
네 방향 스캔 방법을 이용한 QR코드 파인더 인식

이연경* · 유훈**

QR-code finder recognition using four directional scanning method

Yeon-Kyung Lee* · Hoon Yoo**

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된
기초연구사업임 (2011-0005585)

요 약

본 논문에서는 네 방향으로 스캔 방향을 늘려 QR코드 파인더를 인식하는 방법을 제안한다. QR코드 인식의 첫 과정은 파인더 인식이다. 만약 파인더를 인식하지 못한다면 QR코드를 인식 할 수 없다. 기존의 QR코드 인식방법은 정면에서 촬영하지 않으면 QR코드를 인식하지 못한다는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해서 네 방향으로의 스캔과 후보군 영상을 사용하여 정확하게 파인더의 위치를 찾는다. 또한 모폴로지 연산을 이용하여 파인더의 위치를 다시 추려낸다. 제안된 방법을 입증하기 위해 기존의 인식 방법과 비교 실험을 수행하였고 그 결과 제안한 방법이 기존 방법보다 QR코드 파인더 인식률에서 우수함을 입증하였다.

ABSTRACT

This paper describes a method to detect QR-code finders by four-direction scanning. The finder recognition is the first step in the QR-code recognition. If the finder is missing, QR-code recognition fails. The existing QR-code recognition method has a problem that the recognition performance decreases for perspective distorted images. To overcome the problem, we introduce four-direction scanning and a candidate set image to accurately detect QR-code finders. Using morphological operations detect the QR-code finder in the candidate set image robustly. To show the effectiveness of our method, we compared our method with the well-known existing method. The experimental result indicates that the proposed method is superior to the existing method in terms of the finder recognition performance.

키워드

QR코드, 방향성 스캐닝, QR코드 파인더 인식

Key word

QR code, Directional scanning, QR-code finder recognition

* 준회원 : 상명대학교 디지털미디어학부

접수일자 : 2012. 04. 09

** 종신회원 : 상명대학교 디지털미디어학부 (교신저자, hunie@smu.ac.kr)

심사완료일자 : 2012. 05. 02

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.6.1187>

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서 론

현대 사회는 개인의 전자기기 소유의 증가로 어느 곳에서나 서로가 소통할 수 있게 되었다. 또한 휴대폰에 카메라가 장착되면서 사람들은 전자 기기를 통하여 사용할 수 있는 활동이 넓어졌다. 이의 대표적인 예로 QR코드는 사용자의 전자기기 소유 증가와 발전에 의해 사용자가 사용할 수 있게 되었다.

QR코드는 1994년에 개발된 이후로 2000년도에 ISO/IEC 표준이 되었다[1]. 현재 특허권을 가진 덴소 웨이브 사는 이 표준화된 기술에 대한 특허권을 행사하지 않을 것을 선언하였다.

QR코드는 기존의 바코드로 잘 알려져 있는 1차원 바코드 EAN/UPC 코드의 정보량 확대와 정보 손상 최소화를 목적으로 만들어 졌다[2]. 이 QR코드는 2차원 바코드로 기존의 EAN/UPC 바코드 보다 적게는 30배에서 많게는 700배 정도의 정보를 담아 한 번에 읽을 수 있게 설계되었다. 또한 오류 복원 기능을 포함 시켜 약간의 정보 손상에도 정보를 파악함에도 문제가 없어 기존의 바코드의 단점을 보완해 준다.

QR코드의 용도는 초기에 많은 기업들이 바코드를 대체하는 목적으로 주로 제품의 생산, 운송, 보관, 판매현장에서 폭 넓게 사용되었다. 2002년 일본에서 카메라가 장착된 휴대폰에 표준 기능으로 JAN/QR코드 인식기능을 넣음으로서 일반 사용자들도 휴대폰을 통하여 어느 곳에서나 바코드를 인식할 수 있게 되어 사용자 폭이 대폭 증가하였다. 이와 함께 일본의 많은 기업들은 상품 판매에 QR코드를 활용하여 마케팅을 시작하였다. 사용자 또한 자신의 QR코드를 제작하여 개인 홍보용으로 사용한다. 그림 1은 현재 QR코드가 사용되는 예를 보여준다. 이 바코드의 현재 사용범위는 개인, 기업을 넘어 도로, 구조물의 영역에도 이용되며 더 나아가 맹인을 위한 영역까지 다양한 영역으로 확대되고 있다[3,4]. 우리나라도 마찬가지로 스마트 폰의 도입과 사용의 증대로 QR코드 인식 기술을 사용자가 보유할 수 있게 되었다. 이로 인해 QR코드의 도입 또한 확산되었다.

급증된 QR코드의 사용에 맞추어 QR코드 인식하는 방법론 또한 연구 과제로 떠올랐다[5-8]. QR코드를 인식하는 방법은 이미 표준안에 맞추어 여러 방법으로 개발되었고, 몇몇의 방법들은 공개 되어 있다[9-10].



그림 1. QR코드의 사용 예
Fig. 1 Examples of QR-codes

QR코드를 인식함에 있어서 가장 먼저 수행되어야 할 부분은 QR코드의 파인더를 인식하는 것이다. QR코드에는 세 개의 부분에 파인더가 위치한다. 그 위치는 왼쪽 위와 오른쪽 위, 왼쪽 아래 부분이다. 이 세 위치는 전체 QR코드의 위치를 알려 줄 뿐만 아니라 코드의 방향 또한 알 수 있도록 한다. 그림 2는 QR코드 파인더의 형태이다. 이러한 파인더 형태는 어느 방향에서 보아도 흑백의 항상 일정한 1:1:3:1:1의 고정 비율을 가지는 특성이 있다.

만약 QR코드에서 파인더를 인식하지 한다면, QR코드의 위치를 인식하지 못함과 동일하다. 이러한 위치 불 인식 문제는 QR코드의 정보를 담고 있는 데이터 부분을 찾을 수 없으므로 후의 모든 절차를 수행할 수 없게 한다. 그러므로 QR코드의 파인더를 인식하는 방법은 매우 중요하다. 하지만 현재 공개된 방법은 QR코드를 정면에서 정확히 보지 않으면 파인더의 위치를 찾지 못하여 인식률을 떨어뜨린다는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 네 방향 스캔을 이용한 파인더 인식 방법을 제안하고 기존의 방법과 인식 영상 비교실험을 수행하여 그 결과를 제시한다.

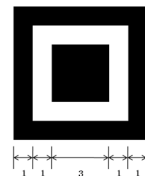


그림 2. QR코드 파인더
Fig. 2 QR-code finder

II. ZXing 방법에서 파인더 인식 방법

ZXing(Zebra Crossing)은 바코드 및 QR코드를 인식하는 코드로, 공개된 QR코드 인식 방법 중 대표적인 방법이다[9]. 이 방법은 현재 Google에서 진행하고 있는 프로젝트로 다양한 언어와 플랫폼을 지원하고 있다. 아래의 그림 3은 ZXing방법에서 파인더 인식 방법의 순서를 나타낸 그림이다.

QR코드 인식과정은 영상이 입력으로 들어오면서 시작한다. 이 영상의 조명의 영향을 최소화 시키려 이진화 과정을 거친다. 이 방법에서 이진화의 과정은 영상을 블록단위로 나누어 블록 별로 다른 문턱 값을 적용시킨다. 블록의 크기는 8×8으로 이 크기를 한 블록으로 정의한다. 블록 내에 위치하는 모든 픽셀 값의 평균을 계산하고, 현재 블록을 중심으로 주변의 25개 블록의 평균값을 계산하여 나온 값을 현재 블록의 문턱 값으로 삼아 이진화를 수행한다.

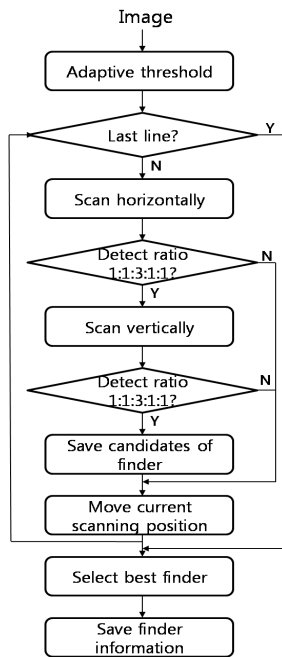


그림 3. ZXing 방법
Fig. 3 Zxing method

이진화의 결과로 나온 이진 영상을 가지고 QR코드 위치를 파악하기 위해 파인더를 찾는 과정을 수행한다.

이 과정은 속도를 위해 일정한 간격으로 줄을 이동하여 검사하며, 그 일정한 간격이 영상의 높이를 넘지 않을 때까지 반복된다. 일정한 간격으로 이동한 각 줄에서는 파인더의 특징인 흑-백-흑-백-흑의 색을 기준으로 런 길이 코드가 수행된다. 런 길이가 코드 수행 후 이 결과 값이 파인더의 고유 비율과 일치한다면, 중심을 기준으로 행의 방향으로 다시 한 번 색을 기준으로 세로 방향 런 길이 코딩을 수행한다. 세로 방향 스캔의 결과가 파인더의 고유 비율과 일치하고 가로로 스캔한 값과 크기가 비슷하면 파인더로 인식하고 파인더의 후보군으로 저장한다. 만약 가로방향과 세로방향 모두 고유 비율과의 일치검사에서 일치하지 않으면, 런 길이가 코드의 결과와 영상의 현재 스캔 위치를 두 칸 쉬프트 하여 다시 지정된 스캔 위치부터 비워져 있는 런 길이가 코드 결과를 채우기 위하여 런 길이가 코드를 수행한다. 반면에 가로, 세로 두 방향 모두 비율이 일치한 경우에는 저장하고 있던 런 길이가 코드의 결과를 모두 초기화 시키고 현재 스캔 위치를 다섯 칸 쉬프트 하여 지정된 스캔 위치부터 다시 런 길이가 코드를 수행한다.

찾아 낸 파인더 후보군은 각각 개별 후보의 모듈 크기로 세 개의 파인더로 결정된다. 모듈 사이즈는 파인더 크기를 전체 비율로 나눈 것이다. 각 파인더의 모듈 크기의 평균을 구하여서 이 값과 차이가 적은 세 개의 태그를 QR코드의 파인더로 지정한다. 또한 지정된 세 개의 태그는 각 태그 중심의 거리에 기반을 두어 세 지점의 파인더로 각각 지정된다.

III. 제안된 파인더 인식 방법

본 장에서는 QR코드를 인식하기 위해 기본 단계가 되는 파인더를 찾는 방법에 대해 제안하고자 한다. 제안하는 방법의 순서는 그림 4와 같다.

먼저, 들어오는 영상의 조명을 최소화 하기 위해 이진화 과정을 수행한다. 이진화는 영상 전체에 대해 적용시키며, 이진화에 기준이 되는 문턱 값은 색상의 중간 값으로 설정한다. 이 이진화 과정의 결과로 입력 영상을 흑백의 색으로 표현한 영상이 나온다.

다음으로, 이진화를 통해 얻어진 흑백 영상으로 파인더의 위치를 찾기 위해 스캐닝 과정을 수행한다. 스캔은 각 줄 전체에 대하여 런 길이가 코드를 수행한다.

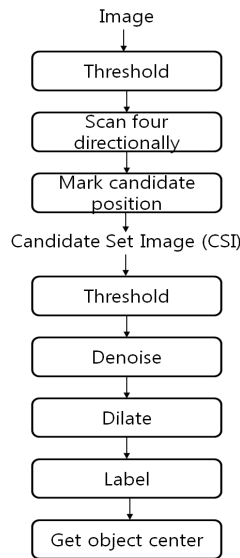


그림 4. 제안하는 방법
Fig. 4 Proposed method

보다 정확하게 후보군을 찾기 위해 영상의 스캔방향은 그림 5(a)에서 보이는 화살표의 방향과 같이 네 방향으로 지정한다. 각 방향을 기준으로 각 줄에 대해 수행된 런 길이 코드의 결과는 방향별로 나오게 되며, 이 결과는 파인더의 고유비율과의 비율 일치검사를 수행한다. 비율 일치 검사에서는 런 길이 코드 결과를 한 칸씩 이동하면서 수행한다. 만약 런 길이 코드의 현재의 위치가 파인더의 고유 비율과 일치한다면, 비율이 일치하는 곳의 중앙 부분을 저장하고 다음의 위치로 넘어가 비율 일치 검사를 수행한다.

제안하는 방법에서는 파인더의 후보의 위치를 저장하기 위한 방식으로 영상을 사용한다. 이 영상은 파인더의 고유 비율과 영상의 비율이 일치하는 지점, 곧 파인더의 후보로 예상되는 지점을 표시함으로 파인더 후보군 영상(Candidates Set Image; CSI)이라고 하며 입력 영상과 같은 크기를 가지고 있다. 파인더와 비율이 일치하는 곳의 중앙 위치에 해당하는 인덱스를 새로 생성한 영상의 인덱스로 잡아 그 인덱스의 값을 변화시킨다. 각 방향에 대하여 수행된 영상은 그림 5(b)와 같은 모습으로 나타난다.

파인더 후보군 영상은 다시 한번의 이진화 과정을 거쳐 보다 정확한 파인더의 후보군을 추려낸다. 그림 5(b)의 그림을 살펴보면 파인더와 비율이 일치했을 때 표시

하는 방법으로 인덱스의 값을 더한 것을 알 수 있다. 이러한 정의는 여러 방향으로 파인더의 비율과 일치하였을 때 일정한 값의 일치한 방향의 배수 값을 가지게 한다. 이와 같은 특성을 이용하여 이 이진화 과정에서는 세 방향으로 비율이 일치한 곳의 픽셀 값을 문턱 값으로 삼아 네 방향의 스캔 중 세 방향 이상 비율이 일치하는 곳을 찾는다. 이 과정의 결과로 그림5(c)와 같이 후보가 추려진다.

잡음제거와 팽창, 두 모폴로지 연산을 이용하여 더욱 정확히 파인더의 후보군을 추려 파인더의 위치를 얻도록 한다. 잡음제거과정은 파인더의 후보군 중 매우 크기가 작아 주변의 모든 픽셀이 후보군의 영역이 아닌 경우 후보가 아니라고 판단하여 영상에서 제거한다. 이 과정 후에 팽창과정이 수행된다. 팽창과정은 매우 근접한 주변의 후보들을 하나의 후보가 두 개의 영역으로 나뉘어 두 개의 후보로 표현 되었을 때 하나로 통합시키기 위해 수행한다. 위의 두 과정 후에 나타나는 영상은 확정된 파인더의 위치를 보여준다.

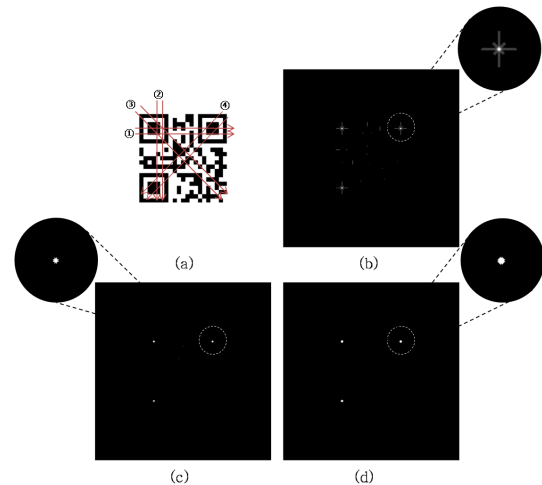


그림 5. 제안하는 방법의 과정 영상들
(a) 이진화 후 (b) 스캐닝 후 후보군 영상 (c) 이진화 된 후보군 영상 (d) 팽창된 후보군 영상
Fig. 5 Images in process of the proposed method
(a) after thresholding (b) CSI after scanning
(c) thresholded CSI (d) dilated CSI

다음 그림5(d)는 파인더의 확정된 후보군을 나타낸다. 이 영상에서 흰 색 영역들이 각 후보군의 영역이다. 각 파인더 후보군의 중심 위치를 찾기 위하여 각 후보 영역의

주변부분을 따라 추적해 나간다. 추적하는 과정 중 지나치는 모든 픽셀에 대하여 그 인덱스 값을 저장한다. 추적 후 저장된 인덱스들은 행과 열로 구분하여 각각 더하여 지고, 더해진 값은 저장된 개수만큼으로 나뉘어 행과 열 각각의 평균값을 구한다. 여기서 얻어진 이 값을 현재 파인더 영역의 중심으로 삼는다. 이 과정을 모든 후보군에 대해 수행하여 각 파인더의 중심을 얻을 수 있게 된다.

IV. 실험 결과

본 논문에서 제안한 QR코드 파인더 인식 방법에 대한 내용을 평가하기 위해 실험을 실시하였다. 비교 평가 실험을 위해 제 2장의 기존 방법인 ZXing방법과 제 3장의 제안한 방법, 두 방법을 비교 대상으로 삼는다. ZXing 방법은 Google 소스코드에서 공개한 1.7 버전의 오픈소스를 사용하였다[9].

실험 방식은 실험 영상을 입력으로 삼아 두 방법을 각각 수행한 후 인식된 파인더의 위치를 영상 표시와 좌표값 표시로 인식의 성공을 확인한다. 방법의 정확성 비교를 위해 기존 방법에서 여러 개의 파인더 중 세 개의 파인더만을 추리는 부분을 제외시켜 알고리즘의 정확도를 비교 검사한다. 실험에 사용되는 영상은 그림 6에 나타나는 바와 같다. 총 80장의 영상으로 이 영상들은 여러 각도와 여러 방향, 잡음이 들어간 상태로 여러 종류를 가지고 있는 영상이다. 먼저 앞의 31장의 영상은 X축을 기준으로 0도에서 75도까지 5도씩 회전시킨 영상과 X축 Y축 모두 기준으로 0도에서 75도까지 5도씩 회전시킨 영상이다.



그림 6. 실험 영상
Fig. 6 Experimental images

다른 31장의 영상은 QR코드에 Gaussian Noise(50%)를 첨가시켜 앞의 영상과 같이 X축으로 회전한 영상과 X축 Y축 모두 기준으로 같은 각도로 회전시킨 영상이다. 마지막으로 실제 QR코드를 임의의 조명에 임의의 각도로 찍은 18장의 영상을 실험 영상으로 삼는다. 이 실험은 파인더의 후보군이 파인더의 중심이 아닌 다른 곳을 나타냈을 때 나타나는 허위 오류(false alarm)와 파인더의 중심인 곳에 후보군이 없는 누락 오류(missing)를 기준으로 삼는다. 각 오류가 나타내는 수치는 전체 파인더 중 발생한 오류의 수로 그 비율을 나타낸다.

아래의 그림 7은 실험 결과로 영상 중 일부를 보인다. 각 실험 영상에서 파인더의 부분에 십자가를 그려 파인더의 위치를 명시하였다. 첫 번째 영상은 기존방법에서 허위 오류를 발생시켰음을 알 수 있다. 또한 두 번째 영상과 세 번째 영상에서도 기존 방법이 누락오류를 범했음을 알 수 있다. 반면에 제안한 방법은 이상 없이 파인더의 위치를 정확하게 인식함을 알 수 있다.

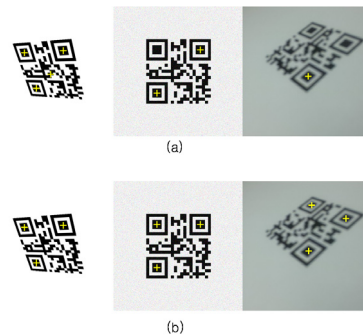


그림 7. 실험 결과 영상 (a) ZXing 방법 (b) 제안한 방법
Fig 7. Resulting images (a) ZXing method (b) Proposed method

표 1. 실험 결과
Table. 1 Experimental result

Method	Zxing method	Proposed method
Error rate		
False alarm	8.333 %	10.417 %
Missing	30 %	7.5 %

표 1은 전체 실험에 대한 결과를 제시한다. 먼저 허위 오류 부분을 보면 제안한 방법이 기존의 방법보다 조금 높은 허위오류를 나타내 비슷하다는 점을 알 수 있다. 하

지만 누락오류 부분에서는 제안하는 방법이 기존 방법보다 확연히 낮아 그 효과가 있음을 알 수 있다. 누락오류는 QR코드의 위치를 찾지 못하므로, 제안하는 방법이 기존 방법보다 파인더 인식 성능이 뛰어나 QR코드를 더 효과적으로 인식할 수 있다는 사실을 유추할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 기존 QR코드 인식방법이 기울어진 QR코드의 인식률을 높이고자 QR코드 파인더 인식 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 영상의 스캔 방향을 네 방향으로 확대시키고 파인더의 특성을 이용하여 런 길이 코드를 사용함으로써 파인더의 위치를 보다 정확하게 찾을 수 있도록 하였다. 제안된 방법은 기존방법인 ZXing방법과 다양한 각도의 QR코드에 대해 비교실험을 수행하였고 실험 결과는 제안된 방법이 기존 방법보다 파인더의 인식률이 높아 우수함을 보였다. 이러한 결과는 기울어진 QR코드에도 인식률을 높일 수 있어 사용자가 더욱 편리하게 QR코드를 인식하는데 도움을 줄 것으로 예상된다.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2011-0005585)

참고문헌

[1] ISO/IEC 18004:2000. Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Bar code symbology - QR Code, 2000.

[2] ISO/IEC 15420:2000. Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Bar code symbology specification - EAN/UPC, 2000.

[3] Y. Ebrahim, W. Abdelsalam, M. Ahmed, and S.-C. Chau, "Proposing a hybrid tag-camera-based identification and navigation aid for the visually

impaired," in Second IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), pp. 172-177, 2005.

[4] H. S. Al-khalifa, "Utilizing QR code and mobile phones for blinds and visually impaired people," in Proceedings of the 11th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, Springer, LNCS 5105, pp. 1065-1069, 2008.

[5] E. Ohbuchi, H. Hanaizumi, and L. A. Hock, "Barcode readers using the camera device in mobile phones," in Proceedings of the 2004 International Conference on Cyberworlds, IEEE Computer Society, pp. 260-265, 2004.

[6] L. Belussi and N. Hirata, "Fast QR code detection in arbitrarily acquired images", IEEE SIBGRAPI, pp. 281-288, 2011.

[7] Y. Gu and W. Zhang, "QR Code Recognition Based On Image Processing," International Conference on Information Science and Technology 2011, pp 733-736, March. 2011.

[8] H. A-Lin, F. Yuan and G. Ying "QR code image detection using run-length coding", International Conference on Computer Science and Network Technology 2011, pp 2130-2134, Dec. 2011.

[9] <http://code.google.com/p/zxing/>

[10] <http://zbar.sourceforge.net/>

저자소개



이연경(YeonKyung Lee)

2012년 현재 상명대학교
디지털미디어 학·석사
연계 과정
※ 관심분야: 영상처리, 태그인식

유 훈(Hoon Yoo)

한국정보통신학회 논문지
제15권 제5호 참조