

이미지 처리기술을 이용한 온라인 바코드 품질검사 시스템

이주호* · 송하주**

An On-Line Barcode Verification System using Image Processing Technique

Joo-Ho Lee* · Ha-Joo Song**

요 약

바코드 레이블은 저비용과 편리함으로 인해 물품의 식별을 위해 널리 사용되고 있다. 바코드 레이블은 실링인쇄(seal printing)를 통해 대량으로 생산되는데 그 과정에서 인쇄 품질이 좋지 않거나 레이블 내의 바코드와 텍스트가 서로 일치하지 않는 불량품이 발생하기도 한다. 불량 레이블은 인식 불량 및 업무 오류를 가져오고 이로 인해 물류 지체 및 처리비용 증가를 가져온다. 본 논문에서는 이미지 처리기술을 이용하여 생산 단계에서 레이블을 검사하는 온라인 바코드 품질 검사 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 카메라에 의해 얻은 이미지를 사용하여 바코드의 품질과 데이터와의 일치성을 검증하고, 불량레이블이 발견되면 경고 신호와 함께 불량임을 표시하여 불량품이 조기에 제거되도록 한다.

ABSTRACT

Barcode labels are being widely used for identifying products since they are cheap and easy to use. As the barcode labels are massively produced by seal printing, some labels have defects such as poor printing quality or data mismatch between barcode and the text. Barcode read errors and business errors caused by defected barcodes result in delay in logistics and increased processing costs. In this paper, we propose an on-line barcode verification system that uses image processing technique to verify the quality of labels at the production stage. The proposed system captures label images through the vision camera and then checks the print quality and verifies the combination of barcodes and texts in a label. If any defected label is found, the proposed system gives alarm signals and marks the defected labels so that they are removed at early stage of the production.

키워드

Image Processing, Barcode, Print Quality, Verification
이미지 처리, 바코드, 인쇄 품질, 검증

1. 서 론

바코드는 다양한 폭을 가진 바(bar)와 공백을 특정한 형태로 조합하여 문자와 숫자 및 기호 등을 표현한 것으로 다양한 크기를 갖는 국가코드, 제조업체, 상품코드, 에러 체크를 위한 코드로 이루어져 있다[1].

흔히 백화점이나 슈퍼마켓에 진열되어 있는 거의 모든 상품에서 볼 수가 있으며 제조, 물류, 유통 업무분야 뿐만 아니라 병원, 도서관, 여객 및 항공 관리 등의 대량의 데이터를 신속하고 정확하게 처리하기 위한 곳에서 사용되고 있다. 특히 여타 입력장치를 대신하여 데이터를 신속 정확하게 처리할 수 있어 데이터

* 부경대학교 IT융합응용공학과(noenemy5@nate.com)
접수일자 : 2012. 08. 31

** 교신저자 : 부경대학교 IT융합응용공학과(hajooosong@pknu.ac.kr)
심사(수정)일자 : 2012. 09. 20

게재확정일자 : 2012. 10. 05

입력의 간소화, 데이터 입력 시 오류 감소 등이 주요한 장점이다. 따라서 생산과정에서 인식이 잘 되지 않는 불량 레이블을 제거하고 일정 품질 수준 이상의 바코드 레이블만을 선별할 필요가 있다. 불량 레이블은 주로 인쇄 과정에서 변색, 흐림, 굵힘, 뒤틀림 등으로 인해 발생한다. 한편, 바코드 자체의 인쇄 품질에 문제가 없더라도 불량레이블이 발생할 수 있다. 대량의 바코드 레이블을 출력하기 위해서는 실링 인쇄 기술이 주로 사용된다. 이 기술은 흑백의 바코드 틀(template)과 색상을 갖는 텍스트(또는 이미지)들의 쌍을 조합하여 최종 인쇄 틀을 제작하고 레이블 인쇄기를 이용하여 대량으로 바코드를 제작한다. 이 과정에서 작업자의 실수로 그림 1의 좌측 바코드 영역과 우측의 텍스트 영역의 대응이 잘못되는 경우가 발생하기도 한다.

바코드가 포함된 레이블을 대량으로 인쇄하는 경우 바코드의 품질을 검사하여 불량으로 판단되는 레이블을 제거하는 것이 품질관리의 중요한 부분이다. 또한 바코드의 품질 뿐만 아니라 이를 바탕으로 바코드의 데이터를 검증하고 텍스트 부분의 인쇄 상태, 바코드와 텍스트의 일치성에 대한 검사도 필수적이다.



그림 1. 바코드 레이블의 예
Fig. 1 Example of a barcode label

이러한 품질과 관련된 검사를 수작업으로 진행하게 되면 운영예산의 상당 부분이 소요될 뿐만 아니라 임의표본추출을 통한 품질검사로 불량 레이블이 발생할 가능성도 높아진다. 레이블 공급 업체의 입장에서, 출하이후 고객사에서 불량 레이블이 발생하면 생산지체에 따른 경제적 피해가 발생하고, 공급사는 불량 레이블로 인한 소비자의 클레임에 따른 재생산 비용, 클레임에 따른 회사 이미지 하락과 경쟁력 상실과 같은 2차적인 손해를 감내해야 한다. 이러한 측면에서 산업체에서는 레이블 품질 수준의 향상이 요구되는 상황이다.

본 논문에서는 이미지 처리기술을 사용하여 생산과정에서 인쇄 상태에 따른 바코드의 품질을 검사하고 바코드의 정보와 레이블 내의 정보(그림 1에서 박스로 표시된 부분)들에 대한 무결성을 검사하여 불량으로 판단되는 레이블을 즉각적으로 제거하여 레이블 품질검사를 자동화하는 온라인 바코드 품질 검사 시스템을 제안한다.

II. 관련연구

2.1 바코드의 GS1 등급 처리

바코드는 바(bar, 검은색 막대)와 공백(space, 흰색 막대)을 특정한 형태로 조합하여 문자와 숫자 및 기호 등을 표현한 것으로 그 아래에 적혀져 있는 숫자를 스캐너로 읽을 수 있도록 한 것이다[2]. 바코드에 대한 인쇄규격을 검증함에 있어 훼손된 심벌에 대한 오류정보를 간략하게 표현 할 수 있도록 등급으로 판정하는데 바코드에 특정 성적을 할당하는 GS1 검증 방식을 사용한다.

바코드의 아래, 위 10%를 제외한 구간을 그림 1과 같이 10구간으로 나누어 스캔할 위치를 결정한다. 시스템에서 인식하는 바코드 영상은 외부에서 영향을 받아 검정색 부분은 문자, 흰색 부분은 배경으로 구별하는데 약간의 오차가 생긴다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 이진화를 통해 검정색과 흰색 두 가지 부분으로 컴퓨터가 인식하기 쉽도록 영상의 RGB 값을 GRAY 값으로 변환하여 최적화된 스캔 반사율 프로파일(scan reflectance profile)을 추출할 수 있다.

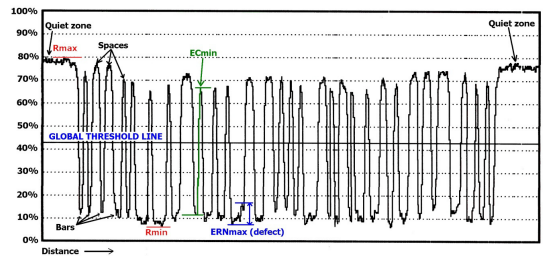


그림 2. 스캔 반사율 프로파일[3,4]
Fig. 2 Scan reflectance profile

그림 2에 나타난 것처럼 바코드의 GS1 검증은 다 음과 같은 속성 값들을 이용하여 평가된다[3,4].

R_{max} , R_{min} : 반사율 프로파일 그래프 각 요소의 값들 중 최대값과 최소값.

Symbol contrast (SC): R_{max} 와 R_{min} 의 차이 값, symbol contrast가 높을수록 바와 공백의 구분이 용 이.

Minimum reflectance : 추출한 그래프를 복호화 하기 위해서는 R_{min} 값이 적어도 $R_{max}/2$ 보다 낮아야 하므로 복호화 적합성을 판단하기 위해 최초로 검사 하는 과정. ($R_{min} \leq R_{max}/2$)

Edge contrast (EC) : 가장 가까운 바와 공백 Edge의 정점 값의 차이를 측정한 값. 각각의 요소들 은 바 + 공백 , 공백 + 바로 가까운 요소들의 짝을 하나의 edge contrast 값으로 계산하여 값을 구할 수 있으며, 바와 공백의 Edge는 각각 R_b , R_s 로 표현할 수 있고 R_b 와 R_s 의 차이로 Edge Contrast 값을 측정 가능.

Modulation (MOD) : Edge contrast와 관련이 있 고 edge contrast의 최소값인 EC_{min} 과 symbol contrast 값으로 구함. MOD와 EC의 값이 서로 연관 되어 있기 때문에, MOD의 값이 낮으면 EC값도 같이 낮아진다. ($MOD = EC_{min}/SC$)

Element reflectance non-uniformity (ERN) : GT를 지난 지점부터 다음 GT를 지나는 지점까지의 구간에서 솟은 부분을 체크하여 ERN을 구한다. ERN 들중 가장 큰 값을 ERN_{max} 에 저장한다.

Modulation(변조)

기호의 대비 비율로 가장자리에 대비의 강도를 확 인하는 데 사용.($MOD = EC_{min}/SC$)

Defects(결함)

코드의 반사율의 균일성을 확인하는 데 사용된다. 많은 반점 또는 빈 자국 등이 낮은 등급으로 분류. ($Defects = ERN_{max}/SC$)

Decodability

반사율 프로파일 디코딩에 실패할 확률 즉 바코드 인 식실패 범위에 대한 확률적 수치를 확인하는 데 사용 된다. 코드 체계별로 구체적인 계산 방법은 다르다.

2.2 문자 인식

2.2.1 문자 세트의 인식

문자 인식에서는 문자의 크기가 다른 같은 문자라 면 같은 문자로 인식할 수 있는 방법이 특히 요구된 다. 모든 원형 문자와 입력 문자의 크기를 같도록 정 규화(normalizing) 과정을 도입한 다음에 논리연산으 로 비교함으로써 크기에 관계없이 문자를 인식하는 정규화 원형 비교 방법으로 인식한다[5,6].

2.2.2 전처리 과정

전처리 과정이란 제품레이블을 카메라로 2진화된 영상을 얻고 각 레이블을 문자 단위로 인식을 할 수 있도록 각각의 문자 영역을 추출해내는 과정과 이들 추출된 문자들의 특징량의 정합도 또는 문자의 크기 가 학습된 문자와 같은 조건하에서 추출 또는 비교 될 수 있도록 패턴의 크기를 일정하게 하여 주는 정 규화 과정을 포함한다[7].

2.2.3 문자 영역과 비문자 영역의 분리

입력 장치인 카메라를 통하여 획득된 영상은 우리 가 필요로 하는 레이블내의 문자 영역 부분을 추출하 여 인식의 효율을 위해서 이진화 작업을 한다[8]. 여 기서 문자 영역의 추출을 위해서 카메라를 통해 얻어 진 화상값에 대한 히스토그램이 이용된다[9].

2.3.4 문자 영역의 추출

문자 인식에서는 문자단위로 분석이 이루어지므로 먼저 문자영상으로부터 문자를 잘라내는 작업이 필요 하다. 전체 영상의 영역을 화소 행(Pixel Row)별로 점밀도를 조사하여 각 행의 화소의 개수가 정해진 한 계값(Threshold)보다 크면 문자열 사이의 공백으로 간주하여 문자열의 영상을 분리, 추출한다. 추출된 각 문자행에 대해 화소 열(Pixel Column)의 화소의 갯수 에 대한 수직 히스토그램을 구한 후, 히스토그램 값이 정해진 값보다 작은 연속 화소 열을 문자열 사이의 공백으로 간주 한다. 단어내의 문자의 분리 작업도 이 와 비슷하게 문자 사이의 공백을 발견함으로써 수행 된다[10,11].

2.2.5 정규화

문자를 추출해하여 이들 문자의 정합도를 구하기 위해 각 문자들을 일정한 크기로 만들어야하고 이를 위하여 정규화한다. 정규화란 다양한 크기를 갖는 각 문자패턴을 이후에 구성되는 특징벡터의 변화를 줄이기 위하여 일정한 크기를 갖도록 만들어주는 과정을 말한다.

III. 이미지 처리기술을 이용한 온라인 바코드 품질검사 시스템의 설계

본 논문의 목표는 이미지 처리기술을 사용하여 바코드를 포함하는 레이블의 고속 출력 시 발생하는 불량 레이블을 찾아내고 제거함으로써 품질검사 공정을 자동화할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다. 시스템은 크게 네 가지의 기능을 포함한다. 먼저 레이블의 바코드 부분을 가려낸 뒤 바코드의 ANSI등급을 검증하여 바코드의 품질을 검사하고, 레이블의 문자와 바코드의 데이터를 판독하며, 바코드와 레이블의 문자 데이터 사이의 일치성을 검사한다. 마지막으로 검증에 의해 불량이라고 판정됐을 경우 경고음을 발생시키고 해당 레이블을 표시하는 불량 처리 기능을 포함한다.

3.1 온라인 바코드 품질검사 시스템의 구성요소

바코드 품질 검사 시스템은 카메라를 이용한 이미지 처리를 통해 바코드 영역에 대한 인쇄 품질 검사와 텍스트 영역에 대해 문자 인식을 통한 검사를 통해 데이터 검증을 수행한다. 불량 레이블이 발생할 경우 이를 작업자에게 알리는 기능(알람타워 사용)과 해당 불량 레이블의 천공을 통한 표시 기능을 포함한다(그림 3). 제안하는 품질검사 시스템은 기존의 공장 시설에 사용할 수 있도록 제작되어야 한다. 실제 인쇄 공장에서는 동일한 모델의 썰링 인쇄 장치가 사용되는 경우는 드물고 제조사와 제조시기가 매우 다른 제품들이 공존하는 경우가 많다. 따라서 제안 시스템 또한 다양한 형태의 썰링 인쇄 장치에 대해 가능한 간단하게 설치할 수 있도록 하드웨어 장치를 구성하였다.

개개의 썰링 인쇄 장치의 형태는 다르더라도 크게

프레스를 사용하여 인쇄 용지에 프린트를 하는 부분, 인쇄 용지를 이동시키는 이송장치, 레이블 단위로 절삭하기 위한 커팅기로 구성된다. 백지 상태의 종이를(role)은 이송장치에 의해 레이블 폭 단위로 움직인다. 이 과정에서 매번 정지와 움직임을 반복하는데 정지 상태일 때 인쇄 장치를 통해 레이블 하나가 인쇄되고, 동시에 이송장치의 끝 부분에서는 커팅기(cutting)에 의해 개개의 레이블 단위로 절삭된다.

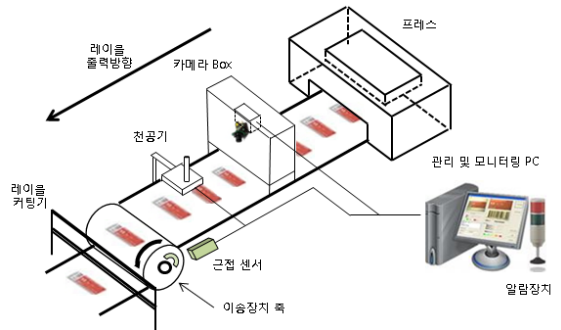


그림 3. 하드웨어 장치의 배치
Fig. 3 Deployment of the hardware devices

일반적인 썰링 인쇄기의 경우에 최대 속도로 동작하면, 세로폭 10cm 정도의 레이블을 인쇄하는데 0.4초 정지와 0.2초 이동이 필요하다. 고속 카메라가 아닌 일반 비전 카메라로 레이블 품질 검사를 위해서는 레이블이 정지하는 시점에 이미지를 촬영하는 것이 가장 적합하다. 제안하는 시스템에서는 이송장치의 축에 근접센서를 설치하여 용지가 정지하는 시점을 알아내도록 하였다. 이미지 처리를 위한 카메라는 박스형태의 카메라 박스에 고정된다. 불투명의 카메라 박스는 외부 조명을 막고 내부에 설치된 LED 조명이 균일하게 레이블 면에 조사되도록 한다. 알람장치는 산업현장에서 흔히 사용되는 경광등을 적용한다. 불량레이블을 표시하기 위해서는 천공기를 사용한다. 단, 천공기는 레이블이 정지된 순간에 빠르게 동작할 수 있어야 한다. 만약 천공 과정이 길어지면 레이블의 이송이 일어나면서 레이블용지 표면에 균열을 가져올 수 있다. 균열이 지나치게 커지면 인접한 정상레이블까지 손상을 가져올 수 있다.

3.2 내부 소프트웨어 구조

그림 4는 온라인 데이터 검증 기능을 지원하는 바코드 품질검사 시스템의 구조를 표현한 것이다.

관리 및 모니터링 인터페이스

작업 전반에 걸쳐 시스템 환경 설정 및 동작 상황에 대한 그래픽 인터페이스를 제공한다.

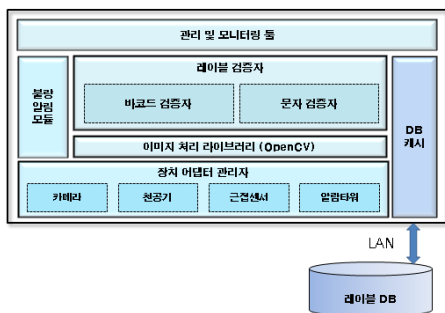


그림 4. 검증 소프트웨어의 구조
Fig. 4 Architecture of the verification software

불량 알림 모듈

오류 레이블이 발생한 경우 관리자 또는 현장 근무자에게 알린다. 알람장치(경고등)를 통해 불량 발생을 알리고 천공기로 해당 레이블에 구멍을 뚫어 불량임을 표시한다.

레이블 검증자

레이블 검증자는 바코드 검증자와 문자 검증자로 이루어진다. 바코드 검증자는 레이블 사진으로부터 바코드 영역을 찾아내고 GS1 표준에 의거하여 인쇄 품질 등급을 부여한다. 문자 검증자는 문자 인식 기능을 이용하여 텍스트 영역에서 문자들을 추출한다. 데이터베이스 검색을 통해 인식된 바코드와 추출된 텍스트가 서로 대응되는 것인지를 검증한다.

장치어댑터 관리자

이미지 처리를 위한 카메라, 불량 레이블 처리를 위한 경광등과 천공기 등 입출력 장치들에 대한 어댑터를 관리하고 상태 및 설정을 담당한다.

데이터베이스(DB) 캐시

업무용 서버 컴퓨터에 있는 데이터베이스를 읽어 바코드-텍스트 검증을 위한 자료를 메모리에 유지한

다. 레이블 검증을 위해 주어진 바코드에 해당하는 연관된 텍스트 정보를 매우 빠르게 알려준다.

레이블 정보 데이터베이스

인쇄 작업을 하는 모든 레이블에 대한 모든 정보를 유지한다. 레이블별로 바코드, 색상, 레이블 크기, 인쇄되어야 할 텍스트 정보(상품명, 크기, 숫자코드)등을 포함한다. 레이블 생산 현장의 데이터와 일치성을 위해 업무 데이터베이스를 품질검사 시스템에서 네트워크를 통해 직접 접근하도록 하였다.

3.3 바코드 등급 판정

바코드의 등급 판정의 흐름은 그림 8과 같다. 카메라를 이용하여 레이블의 영상을 촬영하고, 그레이 픽셀(gray pixel) 값으로 변환한 뒤, 레이블의 바코드 영역을 찾아낸다. 찾아낸 바코드 이미지를 이용하여 2.1 절의 인자들의 값을 계산 후, 레이블의 바코드 등급 판정으로 불량 여부를 판단한다.

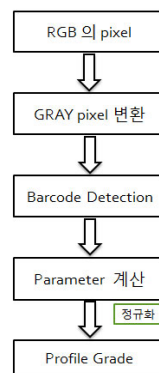


그림 5. 텍스트 인식 처리과정
Fig. 5 Processing steps of text recognition

3.4 바코드-텍스트의 데이터 적합성검사

본 인쇄에 앞서 바코드와 텍스트 데이터 조합의 적합성검사(validation)를 해야 한다. 레이블의 고품질 균질화를 구현하기 위해 생산 라인에서 바코드와 텍스트 데이터의 적합성 판정이 필요하다.

바코드 부분과 텍스트 부분의 인쇄 틀은 따로 준비되어 있고 다양한 제품의 레이블을 생산하기 때문에 작업자의 실수로 인해 바코드와 텍스트가 잘못 매칭되는 경우가 발생 할 수도 있다. 바코드-텍스트 데이

터의 적합성 검사를 포함한 종합적인 데이터 검증 지원 및 레이블의 정보와 데이터베이스 정보와의 상호 검증을 지원함으로써 제품의 레이블이 올바른 위치에 부착될 수 있도록 한다. 적합성 검사는 바코드의 정보를 이용하여 DB에서 레이블관련 정보를 가져와 이 정보를 GUI상에 나타내고 카메라를 통해 인식한 레이블의 문자와 기호 데이터를 출력하여 바코드와 텍스트 부분의 데이터 적합성을 판단한다.

3.5 온라인 레이블 검증

검증 과정은 정확성을 위해 바코드와 카메라에 의해 인식된 문자 정보를 이용한다. 먼저 검출된 바코드 영역 이미지로 바코드의 등급판정으로 불량 여부를 가리고 등급에 문제가 없으면 레이블의 바코드의 데이터, 문자 데이터 그리고 데이터베이스의 문자 값과의 일치성을 판단하여 레이블을 검증한다.

3.6 사용자 인터페이스

온라인 검증을 지원하는 레이블 출력 시스템에서 사용자 인터페이스(그림 9)는 크게 영상 표시부와 상태 표시부로 나뉜다. 영상 표시부는 카메라로 들어온 영상을 나타내는 부분이며 카메라에서 판단된 정보는 메인소프트웨어의 관리 및 모니터링 툴에 의해 레이블무효화 모듈 및 에러알림모듈에서 사용되고 모니터에 표시된다. 바코드 상태 표시부에서는 각 속성의 등급을 색으로 구분하여 나타내고 모든 속성의 평균 등급까지 보여준다.

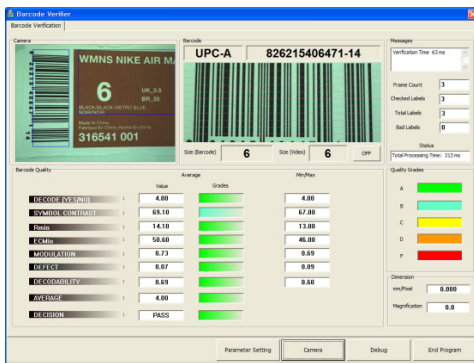


그림 6. 검증 소프트웨어의 사용자 인터페이스
Fig. 6 User interface of the verification software

IV. 온라인 바코드 품질검사 시스템 구현

제시된 설계안을 바탕으로 온라인 바코드 품질검사 시스템 하드웨어를 다루고자 한다.

입력을 담당하는 카메라로는 저가의 비전 카메라인 HVR2000[12]을 사용하였다. 본 제품은 CMOS 이미지 센서를 사용하고 있으며 USB2.0 인터페이스를 제공하는데 최대 2048x1536 픽셀의 해상도를 제공하므로 제안 시스템의 바코드 영역에 대한 품질 검사가 가능하다.

알람장치인 ST56EL-USB 시그널타워는 스마트 레이블 검증 작업 시 필요한 기기이다. 정상 동작중에는 초록등을 켜고 불량 레이블이나 이상 동작 발생이 있을 경우 적색등을 점등하고 경고음을 발생하도록 하였다. 천공기의 경우에는 기존 상용제품의 경우에는 단가가 높고 불필요한 기능이 많으므로 솔레노이드를 이용하여 자체제작을 하였다. 천공기의 제어회로는 USB를 사용하여 검증 프로그램과 연동한다. 그림 7은 레이블 인쇄 과정에 적용되어 동작중인 제안 시스템을 보인 것이다.

메인 소프트웨어의 소스는 100여 개의 메소드와 모듈로 나누어져 있다. 운영체제는 Windows XP, 개발툴은 MS Visual Studio2008를 사용하였다. 개발 언어로써 C++을 사용하였으며, 이미지 처리를 하여 OpenCV를 적용하였다. 텍스트 영역의 문자 인식을 위해서는 공개소프트웨어인 GOCR 프로그램을 사용하였다. GOCR은 검증 프로그램의 지식 프로세스로 동작하도록 하였으며 이미지 데이터는 파일로 전달하도록 하였다. 이 과정에서 입출력에 따른 소요시간을 줄이기 위해 램드라이브(RAM drive)를 사용하였다.



그림 7. 동작중인 바코드 품질검사 시스템
Fig. 7 Barcode verification system at work

V. 결 론

온라인 검증기능을 지원하는 레이블출력기술은 대량의 레이블 고속 출력에 있어 불량률의 감소를 가져올 것이며 레이블 출력물의 품질 향상을 가져올 것으로 예상된다. 또한, 레이블 프린팅 업체를 대상으로 품질 검증을 위한 도구, 문자 인식과 바코드의 품질검사 기능을 위한 도구와 같이 독립적인 모듈로도 판매 가능할 것으로 보고 있다.

추후에는 문자처리 과정에서 배경조명에 따라 인식이 변화하는 문제점을 해결하기 위해 문자처리 기법의 성능을 향상시키기 위한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 이 논문은 2008학년도 부경대학교 연구년 교수 지원사업에 의하여 연구되었음 (C-D-2008-0167)

참고 문헌

- [1] 구중억, "국내 도서관에서 바코드와 RFID를 이용한 모바일 서비스 증진에 관한 연구", 한국문헌정보학회지, 44권, 2호, pp. 309-331, 2010.
- [2] GS1, "GS1 General Specifications, Version 12", <http://www.gs1.org/barcodes/technical/gen-specs> (2012년 9월 14일).
- [3] GS1, "GS1 Bar Code Verification for Linear Symbols. version 4.3", http://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1_Bar_Code_Verification.pdf (2012년 9월 14일).
- [4] 대한상공회의소 유통물류진흥원, "GS1시스템 바코드 종류", <http://www.gs1kr.org/> (2012년 9월 14일).
- [5] 양윤모, 김광수, 이성희, "제품레이블의 양부판정 및 인식을 위한 비전시스템 개발", 고려대학교 자연과학연구소 연구보고서, 1993.
- [6] 김광수, 이성희, 양윤모, 정영구, "제품레이블의 양부판정 및 레이블내의 문자 인식", 대한전자공학회 학술대회 논문집, 16권, 2호, pp. 686-689, 1993.
- [7] G. Nagy, "Twenty years of document image analysis", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No. 1, pp. 38-62, Jan. 2000.

- [8] 조재현, "자동차번호판 이진화를 위한 개선된 퍼지 이진화 방법", 한국전자통신학회논문지, 6권, 2호, pp. 231-236, 2011.
- [9] 김광백, 우영운, "HSI 컬러 공간과 신경망을 이용한 내용 기반 이미지 검색", 한국전자통신학회논문지, 5권, 2호, pp. 152-157, 2010.
- [10] 박종현, 이귀상, 김수형, 이명훈, Nguyen Dinh Toan, "모바일 시스템 응용을 위한 실외 한국어 간판 영상에서 텍스트 검출 및 인식", 대한전자공학회 논문지 CI, 46권, 2호, pp. 44-51, 2009.
- [11] 조재현, 양황규, "컬러 정보 및 형태학적 특징과 신경망을 이용한 차량 번호판 인식", 한국전자통신학회논문지, 5권, 3호, pp. 304-308, 2010.
- [12] 하이비전시스템, "HVR-2000 Series", <http://www.hyvision.co.kr/product/view.asp?idx=34&gopage=1&cond=&word=&cate1=1002&cate2=1004>, (2012년 9월 14일).

저자 소개



이주호(Joo-Ho Lee)

2008년 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 졸업(공학사)

2012년 부경대학교 대학원 IT융합응용공학과 졸업(공학석사)

※ 관심분야 : 데이터베이스, RFID 미들웨어



송하주(Ha-Joo Song)

1993년 서울대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

1995년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2001년 서울대학교 대학원 전기컴퓨터공학부 졸업(공학박사)

2003년 8월 (주)아이티포웹 부장

2003년 9월~현재 부경대학교 교수

※ 관심분야 : 데이터베이스시스템, RFID/USN 미들웨어