

물류 영상에서 MaxiCode 후보 영역 검증 방법 에 관한 연구

김일숙*, 박문성**

* 충남대학교, **한국전자통신연구원 우정기술연구센터
e-mail : iskim@cnu.ac.kr

A Study on Candidate Region Verification Method of MaxiCode in the Logistics Image

Il-Sook Kim*, Moon-Sung Park**

*ChungNam National University,
**ETRI Postal Technology Research Center

요 약

인터넷 및 전자상거래의 발전으로 인해 물류가 급증하고 있다. 물류 인수인계 문서 및 물류 정보의 전달 수단으로서 2 차원 바코드가 사용되는데 본 논문에서는 MaxiCode 에 대한 관심영역 추출 결과를 검증하는 방법을 제시하였다. 제안된 방법은 물류상에 바코드 영역 추출 방법에 의해 여러 종류의 바코드 중에서 MaxiCode 영역인지 검증하는 방법으로써 검증 후보 영역 설정, 후보 영역으로부터 중심점 획득, 중심점 검증 단계로 MaxiCode 의 영역 검증 방법을 제시한 것이다.

2. 영역 검증의 개요

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, 2]. 인터넷 및 전자상거래의 발전으로 인해 전자 문서 및 물류 정보의 전달 수단으로서 2 차원 바코드가 사용되고 있다. 이는 많은 정보를 표현할 수 있으므로 고객과의 상호작용을 위한 주요 정보(예. 요금인증, 다양한 서비스 코드, 분류코드 등)가 반영되고 있다. 이러한 환경과 이와 유사한 대용량 영상에서 다양한 ROI(Region of Interest)의 고속 추출을 위한 접근방법이 연구되었다[2-7].

본 논문에서는 2 차원 바코드 중에서 MaxiCode 에 대한 관심영역 추출 결과를 바탕으로 바코드 영역인지 검증하는 과정을 제시하고자 한다. 이는 이송되는 물류상에 바코드 영역 추출 방법에 의해 여러 종류의 바코드 중에서 MaxiCode 영역인지 검증하는 방법으로 사용될 수 있다. 바코드 영역 검증을 위한 방법으로 검증후보 영역 설정, 후보 영역으로부터 중심점 획득, 중심점 검증 단계로 MaxiCode 의 영역 검증 방법을 제시한 것이다. 본 논문의 제 2 장에서는 대용량 영상에서 ROI 를 고속으로 추출결과를 바탕으로 바코드 영역 검증을 위한 방법을 제시하고, 제 3 장에서는 바코드 후보 영역이 MaxiCode 가 정확한지 검증하는 방법을 구현한 결과를 보였으며, 제 4 장에서는 구현 결과를 살펴보고 향후 연구방향에 대하여 다루었다.

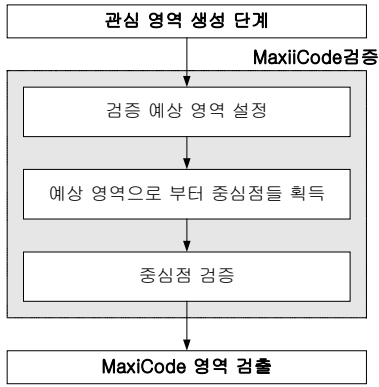
본 논문에서는 바코드 관심영역 고속 추출 방법을 통해 추출된 영역[7]에 대하여 2 차원 바코드중에서 MaxiCode 를 판독하기 전에 추출된 영역인지 검증하는 절차를 제시하였다. 주된 영역 검증을 위한 접근 방법으로 (그림 1)과 같이 정의하고 제시된 절차에 의해 정확하게 영역 검증을 위해 MaxiCode 의 특징들을 활용하였다.

MaxiCode 는 중심에 원형 인식패턴이 존재하기 때문에 방향과 상관없이 검색이 가능하다. 바코드 후보 영역에 대한 고속추출을 위해 사용된 중심축을 사용하지 않고 검증이 가능하다. 하지만 전체 알고리즘 흐름상 기준축 및 중심축 생성후 검증 알고리즘이 실행되는 방법을 적용한다.

MaxiCode 의 인식 패턴 특성상, 패턴이 중앙에 몰려 있으므로 관심 영역 중 2/6 인 영역만 검토해도 문제 없다. 영역을 줄인 이유는 그 만큼 시간을 단축 시키기 위함이다.

이 알고리즘을 구현하기 위해서는 관심 영역을 6x6 으로 나누고 중앙의 2x2 영역만 검색하여 패턴을 찾아낸다.

물론 MaxiCode 의 패턴도 다른 여러 패턴들과 마찬가지로, 유사한 잡음 영역이 잘못 인식 될 수 있기 때문에 패턴을 인식하더라도 몇 가지 다른 기법을 사용하여 MaxiCode 를 재 검증하도록 하였다.



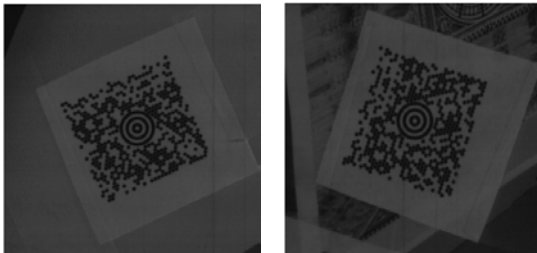
(그림 1) MaxiCode 검증 Flowchart

(그림 1)은 MaxiCode 를 찾기 위한 기본적인 알고리즘을 세가지로 나누어 본 것이다.

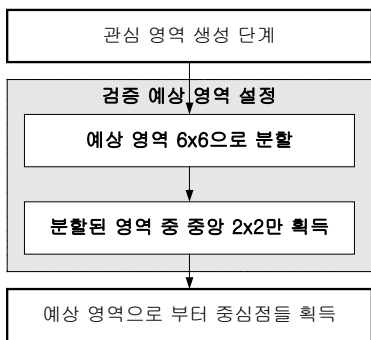
3. 영역 검증 방법 구현

가. 검증 후보 영역 설정

(그림 2)는 검증 후보 영역 설정을 자세히 들여다본 모습입니다. 검증 후보 영역 설정 부분은 다시 두 단계로 나뉘어 진다. 우선 검증하고자 하는 영상을 6x6으로 나누고, 이 블록들에서 중앙의 2x2 영역만 검증 후보 영역으로 재설정한다.



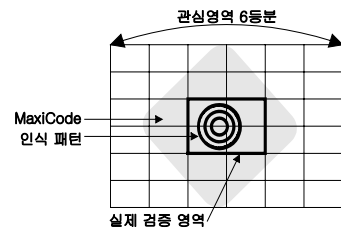
(그림 2) 원본 영상



(그림 3) 검증 후보 영역 설정 Flowchart

이렇게 재설정된 영역은 다음 단계에서 17 단계로 나누어진 후, '4 단계 ~ 12 단계'까지 9 단계로 차례대로 양자화되며 연산을 수행 한다.

이 과정을 수행하면 (그림 4)와 같이 후보 영역의 중앙 2x2 만 검증 영역으로 남게 된다.

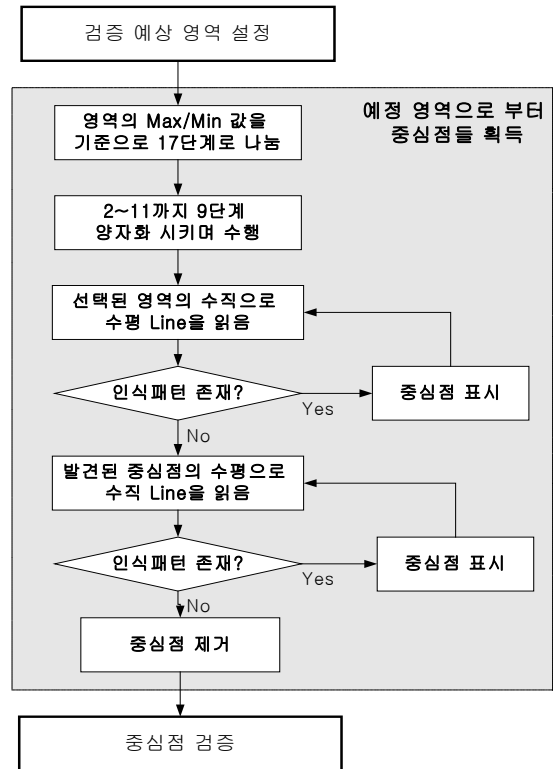


(그림 4) 검증 후보 영역

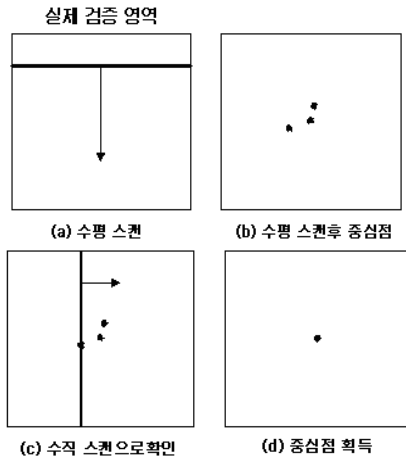
나. 중심점 추출

바코드 검증 후보 영역으로부터의 중심점들 획득이다. 여기서 '중심점들' 이라고 한 이유는 위에서 아래로 수평선을 스캔하며 인식 코드를 비교하고, 이 과정에서 동일한 코드가 발견되면 그 위치에 중심점만 표시하면서 처음부터 끝까지 수행하기 때문이다. 따라서 이 알고리즘을 모두 수행하고 나면 수평 방향으로 여러 개의 중심점들 생성된다(그림 5). 위의 과정으로 중심점이 얻어지면 이 중심점들을 중심으로 수직으로 인식 코드가 존재 하는지 확인한다.

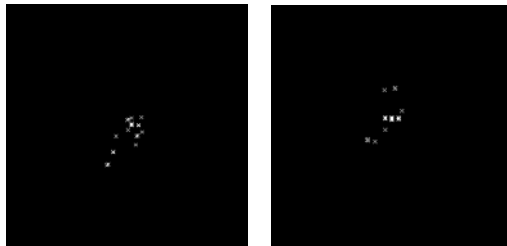
만일 인식 코드 존재 하지 않는다면 그 중심점은 제거한다. 우선 바코드 영역의 최대 Pixel 값과, 최소 Pixel 값을 구한다. 이 값을 17 등분하고 이 값들을 기준으로 양자화 시키며 결과를 비교한다. MaxiCode 는 2 단계에서 11 단계까지 9 단계만 수행 한다. 단계가 구해지면 단계별로 우선 수직으로 수평 라인을 스캔하고, 인식패턴이 발견된곳을 다시 수직 라인 스캔 한다. 이 과정을 통해 수평과 수직 모두 인식 패턴이 있다고 나타난 곳만 남긴다. 이 과정을 앞에서 언급하였듯 단계별로 총 9 번 수행한다.



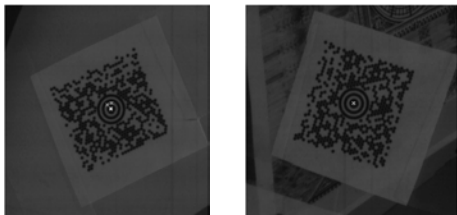
(그림 5) 후보 영역으로부터 중심점들 획득 Flowchart



(그림 6) 중심점 획득 과정



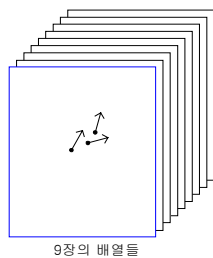
(그림 7) 실제 중심점들이 검출된 영상



(그림 8) MaxiCode 중심점 추출

(그림 8)은 중심점 추출 알고리즘을 사용하여 일반적인 MaxiCode 에서 중심점을 찾아낸 모습이다. 실험 결과 일반적인 경우는 여러장의 MaxiCode 가 존재하지 않는이상, 1 개의 중심점이 검출되거나 (그림 8)과 같이 2 개만이 검출되었다. MaxiCode 역시 인식 패턴을 확인하는 알고리즘은 계속 반복되어 사용됨으로 뒤쪽에서 자세히 알아 보도록 한다. 앞의 과정을 모두 수행하면 (그림 9)와 같이 중심점들이 표시되어있는 9 개의 배열이 만들어진다.

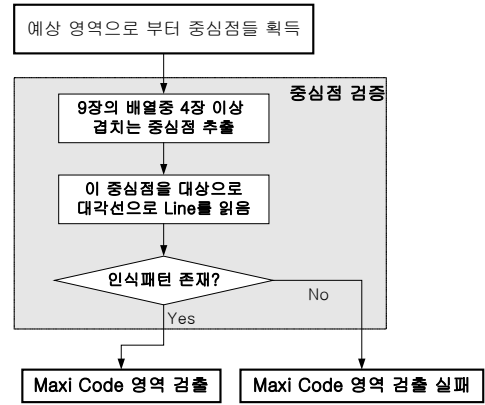
이 배열을 3 차원으로 생각하고 직선 위치에 놓았을 때 최소 4 장이상 동일 위치에 중심점이 있을경우(수직으로 4 장이상 연결 되어 있을경우) 이 점은 남기고, 그렇지 않은 중심점들은 모두 지워 하나의 배열에 새로이 표시한다.



(그림 9) 9 단계의 중심점 처리 과정

다. 중심점 검증

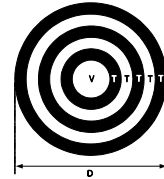
(그림 10)은 중심점을 검증하는 알고리즘을 나타낸 Flowchart 이다. 앞단에서 구한 공통 중심점은 실제 실험결과 거의 정확하게 1 개만 검출됨을 알 수 있었다. 하지만 유사한 패턴이 존재할 수 있기 때문에 구진 점을 중심으로 대각선을 그어 그 위치에도 인식 패턴이 있는지 확인한다. 이 과정까지 완료 되었다면 그 관심영역에는 MaxiCode 가 존재 한다.



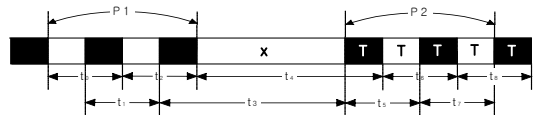
(그림 10) 중심점 검증 Flowchart

라. MaxiCode 인식 패턴 검증

인식패턴 검증 방법에는 MaxiCode 인식 패턴의 고유 값과 그 비율이 사용된다.



(그림 11) MaxiCode 의 검증 패턴



(그림 12) 인식 패턴의 t Sequence

기본적인 인식 패턴 및 그와 관련된 공식은 다음과 같다. MaxiCode 는 좌.우가 대칭인 T-Sequence 가 나오는 특징이 있다. 따라서 방향에 영향을 받지 않으므로 역방향 배열을 통한 검증은 필요없다. Maxi 에서 T-Sequence 를 구하기 위한 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \text{if } \frac{1.5p}{8} < t_i < \frac{2.5p}{8}, & \text{then } T_i = 2 \\
 & \text{if } \frac{2.5p}{8} < t_i < \frac{3.5p}{8}, & \text{then } T_i = 3 \\
 & \dots \\
 & \text{if } \frac{7.5p}{8} < t_i < \frac{8.5p}{8}, & \text{then } T_i = 8 \\
 & \text{if } \frac{8.5p}{8} < t_i < \frac{9.5p}{8}, & \text{then } T_i = 9
 \end{aligned}$$

P 는 다음과 같이 구한다.

$$p_1 = t_0 + t_2, \quad p_2 = t_5 + t_7, \quad p = p_1 + p_2 = t_0 + t_2 + t_5 + t_7$$

여기서, 원형 패턴의 최외각 검은색 원을 생각하지 않은 이유는 이 원은 패턴 바깥쪽의 실제 데이터가 있는 육각형

패턴과 붙어 비율이 틀려질 수 있기 때문이다. 이렇게 p 를 구해서, T-Sequence 를 구하게 된다. 여기서, 평균 T 의 길이는 다음과 같이 구한다.

$$T = \frac{(t_0 + t_1 + t_2 + t_5 + t_6 + t_7)}{12}$$

V 의 값은, 위의 수식으로 구한 t0, t1, t2, t5, t6, t8 의 Sequence 가 2, 2, 2, 2, 2, 2 일 때 그 사이의 배열의 값을 읽어서 구하게 된다. 마지막으로, 원형 패턴 전체의 길이 D 는 $D = T \times 10 + V$ 의 식에 의해 구해진다.

이 식들을 사용하여 실제 D 와 T 값을 구하면 $D=0.305$, $T = \frac{(D-V)}{10} = 0.0264$ 이 된다.

각각의 t Sequence 마다의 허용 오차 범위를 구한 후, 이 값들을 바탕으로 검증 가능한 영역의 D 와 T 의 비율을 다음 식으로 계산한다.

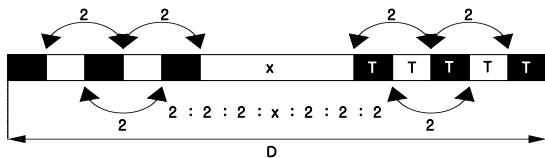
- $t_L = \pm 0.058 \text{ inch}(1.47\text{mm})$
- $t_H = \pm 0.055 \text{ inch}(1.40\text{mm})$
- $t_V = +0.005, -0.000 \text{ inch}(0.13, 0.00\text{mm})$
- $t_W = \pm 0.002 \text{ inch}(0.05\text{mm})$
- $t_X = +0.005, -0.000 \text{ inch}(0.13, 0.00\text{mm})$
- $t_Y = \pm 0.002 \text{ inch}(0.005\text{mm})$
- $t_D = \pm 0.004 \text{ inch}(0.10\text{mm})$
- $t_T = \pm 0.002 \text{ inch}(0.05\text{mm})$

이 값들을 바탕으로 검증 가능한 영역의 D 와 T 의 비율을 다음 식으로 계산되어 진다.

$$\left(\frac{D}{T}\right) = \frac{0.305 + 0.004}{0.0264 - 0.002} = \frac{0.309}{0.0244} = 12.6639344262 \quad : \text{Max 값}$$

$$\left(\frac{D}{T}\right) = \frac{0.305 - 0.004}{0.0264 + 0.006} = \frac{0.301}{0.0324} = 9.2901234567 \quad : \text{Min 값}$$

위의 식을 바탕으로 D/T 는 12.66 이하 9.29 이상의 범위 안에 들어야만 MaxiCode 임을 알 수 있다. 하지만 현재 V 값을 모르기 때문에 T 값을 알 수 없다. 이 문제는 우선 인식 패턴을 인식 하면서 해결할 수 있다. 물류 영상 입력 시 MaxiCode 의 문제점은 주변의 Pixel 들이 인식 패턴 주위에 붙어 정확한 외각 길이를 알 수 없다는 것이다. 따라서 우리는 흰 원을 중심으로 흰원과 검은원이 2:2:2:x:2:2:2 의 비율로 나오는 패턴을 찾는다. 여기서 x 는 V 값을 알 수 없기 때문에 임의로 x 라 하였다. 인식 패턴에서 비율을 읽는 방법을 보여주고 있다(그림 13).



(그림 13) 인식 패턴의 단면

비율로부터 T 값을 알 수 있고 x 값도 추정이 가능하므로 D 값을 계산할 수 있다. 이처럼 일차적으로 패턴이 존재하는지 확인하고, 2 차적으로 D 와 T 의 비율을 계산함으로써 MaxiCode 를 검증할 수 있다.



(그림 14) 최종 결과 영상

4. 맺음말

본 논문에서 제시된 결과를 바탕으로 구현된 시스템을 상용화 과정을 통해 물류정보 자동식별 시스템으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 그러나 바코드 영역이 훼손 및 왜곡된 상태에서도 정확하게 검출될 수 있어야 한다. 그리고 바코드 영역 검증이 완료되면 바코드 정보 해석을 위한 좌표 값을 정확하게 추출하고, 훼손된 좌표들을 복원하기 위한 방법에 관한 연구가 필요하다. 부가적으로 3 차원 물류 영상에서 바코드 영역을 검출하여 투입방향의 오류검출 및 바코드 위치 면에 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. Brunelli, 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] Moon-sung Park, Il-sook Kim, Eun-kyung Cho, Young-hee Kwon "High Speed Extraction Model of ROI (Region of Interest) for Automatic Logistics System," Springer-Verlag Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3316., pp.706-713, 2004. 11. 8.
- [7] 박문성, 박상은, 김인수, 김혜규, 정희경, "대용량 소포영상에서 관심영역 고속추출 방법에 관한 연구", 정보처리학회논문지 D 제 11-D 권 제 3 호, pp.691-712, 2004. 6.