 위해 사용되는 ISBN 등 다양한 바코드를 포함하는 1024×1024 크기의 영상을 이용하였으며 결과 영상들은 바코드 영역을 중심으로 한 원영상에 대한 부분영상이다.

블록 별로 0, 45, 90 및 135° 등 네 개의 방향에 대한 화소의 수를 누적한 히스토그램을 구하기 위해 이용한 네 개의 라인 연산자[8]는 (그림 2)와 같다. 또한, 라인 연산자에 의

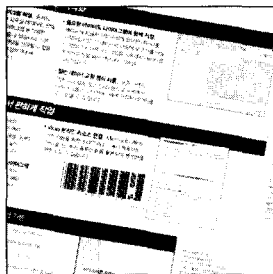


(그림 2) (a) 0° 방향 (b) 45° 방향 (c) 90° 방향 및 (d) 135° 방향의 라인 연산자

한 연산값이 가장 큰 방향이 화소가 가지는 방향이며 네 개의 라인 연산자를 이용하여 구한 각 화소가 가지는 방향은 (그림 3)과 같다. (그림 1)의 바코드를 포함하는 블록과 그렇지 않은 블록의 각 방향에 대한 화소의 개수를 누적한 히스토그램에서도 볼 수 있었던 것처럼 바코드 영역에 동일한 방향을 가지는 화소들이 집중되어 있음을 볼 수 있다.



(그림 3) (a) 실험 영상과 이 영상에 대해 (b) 0° (c) 45° 그리고 (d) 90° 방향의 라인 연산자를 적용한 결과 영상



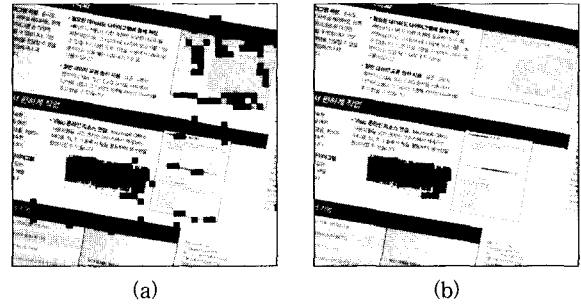
(그림 4) 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 최대인 바코드 영역의 블록

이러한 바코드 영역의 기하학적인 특징을 이용하여 검출된 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 최대인 블록은 (그림 4)에서 볼 수 있는 것처럼 바코

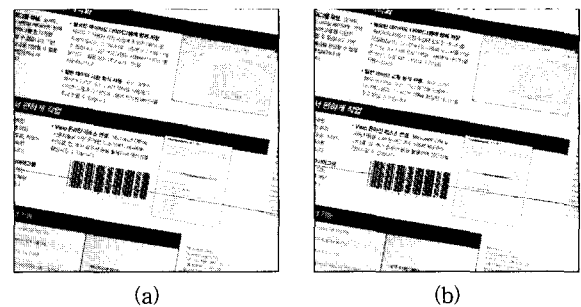
드를 포함하는 영상에서 바코드 영역에 포함됨을 볼 수 있다.

바코드의 중심을 지나가는 직선의 정확한 기울기와 중심 좌표를 찾기 위해 바코드를 포함하는 더 많은 후보 블록들을 검출하기 위해 문턱값을 이용하여 블록을 대상으로 영상을 이진화 하였다. (그림 5)(a)는 이진화 한 영상으로써 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 문턱값보다 큰 블록들은 바코드 영역에 많이 분포하고 있음을 볼 수 있다. 이진화 된 영상에 대해 레이블링을 행하여 연결 성분이 가장 많은 라벨이 붙은 블록들을 바코드를 포함하는 후보 블록으로 결정한다. (그림 5)(b)는 레이블링 후 바코드 영역의 후보 블록들을 나타낸다. 후보 블록들이 바코드 영역에 있음을 볼 수 있다.

(그림 6)은 각 방향에 대한 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 최대인 블록만을 이용하여 구한 바코드의 중심을 지나가는 직선과 바코드 영역의 후보 블록들을 이용하여 구한 바코드의 중심을 지나가는 직선을 나타낸다. (그림 6)에서 보는 바와 같이 각 방향에 대한 최대 히스토

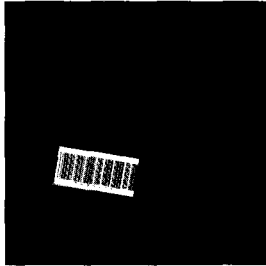


(그림 5) (a) 문턱값을 이용하여 구한 이진화 영상과 (b) 바코드 영역의 후보블록들



(그림 6) (a) 바코드를 포함하는 블록과 (b) 바코드 영역의 후보블록들을 이용하여 구한 바코드 위를 지나가는 직선

그림 값과 최소 히스토그램 값의 차가 최대인 블록만을 이용하여 직선을 구할 수도 있지만 바코드 영역의 후보 블록들을 이용하여 구한 직선이 바코드의 중심을 좀더 정확하게 지나감을 볼 수 있다. 또한 제안한 알고리즘에 의해서 바코드 검출이 가능함을 (그림 7)을 통해서 확인할 수 있다.



(그림 7) 제안한 알고리즘에 의해 검출된 바코드

〈표 1〉 바코드 검출 시간 및 검출율

바코드 검출 시간			바코드 검출율[%]
최소 검출 시간[s]	최대 검출 시간[s]	평균 검출 시간[s]	
0.622	1.42	0.89	95

CODE39, KAN, UPC, 그리고 ISPN 등의 다양한 바코드와 배경을 포함하는 80개의 영상에 대한 알고리즘의 수행 시간과 바코드 검출의 결과를 <표 1>에 나타내었다. 펜티엄 III CPU 866GHz와 256MB의 DRAM을 탑재한 개인용 PC에서 수행되었다. 평균 0.89초의 검출 시간과 95%의 바코드 검출율을 보였다. 하지만, 복잡한 배경을 가지는 영상에서는 문턱값보다 큰 값을 가지는 블록이 많기 때문에 블록 단위의 레이블링 과정에서 바코드 검출 시간이 길어지고 바

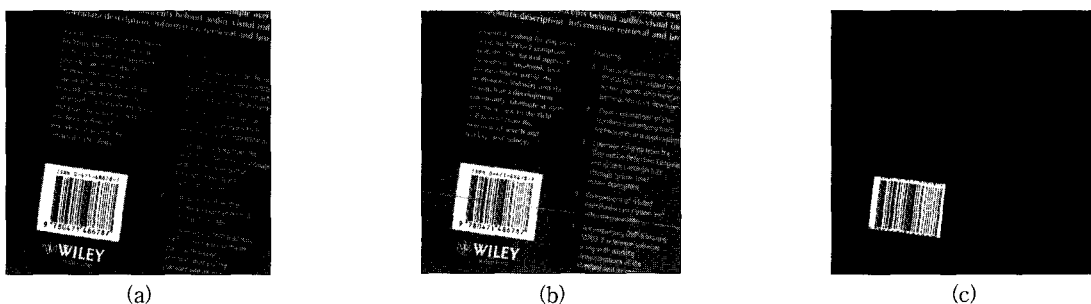
코드 검출에 실패하는 경우도 있었다.

표준으로 사용되고 있는 여러 종류의 바코드를 대상으로 제안한 알고리즘의 신뢰도를 확인하기 위해 바코드의 각도와 배경의 패턴을 다양하게 하면서 바코드 검출 실험을 행하였고 그 결과 중 일부분을 (그림 8)과 (그림 9)에 나타내었다. 제안한 방법을 임의의 배경과 각도로 회전된 바코드를 포함하는 영상에 적용한 결과, 바코드를 지나가는 직선을 그을 수 있었고 바코드를 검출할 수 있었다.

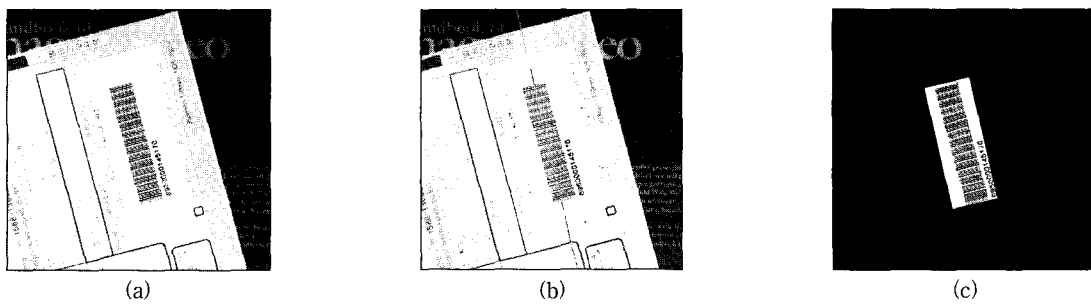
4. 결 론

본 논문에서는 바코드의 특징과 레이블링을 이용하여 바코드를 효율적으로 검출하는 방법을 제안하였다. 바코드는 동일한 크기와 방향의 직선으로 구성되어 있는 기하학적 특징을 이용하여 화소가 가지는 방향을 네 개의 방향을 고려한 라인 연산자를 이용하여 구하고 블록 별로 각 방향에 따른 화소의 누적 히스토그램을 구한다. 최대 히스토그램 값과 최소 히스토그램 값의 차가 가장 큰 블록을 바코드 영역의 블록이라고 결정한다. 문턱값을 이용하여 각 블록 단위로 영상을 이진화 하고 이진화 된 영상에 대해 레이블링을 행하여 연결 성분이 가장 많은 블록들을 바코드 영역의 후보 블록으로 결정한다. 후보 블록의 모든 화소를 이용하여 바코드의 기울기와 중심점을 구한 후 바코드와 수직이고 중심을 지나가는 직선을 그을 수 있고 바코드를 검출할 수 있다. 수직선이 지나갈 때 화소값을 순차적으로 획득함으로써 바코드가 가지고 있는 정보를 파악한다.

제안한 방법을 임의의 배경과 각도로 회전된 바코드를 포함하는 영상에서 바코드를 지나가는 직선을 그어 바코드가 가지고 있는 정보를 파악할 수 있으며 우체국, 물류센



(그림 8) (a) 실험 영상 1과 제안한 방법에 의한 (b) 바코드 위를 지나가는 직선 및 (c) 검출된 바코드



(그림 9) (a) 실험 영상 2와 제안한 방법에 의한 (b) 바코드 위를 지나가는 직선 및 (c) 검출된 바코드

터, 도서관, 공장 등 업무의 자동화와 전산화에 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] T. Pavlidis, J. Swartz and Y. P. Wang, "Fundamentals of bar code information theory," *IEEE Computer*, Vol.23, No. 4, pp.74-86, 1990.
 [2] A. K. Jain and Y. Chen, "Bar Code Localization Using Texture Analysis," *Proc. of 2nd Int. Conf. on Document Analysis and Recognition*, pp.41-44, 1993.
 [3] V. G. Christian, N. Normand and D Barba, "A Bar Code Localization algorithm Using a Two-Dimensional Approach," *Proc. of 2nd Int. Conf. on Document Analysis and Recognition*, pp.45-48, 1993.
 [4] C. C. Lo and C. A. Chang, "Neural networks for bar code positioning in automated material handling," *Int. IEEE/IAS Conf. on Industrial Automation and Control: Emerging Technologies*, pp.485-491, 1995.
 [5] R. J. Howlett, S. Berthier and G. J. Awcock "Determining the location of industrial bar-codes using neural networks," *6th Int. Conf. on Image Processing and Its Applications*, pp.511-515, 1997.
 [6] R. Muniz, L. Junco and A. Otero, "A Robust Software Barcode Reader using the Hough transform," *Int. Conf. on Information Intelligence and Systems*, pp.313-319, 1999.
 [7] P. Z. Yan and L. T. Chew, "Hough technique for bar charts detection and recognition in document images," *Int. Conf. on Image Processing*, Vol.2, pp.605-608, 2000.
 [8] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd Ed., Prentice Hall, NJ, 2002.
 [9] D. H. Ballard and C. M. Brown, *Computer Vision*, Prentice Hall, NJ, 1982.



김 승 진

e-mail : starksjin@palgong.knu.ac.kr
 2000년 경북대학교 공과대학 전자전기컴퓨터학과(석사)
 2002년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 2003년~현재 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 영상통신



정 윤 수

email : yoonsu@etri.re.kr
 1993년 경북대학교 전자공학과(공학사)
 1995년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1998년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1999년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원

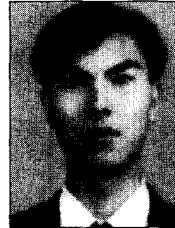
관심분야 : 영상처리 및 압축, 컴퓨터 비전, Auto ID, RFID (Radio Frequency Identification)



김 봉 석

e-mail : yullyu@palgong.knu.ac.kr
 2000년 경북대학교 공과대학 전자전기컴퓨터학과(석사)
 2002년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 2003년~현재 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 비전



원 중 운

e-mail : bestwon@etri.re.kr
 1996년 한국해양대학교 제어계측공학과(학사)
 1998년 한국해양대학교 대학원 제어계측공학과(석사)
 1999년 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정
 2003년~현재 한국전자통신연구원 연구원

관심분야 : 컴퓨터 비전, 패턴 인식, 비디오 인덱싱



원 철 호

e-mail : chulho@kiu.ac.kr
 1992년 경북대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
 1995년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1998년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1998년~1999년 계명대학교 의과대학 의공학교실 연구강사
 1999년~2002년 Univ. of Iowa, Post. Doc.
 현재 경일대학교 제어계측공학과 조교수
 관심분야 : 의용 계측, 의학 영상처리, 컴퓨터 비전



조 진 호

e-mail : jhcho@ee.knu.ac.kr
 1984년~현재 경북대학교 전자공학과 교수
 1984년~현재 경북대학병원 의공학과장(겸무)
 1984년~현재 경북대학교 대학원 의공학과 의공학과장
 1984년~현재 경북대학교 의과대학 의공학교실 주임교수

연구분야 : 의용전자공학, 의공학, 생체신호처리



이 건 일

e-mail : kilee@knu.ac.kr
 1982년~1983년 미국 RPI 공과대학 교환교수
 1984년~1986년 경북대학교 전자기술연구소 소장
 1990년~1993년 생산기술연구원 HDTV 디스플레이 분과위원

1997년~1999년 대한전자공학회 대구경북지부 지부장
 2001년 교육공로상 수상, 부총리겸 교육인적자원부장관 한완상
 1969년~현재 경북대학교 공과대학 교수
 1995년~현재 산업표준심의회 전자부회 전자관(IEC/TC39) 전문위원회 위원
 관심분야 : 비디오 및 오디오 공학, 전자계측, 의용전자공학