



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

온라인 검증기능을 지원하는
스마트 레이블출력시스템의
설계 및 구현



2011년 8월

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

컴 퓨 터 공 학 과

김 정 용

공 학 석 사 학 위 논 문

온라인 검증기능을 지원하는
스마트 레이블출력시스템의
설계 및 구현

지도교수 송 하 주

이 論 文 을 工 學 碩 士 學 位 論 文 으 로 提 出 함

2011년 8월

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

컴 퓨 터 공 학 과

김 정 응

이 논문을 김 정 응의 공학석사
학위논문을 인준함.

2011년 6월 1일



주 심 공학박사 정 목 동 (인)

위 원 공학박사 신 봉 기 (인)

위 원 공학박사 송 하 주 (인)

목 차

1. 서론	1
1.1 연구의 필요성	1
1.2 연구의 목적	2
2 관련 연구	3
2.1 RFID	3
2.2 바코드	5
2.2.1 바코드의 분류	6
2.2.2 불량 바코드	9
2.2.3 바코드 ANSI 등급 처리	10
3. 온라인 검증을 지원하는 스마트 레이블 검증시스템	16
3.1 레이블 인쇄 틀의 적합성검사	17
3.2 바코드 검증	19
3.3 인쇄 검증	21
3.4 RFID 검증	23
4. 검증시스템 구현	25
4.1 검증시스템의 개념	25
4.2 검증시스템의 구성	26
4.3 하드웨어 장치 구성	29
4.3.1 카메라	29
4.3.2 알람장치	31

4.3.3 RFID 리더기	31
4.3.4 근접센서	32
4.3.5 관리 및 모니터링 PC	32
5. 결론	34



그림 목 차

그림 1. 잘못된 바코드 인쇄 사례	9
그림 2. 레이블의 바코드 선택영역	10
그림 3. Scan reflectance profile with key measurements indicated	11
그림 4. Scan reflectance profile showing edge with lowest Edge Contrast ..	12
그림 5. Scan reflectance profile of a bar with a Grade 1 defect	13
그림 6. 바코드 등급판정 흐름도	15
그림 7. 스마트 레이블 검증시스템 사용자 인터페이스	16
그림 8. 레이블 인쇄 틀의 적합성 검사흐름도	17
그림 9. 레이블 인쇄 틀의 적합성 검사 디스플레이 모드	18
그림 10. 바코드 검증 흐름도	19
그림 11. 바코드 등급 디스플레이 모드	20
그림 12. 온라인 레이블의 검증흐름도	21
그림 13. 불량 레이블 판정	22
그림 14. RFID검증 흐름도	23
그림 15. RFID 태그 상태 디스플레이 모드	24
그림 16. 검증 시스템 개념도	25
그림 17. 스마트 레이블검증 시스템모듈 구성도	26
그림 18. HVR-2000	29
그림 19. ST56EL-USBB	31
그림 20. NL-RF300 RFID Reader (UHF)	31
그림 21. PSN17-5DN	32
그림 22. 관리 및 모니터링 PC	32

표 목 차

< 표 1 > 바코드와 RFID 비교	4
< 표 2 > RFID 구축 구성요소	4
< 표 3 > ANSI 등급	20
< 표 4 > 비전인식용 카메라 와 일반 End User 카메라 비교	30
< 표 5 > 관리 및 모니터링 PC 사양	33



온라인 검증기능을 지원하는 스마트 레이블출력시스템의 설계 및 구현

김 정 응

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원 컴 퓨 터 공 학 과

요 약

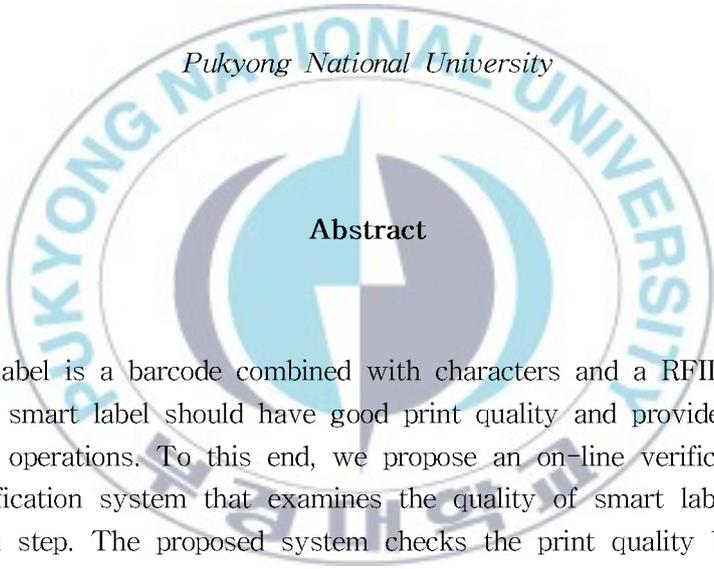
일반 레이블에 바코드와 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 결합한 것을 스마트 레이블이라 한다. 스마트 레이블은 인쇄상태가 올바르고 RFID 태그의 동작이 제대로 수행되어야 정상 제품으로 간주된다. 이에 본 연구는 스마트 레이블의 품질을 생산단계에서 검사하는 온라인 검증시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 비전카메라를 사용하여 스마트레이블의 인쇄 품질을 측정하고 RFID리더를 이용하여 태그의 동작 여부를 검사한다. 레이블 인쇄에 문제가 있거나 RFID 태그가 정상적으로 동작하지 않으면 경광등 및 화면을 통해 불량 이 발생하였음을 즉시 알려준다. 따라서 제안 시스템을 사용하면 스마트레이블 제조과정의 초기 단계에서 불량품을 선별할 수 있고 빠른 검사가 가능하며, 품질검사 비용을 줄일 수 있다.

Design and Implementation of A Smart Label Printing System with On-line Verification

Jeong-Ung Kim

Department of Computer Engineering, Graduate School,

Pukyong National University



Abstract

A smart label is a barcode combined with characters and a RFID tag on it. A normal smart label should have good print quality and provide successful RFID tag operations. To this end, we propose an on-line verification smart label verification system that examines the quality of smart labels in their production step. The proposed system checks the print quality by a vision camera and tests the operations of tags using an RFID reader. If there is any problem with the print quality or malfunction of tag operations, it immediately notifies that there is a defective product via alarm tower and computer screen. Hence the proposed system can find out defectives in the early stage of smart label production, provide fast inspection and cut off the cost of quality assurance.

1. 서론

1.1 연구의 필요성

무선인식기술은 지속적인 성장단계에 있고, 응용분야 범위가 매우 넓어 미래 신기술로 각광을 받고 있어 우리 생활의 전반에서 큰 영향을 미치게 될 것으로 기대된다[1]. 이 중 RFID 기술에 있어 핵심인 RFID 태그에 대한 여러 업체들의 관심이 높아지면서 가격의 하락과 함께 큰 시장이 형성될 것으로 보인다. 시장조사 기관인 리서치앤마켓(Research and Markets)이 발표한 'Global RFID Market Analysis till 2010' 보고서를 통해 2008년부터 2016년까지 한국을 비롯해, 일본, 중국, 태국의 RFID 시장 성장률이 연간 20.7%를 유지할 것이며, 아이템 레벨 태깅 시장은 2006년부터 2016년까지 연간 55% 증가할 것으로 전망했다. RFID 기술의 보급을 위한 핵심 요소 중의 하나는 태그의 단가를 낮추는 것이며 이것을 가능하게 하는 실용적인 기술이 RFID 프린팅 기술이다[2]. 이 기술은 RFID 인레이(inlay, 칩+안테나)를 종이 형태의 부착 가능한 레이블 형태로 출력하는 기술이며 현재 RFID 태그당 7센트 수준에 공급할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

한편 RFID 프린팅 단계에서 오류가 포함된 불량 RFID 태그들의 비율이 높게는 10%이상 발생하는 것으로 알려져 있다. 불량 태그를 사용하므로써 발생하는 각종 경제적, 사회적 손실은 RFID 기술이 널리 보급될수록 더욱 확대될 것이므로 불량 태그를 생산단계에서 제거하는 것은 RFID 인프라의 보급을 위해 매우 중요한 기반 기술이다. 본 논문에서는 RFID 인레이와 문자 및 바코드를 융합하여 인쇄하는 기술을 '스마트 레이블링 기술'로 정의한다. 스마트 레이블은 RFID 태그, 문자, 바코드 정보가 동시에 출력되므로 세 가지 측면에서 모두 결함이 없어야 정상적인 레이블로 출시할 수가 있다. 이에 본 논문에서는 생산

과정에서 스마트 레이블 내의 정보들에 대한 무결성을 검사하여 불량으로 판단되는 레이블을 즉각적으로 제거할 수 있는 기술을 개발하고자 한다[2].

1.2 연구의 목적

본 논문에서는 RFID를 적용한 스마트 레이블의 고속 출력 시 결함을 줄이고 공정을 자동화할 수 있는 검증 소프트웨어를 제안한다. 온라인 검증을 지원하는 스마트 레이블 검증시스템은 월 수천만장의 인쇄가 가능한 쉘링 방식의 고속 스마트 레이블 출력시스템에 적용되는 기술이다. 쉘링 방식은 일반 RFID 프린터에서 사용하는 열 전사(thermal print) 방식에 비해 대량의 레이블을 고속으로 출력할 수 있으며 따라서 기존 방식에 비해 향상된 기능을 갖는 데이터 검증 기술이 필요하다.

현재는 바코드 데이터검증 및 임의표본추출의 품질검사를 수작업으로 하여 많은 운영예산이 소요되는 실정이다.

스마트 레이블 공급업체의 입장에서도 출하이후 고객사에서 불량 레이블이 발생하면 생산지체에 따른 경제적 피해가 상당하고 공급사는 소비자의 클레임에 따른 2차적인 경제적 손해를 감내해야 한다. RFID와 바코드, 문자를 동시에 사용하는 스마트 레이블은 RFID 칩, 바코드, 문자에 대한 각각의 오류 검사도 필요하지만 상호간 데이터의 일치성에 대한 검사와 코드 데이터베이스와의 일치성 검사가 필수적이다.

본 논문에서는 생산 과정에서 스마트 레이블 내의 정보들에 대한 무결성을 검사하여 불량으로 판단되는 레이블을 즉각적으로 제거하고 레이블의 데이터 입력단계에서부터 최종 출력까지를 자동화하기 위한 기술을 개발하고자 한다.

2. 관련연구

2.1. RFID(Radio-Frequency Identification)

RFID 기술이란, 바코드 시스템과 마그네틱 카드시스템이 우리 생활에 밀접하게 이용되고 있으나 생산 방식의 변화, 소비자 의식의 변화, 문화 및 기술의 진보, 바코드와 마그네틱 카드의 단점 해소 요구에 의해 개발된 시스템이다.

즉 무선 주파수를 이용하여 태그의 데이터를 읽어 사용하는 기술이다[3].

여기에는 태그와 리더가 필요하다. 태그는 안테나와 집적 회로로 이루어지는데, 집적 회로 안에 정보를 기록하고 안테나를 통해 판독기에게 정보를 송신한다. 이 정보는 태그가 부착된 대상을 식별하는데 이용된다. 쉽게 말해, 바코드와 비슷한 기능을 하는 것이다. RFID가 바코드시스템과 다른 점은 빛을 이용해 판독하는 대신 전파를 이용한다는 것이다. 따라서 바코드 리더처럼 짧은 거리에서만 작동하지 않고 먼 거리에서도 태그를 읽을 수 있으며, 심지어 사이에 있는 물체를 통과해서 정보를 수신할 수도 있다.

RFID를 통신에 사용하는 전파의 주파수로 구분하기도 한다. 낮은 주파수를 이용하는 RFID를 LFID(Low-Frequency Identification)이라 하는데, 120~140KHz의 전파를 쓴다. HFID(High-Frequency Identification)는 13.56MHz를 사용하며, 그보다 한층 높은 주파수를 이용하는 장비인 UHFID(Ultra High-Frequency Identification)는 868~956MHz 대역의 전파를 이용한다[4]. 또한 RFID는 사용하는 동력으로 분류할 수 있다. RFID 태그는 크게 수동형 태그와 능동형 태그로 나뉜다[5]. 수동형(passive)태그는 오직 판독기의 동력만으로 칩의 정보를 읽고 통신하는 태그를 말한다. 반수동형(semi-passive)태그란 태그에 건전지가 내장되어 있어 칩의 정보를 읽는 데는 그 동력을 사용하고, 통신에는 판독기의 동력을 사용하는 것을 말한다. 마지막

으로 능동형(Active)태그는 칩의 정보를 읽고 그 정보를 통신하는 데 모든 태그의 동력을 사용한다[6].

이러한 RFID 태그의 정보를 쓰기 위해서는 리더의 안테나 범위 내에 태그가 위치하며, 이 범위 내에 위치하지 않는다면 태그에 대한 읽기나 쓰기 동작이 제대로 수행되지 않는 문제가 발생 할 수 있다.

구분	바코드	RFID
인식방법	광학식(Read Only)	무선(Read/Write)
정보량	수십 단어	수천단어
인식거리	최대 수십 Cm	최대 100m
인식속도	개별 스캐닝	최대 수백 개
관리라벨	상품그룹	개개상품 (일련번호)
가격	라벨인쇄 10원 미만	태그 수백원

표 1. 바코드와 RFID 비교[8]

활용분야	원리
 [태그]	<ul style="list-style-type: none"> - 상품에 부착되며 데이터가 입력되는 IC칩과 안테나로 구성 - 리더와 교신하여 데이터를 무선으로 리더에 전송 - 배터리 내장 유무에 따라 능동형과 수동형으로 구분됨
 [안테나]	<ul style="list-style-type: none"> -무선주파수를 발사하며 태그로부터 전송된 데이터를 수신하여 리더로 전달함 - 다양한 형태와 크기로 제작 가능하며 태그의 크기를 결정하는 중요한 요소임
 [리더]	<ul style="list-style-type: none"> -주파수 발신을 제어하고 태그로부터 수신된 데이터를 해독함 - 용도에 따라 고정형, 이동형, 휴대용으로 구분 - 안테나 및 RF회로, 변/복조기, 실시간 신호처리 모듈, 프로토콜 프로세서 등으로 구성
 [호스트]	<ul style="list-style-type: none"> - 한 개 또는 다수의 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리함 - 분산되어 있는 다수 ? 리더 시스템을 관리함 - 리더부터 발생하는 대량의 태그 데이터를 처리하기 위해 에이전트 기반의 분산 계층 구조로 되어 있음

표 2. RFID 구축 구성요소[8]

2.2. 바코드

바코드(barcode)는 바(bar, 검은색 막대)와 공백(space, 흰색막대)을 특정한 형태로 조합하여 문자와 숫자 및 기호 등을 표현한 것으로 그 아래에 적혀져 있는 숫자를 스캐너로 읽을 수 있도록 한 것이다.

백화점이나 슈퍼마켓에 진열되어 있는 상품을 보면 거의 모든 상품에 가늘고 굵은 검은 막대가 그려진 그래프 같은 것이 있고 그 밑에 숫자가 쓰여 있는 것을 볼 수 있는데 이것이 바코드(유통코드)라는 것이다. 특히 한국에는 KAN코드라고 하며, 상품을 제조한 국가 번호, 회사 번호, 제품 번호가 표준화되어 있다.

바코드를 이용한 정보관리는 제조, 물류, 유통, 판매 및 재고 관리 업무 분야 등외에도 병원, 도서관, 철도나 항공의 여객 및 화물 관리, 공장자동화와 사무자동화 등 대량의 데이터를 신속하고 정확하게 처리하기 위한 곳에서는 모두 찾아 볼 수 있다. 요즘에는 의약품관리, 고정자산관리, 설비관리, 주차장관리, 다양한 분야에 응용하여 도입되고 있다.

바코드의 특징 및 종류는 바코드가 적용되는 분야에 알맞게 만들어진 여러 형태의 바코드 심벌 체계와 그 심벌에 맞게 흑과 백의 바코드 레이블을 만들어 주는 인쇄 시스템, 바코드를 해독하여 이용할 수 있는 정보를 바꾸어 주는 판독 시스템으로 이루어진다. 바코드가 오늘날과 같이 컴퓨터를 이용한 정보 시스템을 구축하는 원동력이 된 것은 미국이 주도적인 역할을 수행하였다.

약 30여 년 전 부터 데이터가 발생을 실시간으로 처리하기 위한 자동인식 기술의 연구 결과로 많은 바코드 시스템이 개발되었다. 1973년 UPC 코드가 소비자 산업 기준법으로 채택되고 바코드 스캔 기술이 발달함에 따라 이용이 가속화되었으며, 바코드 시스템의 보급으로 가게의 금전등록기에서는 처리 속도가 빨라지면서 인건비를 대폭 절감하는 성과를 이룩하였다. 이후 많은 바코드 시스

템이 개발되면서 바코드 시스템을 적용하는 경우가 늘어나 종전의 수동식 입력 방법보다 다음과 같은 장점을 지니게 되었다[9].

2.2.1 바코드의 분류

1차원(선형) 바코드 심벌로지

일차원 바코드 심벌로지들은 데이터를 횡축(X 방향)으로 배열하는 단순한 형태로서 1970년대 초 이래 많은 종류가 개발되어, 심벌의 길이(데이터의 길이)가 가변적이고, 오류 검출 기능과 보다 높은 데이터 밀도를 가질 수 있게 되었으며, 모든 Alphanumeric 데이터를 표현할 수 있는 형태로 발전하였다. 일차원 바코드는 제품 정보나 물류 정보 자체보다는 이들을 담고 있는 데이터베이스에 접근하는 데이터 키(Data Key)를 표현 하는데 이용되고 있다. 이와 같이 데이터 키(Data Key)를 통하여 외부에 이미 존재하는 데이터 베이스 시스템에 접근하는 방식을 번호판 (Licence Plate)구조라 부른다. 이 일차원 심벌로지의 번호판 구조는 두가지의 중요한 이점을 가지고있다. 첫째는 상대적으로 짧은 데이터와 심벌로지로서 많은 양의 데이터를 참조할 수 있다는 점과, 둘째는 상품의 데이터베이스(Data Base)의 내용을 변경시킬 경우에도 바코드 심벌을 다시 인쇄할 필요가 없다는 점이다.

2차원 바코드 심벌로지

2차원(2D) 심벌로지는 양축(X 방향, Y 방향)으로 데이터를 배열시켜 평면화 시킨 것으로서 기존의 일차원(1D) 바코드 심벌로지가 가지는 문제점인 데이터 표현의 제한성, 즉 선적용 패키지와 같이 로트번호, 구매 주문 번호, 수취자, 수량 기타 정보 등의 다양한 내용을 바코드로 표현하여 대상물에 부착하거나 동반시킴으로써 대상물의 이동과 함께 데이터가 수반 되도록 할 때의 많은 데이

터의 표현이 불가능한 점을 보완하기 위하여 1980년대 중반에 등장하게 되었다. 이런 의미에서 이차원(2D) 심벌로지는 포터블 데이터 파일(Portable Data File)의 개념을 가지고 있으며, 또한 전기적으로 연결되어 있지 않은 두 컴퓨터 사이에서 바코드는 데이터 교환의 가교 역할을 할 수 있기 때문에 데이터 브리지(Data Bridge)의 개념도 가지게 된다. 즉, 하나의 컴퓨터 시스템에서 출력된 데이터 파일은 이차원 심벌로 표현되어 타 컴퓨터 시스템에 키보드를 치지 않고 재입력이 가능하다는 것이다. 2차원 심벌로지의 장점은 하나의 심벌에 대용량의 데이터를 포함시킬 수 있는 점과 좁은 영역에 많은 데이터를 고밀도로 표현할 수 있다는 점, 공간 이용률이 매우 높다는 점과, 심벌이 오염되거나 훼손되어 데이터가 손상되더라도 오류를 검출하여 복원하는 능력이 탁월한 점이며, 또한 흑백 엘리트먼트가 변에 구속되어 있지 않아 심벌 인쇄 및 판독이 쉽고 심벌의 판독을 360°다방향으로 할 수 있으며, 한국어를 비롯한 모든 외국어 그리고 그래픽 정보까지도 표현할 수 있는 장점이 있다. 2차원 심벌로지는 데이터를 구성하는 방법에 따라 크게 다층형 바코드(Stacked Bar Code)와 매트릭스형 코드(Matrix Code)로 나뉜다.

다층형 바코드

1차원 바코드와 같이 개별적으로 인식될 수 있는 몇 개의 문자가 모여 수평 방향으로 열(Row)을 구성하며 열 안에는 1개 이상의 데이터문자를 포함하고, 하나의 심벌안에는 최소 2개 이상의 열을 포함 한다. 각 열은 독특한 심벌 시작(Start) 패턴과 종료(Stop) 패턴을 가지고 있으므로 바코드 판독기는 열의 순서와 관계없이 어떤 열이 읽혔는지 분 간할 수 있다. 또한 심벌 안에는 몇 개의 열(Row)과 줄(Column)이 있는지에 대한 정보와 심벌 종료 패턴이 있으므로 심벌 내의 모든 데이터가 정상적으로 판독되었는지를 확인 할 수 있다. 다층형 바코드는 1차원 심벌로지의 연장선상에 있으므로 특수한 별도의 장비가 아닌 상용화된 범용스캐너로 판독이 용이한 장점이 있다. 다층형 바코드에는

PDF-417, Code 16K, Code 49, Codablock 등이 있다.

매트릭스형(Matrix Code) 바코드

정방형의 동일한 폭의 흑백 요소를 모자이크 식으로 배열하여 데이터를 구성하기 때문에 심벌은 체크 무늬 형태를 띤다. 이 심벌을 판독하는 스캐너는 각 정방형의 요소가 검은지 흰지를 식별해 내고 이 흑백 요소를 데이터의 비트(Bit)로 삼아서 문자를 구성한다. 이런 단순 구조로 인해 다층형 심벌로지나 선형 심벌로지보다 더 쉽게 인쇄나 판독이 가능하다. 그 이유는 바코드에 있어서 서로 다른 폭의 엘리먼트를 배치하거나 판독하는 일이 가장 어려운 일의 하나이기 때문이다. 매트릭스형 코드에서는 흑백 엘리먼트의 존재 여부만 확인하면 되므로 데이터가 엘리먼트의 변에 구속되지 않아서 다층형 또는 선형 (1D) 심벌로지에 비해서 데이터의 오차 허용도(Tolerance)가 작아도 된다. 이와 같이 매트릭스형 코드는 흑백요소를 데이터 비트로 삼아 수평 및 수직 방향으로 배열하므로 2D Array 코드라고도 불린다. 매트릭스 코드에는 Maxicode, Code 1, DataMatrix, Vericode, ArrayTag, Dot Code , Softstripe등이 있다[9].

2.2.2 불량 바코드

바코드는 어두운 부분과 밝은 부분 사이에 뚜렷한 명도의 차이가 존재해야 하고 육안으로 충분히 보이는 명도의 차이가 관독장비에서는 불충분할 수도 있다.



그림 1. 잘못된 바코드 인쇄 사례

바코드 인식 오류에 의한 고객 대기시간 증가는 상품이미지악화 매출저하를 가져오고 바코드 인식오류는 납품된 상품의 바코드 재 부착으로 많은 비용 발생하게 한다. 바코드가 하나의 스캐너에서 인식되었다고 문제가 없을 거라고 생각하는 경우가 있다. 유통 업체에서는 연식, 기종이 다른 다양한 바코드 스캐너가 사용되기 때문에 하나의 스캐너에서 인식되었다고 그 바코드가 문제가 없다고 할 수 없다. 즉 바코드 검증을 통해 정확한 확인이 필요하다[10].

2.2.3 바코드 ANSI 등급 처리

바코드에 대한 인쇄규격을 검증함에 있어 훼손된 심벌에 대한 오류정보를 간략하게 표현 할 수 있도록 등급으로 판정한다. 바코드에 특정 성적을 할당하는 ANSI(지금은 ISO 사양이라고도 함) 검증 방식을 사용한다.



그림 2. 레이블의 바코드 선택영역

처음 바코드의 아래, 위 10%를 제외한 구간을 10개로 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 흰 색 두 가지 부분으로 컴퓨터가 인식하기 쉽도록 영상의 RGB 값을 GRAY 값으로 변환하여 최적화된 reflectance profile을 추출할 수 있다.

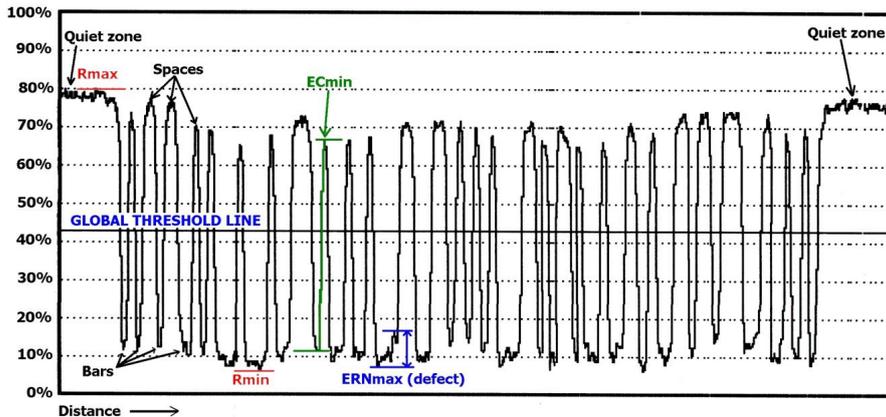


그림 3. Scan reflectance profile with key measurements indicated[10]

Rmax, Rmin

Reflectance Graph 각 요소의 값들 중 최대값과 최소값이다.

SymbolContrast(SC)

GRAY영상으로부터 추출한 Graph가 0% ~ 100% 중 차지하는 비율. (SC = Rmax- Rmin)

Global Threshold(GT)

Graph가 차지하는 비율에서 바코드의 Bar 부분과 Space 부분의 경계를 결정하는 값이다. 이는 Rmax와 Rmin의 평균값으로 구할 수 있으며 보통 $Rmin + SC/2$ 이 쓰인다.

Minimum reflectance

추출한 Graph를 Decode하기 위해서는 Rmin 값이 적어도 $Rmax/2$ 보다 낮아야 하므로 Decode 적합성을 판단하기 위해 최초로 검사하는 과정이다. ($Rmin \leq Rmax/2$)

Edge Contrast(EC)

가장 가까운 bars와 spaces Edge의 정점 값의 차이를 측정된 값. 각각의 요소들은 bar + space , space + bar로 가까운 요소들의 짝을 하나의 Edge Contrast 값으로 계산하여 값을 구할 수 있으며, bar와 space의 Edge는 각각 R_b , R_s 로 표현할 수 있고 R_b 와 R_s 의 차이로 Edge Contrast 값을 측정할 수 있다.

ECmin

이전의 Edge Contrast 값들 중 최소값

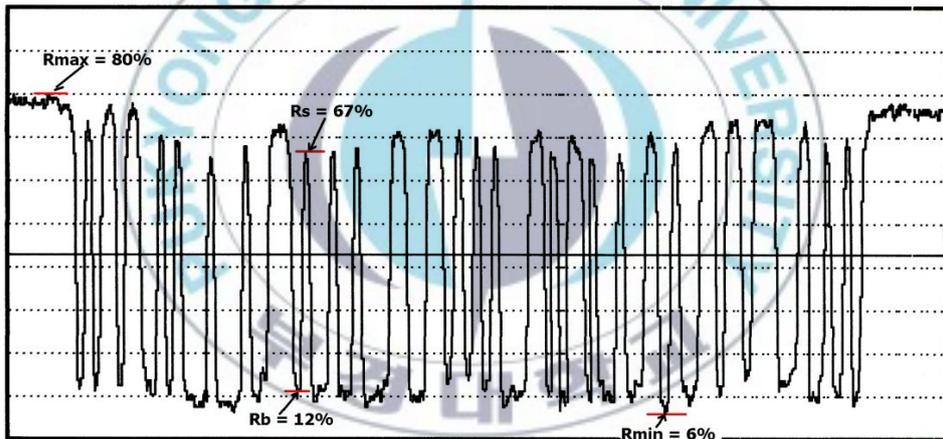


그림 4. Scan reflectance profile showing edge with lowest Edge Contrast[9]

Modulation(MOD)

이 값은 Edge Contrast와 관련이 있고 Edge Contrast의 최소값인 ECmin과 Symbol Contrast 값으로 구할 수 있다. MOD와 EC의 값이 서로 연관되어 있기 때문에, MOD의 값이 낮으면 EC값도 같이 낮아진다. ($MOD = ECmin/SC$)

Element Reflectance Non-uniformity(ERN)

Global Threshold를 지난 지점부터 다음 Global Threshold를 지나는 지점까지의 구간에서 솟은 부분을 체크하여 ERN을 구한다. ERN들중 가장 큰 값을 ERNmax에 저장한다.

Defects

ERNmax이 차지하는 비율에서 초기에 추출한 Graph가 차지하는 비율(SC)을 나눈 값이다[7].

(Defects = ERNmax/SC)

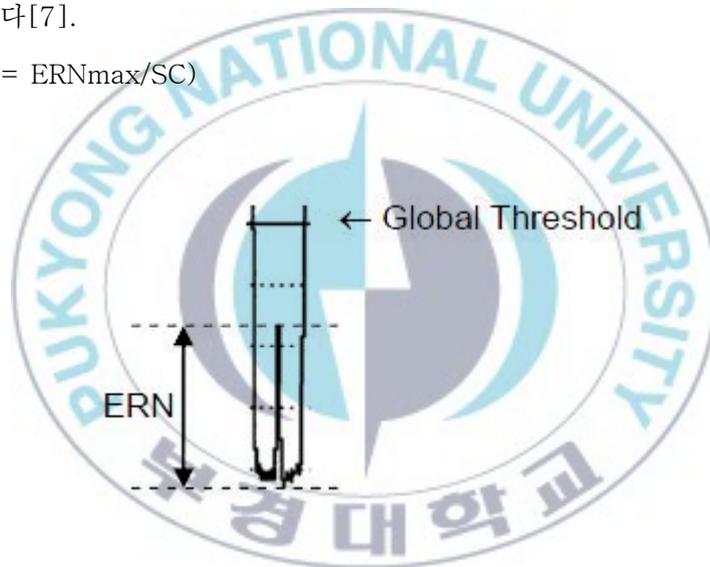


그림 5. Scan reflectance profile of a bar with a Grade 1 defect[9]

SYMBOL CONTRAST

이 속성은 코드 명암을 확인하는 데 사용됩니다. 높은 콘트라스트, 더 나은 그것은 목적과 더 나은 성적을 스캔입니다. 이것은 MicroPDF417 바코드 형식을 제외한 모든 바코드에 적용된다.

Modulation

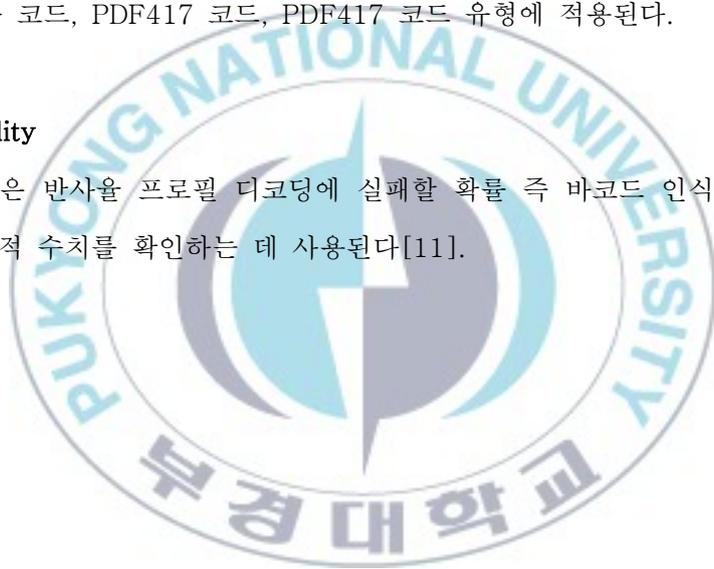
이 속성은 기호의 대비 비율로 가장자리에 대비의 강도를 확인하는 데 사용됩니다. 이것은 모든 1차원 바코드, 복합 코드, RSS 코드, PDF417 코드, PDF417 코드 유형에 적용된다.

Defects

이 속성은 코드의 반사율의 균일성을 확인하는 데 사용됩니다. 많은 반점 또는 빈 자국 등이 낮은 등급으로 분류된다. 이것은 모든 1차원 바코드, 복합 코드, RSS를 코드, PDF417 코드, PDF417 코드 유형에 적용된다.

Decodability

이 속성은 반사율 프로파일 디코딩에 실패할 확률 즉 바코드 인식실패 범위에 대한 확률적 수치를 확인하는 데 사용된다[11].



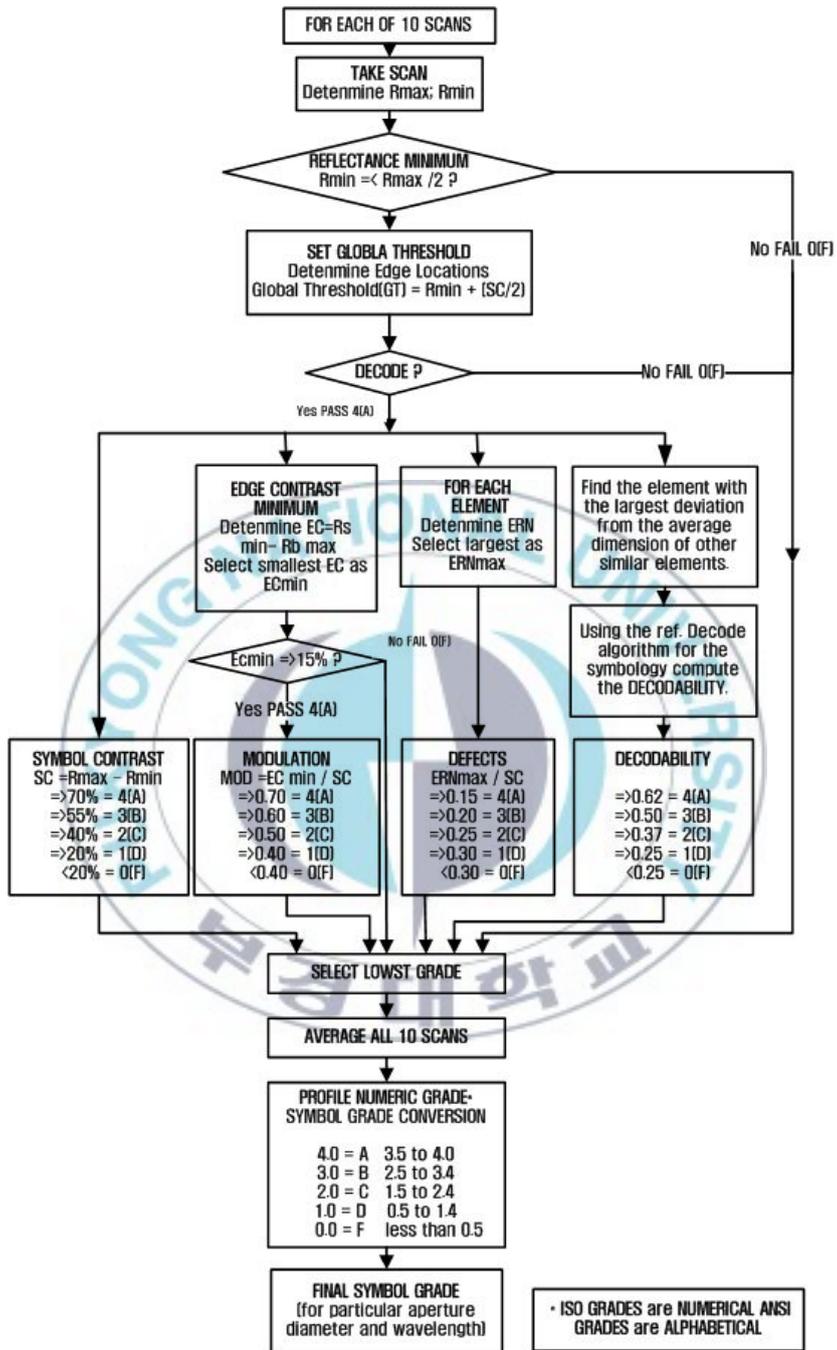


그림 6. 바코드 등급판정 흐름도[9]

3. 온라인 검증을 지원하는 스마트 레이블 검증시스템

본 논문의 최종 목표는 RFID를 적용한 스마트 레이블의 고속 출력 시 결함을 줄이고 공정을 자동화할 수 있는 출력 소프트웨어를 개발하는 것이다. 목표 시스템의 기술적 특성은 다음과 같다. 개발 시스템은 월 수천만장의 인쇄가 가능한 쉐어링방식의 고속 스마트 레이블 출력시스템에 적용되는 기술이다. 여기서 쉐어링방식이란 일반 RFID 프린터에서 사용하는 열전사(thermal print) 방식에 비해 대량의 레이블을 고속으로 출력할 수 있다. 따라서 기존 방식에 비해 향상된 기능을 갖는 데이터 검증 기술이 필요하다. 개발 시스템은 RFID 칩, 바코드, 문자부에 대한 종합적인 데이터 검증 지원 및 이러한 정보와 출력 데이터베이스 정보와의 상호 검증이 가능하다.

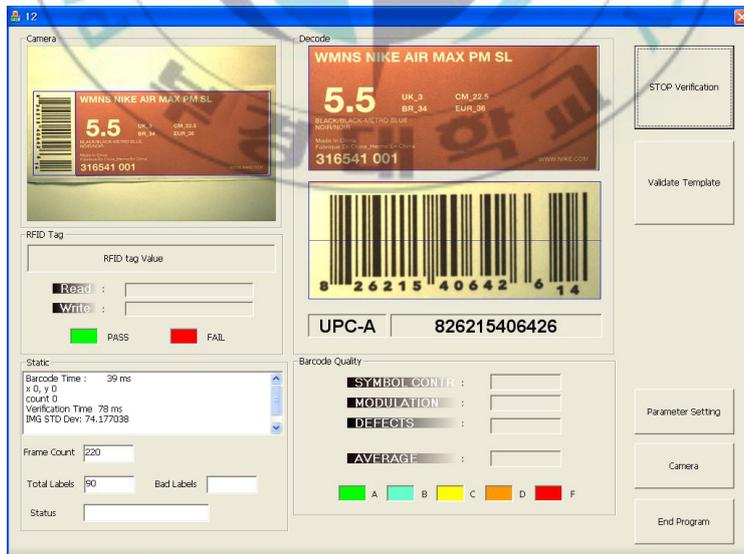


그림7. 스마트 레이블 검증시스템 사용자 인터페이스

3.1 레이블 인쇄물의 적합성검사

본 인쇄에 앞서서 레이블 인쇄물 조합의 적합성검사(validation)를 해야 한다.

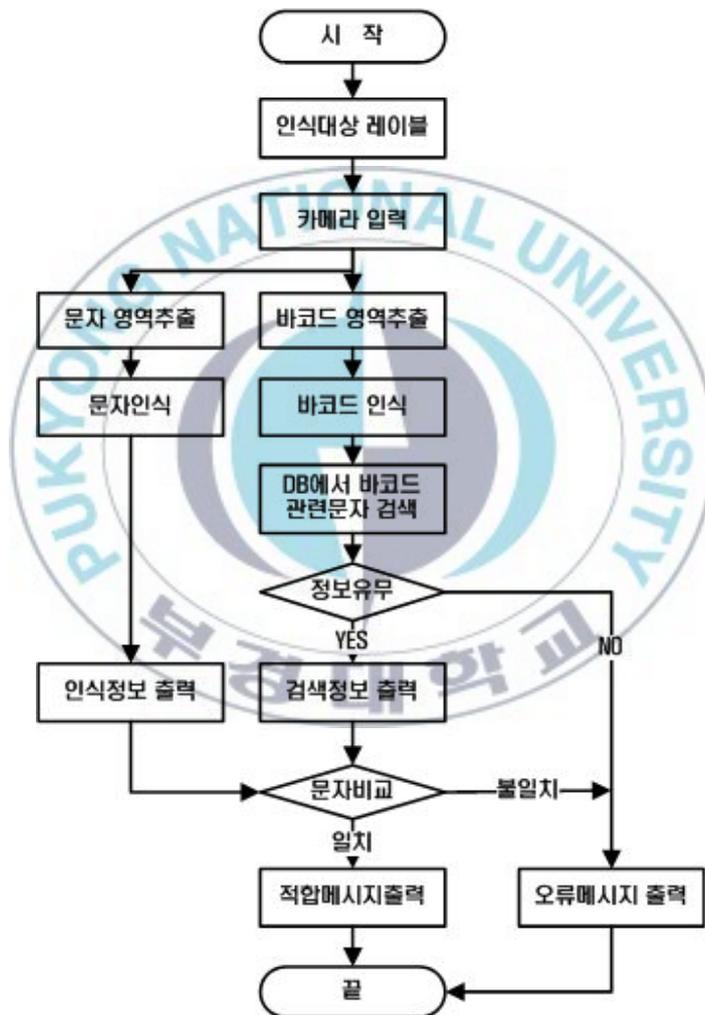


그림 7. 레이블 인쇄물의 적합성 검사흐름도

레이블의 고품질 균질화를 구현하기 위해 생산 라인에서 인쇄물의 적합성 검사가 필요하다. 다양한 제품의 레이블을 생산하므로 종합적인 데이터 검증 지원 및 데이터베이스 정보와의 상호 검증을 지원하므로 제품의 레이블이 올바른 위치에 부착될 수 있도록 한다.

적합성 검사는 그림8과 같이 바코드의 정보를 이용하여 데이터베이스에서 레이블관련 정보를 검색하여 이 정보를 이미지화 시키고 카메라에서 검출한 레이블의 문자, 기호를 비교하여 인쇄물의 적합성을 판단한다[7].



그림 8. 레이블 인쇄물의 적합성 검사 디스플레이 모드

3.2 바코드 검증(Barcode Verification)

인쇄된 바코드가 제대로 읽히는지 바코드 검증을 하게 되면 바코드의 정확한 인쇄상태를 알 수 있다. 올바르게 인쇄되어 있는지를 검증하여 인식오류로 발생할 수 있는 경제적 손실을 예상하는 기능이다. 육안 혹은 스캐너로 확인하기 어려운 바코드의 상태를 바코드 검증으로 확인한다.

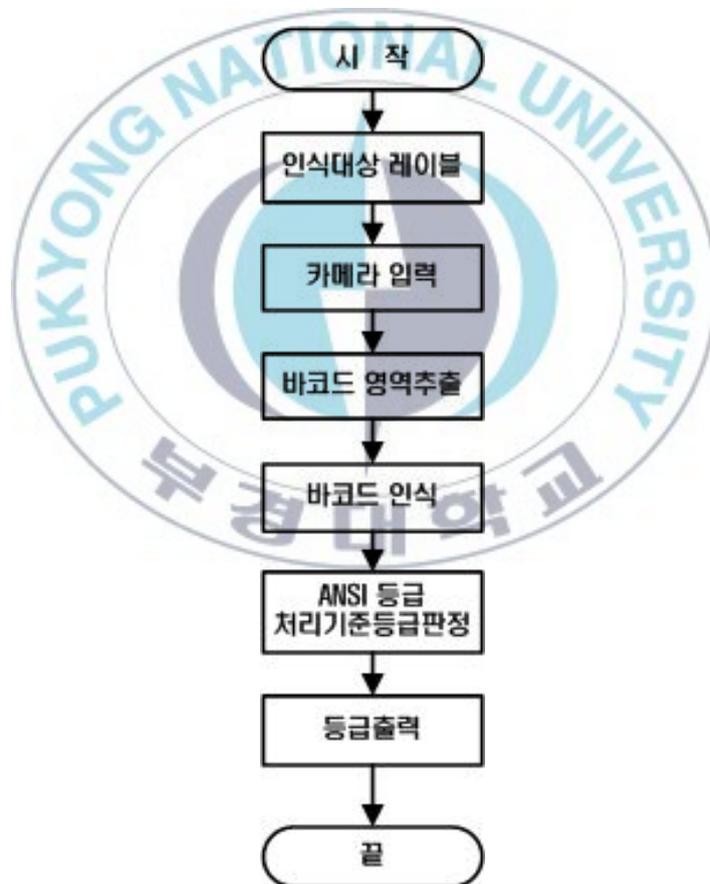


그림 9. 바코드 검증 흐름도

바코드에 대한 인쇄규격을 검증함에 2있어 훼손된 심볼에 대한 오류정보를 간략하게 표현 할 수 있도록 등급으로 판정한다.

레이블의 영상에서 바코드 부분 이미지를 획득하여 심볼의 두께, 높이, 기울어진 방향 정보를 생성 이렇게 생성된 정보를 바탕으로 바코드 ANSI 등급처리 기준에 따라 등급을 정하도록 시스템을 구현하였다[8].



그림 10. 바코드 등급 디스플레이 모드

등 급	점 수	결 과
A등급	3.5 ~ 4.0	합격
B등급	2.5 ~ 3.4	합격
C등급	1.5 ~ 2.4	합격
D등급	0.5 ~ 1.4	불합격
F등급	0.0 ~ 0.4	불합격

표 3. ANSI 등급

3.3 인쇄 검증(Printing Verification)

단일 품목의 레이블은 일정한 모양을 하고 있다. 따라서 양품의 레이블과 불량 레이블의 판정은 첫 번째 인쇄 레이블을 양품으로 보고 그 이후 출력되는 레이블과 영상을 비교하여 불량 레이블을 판정하게 된다.

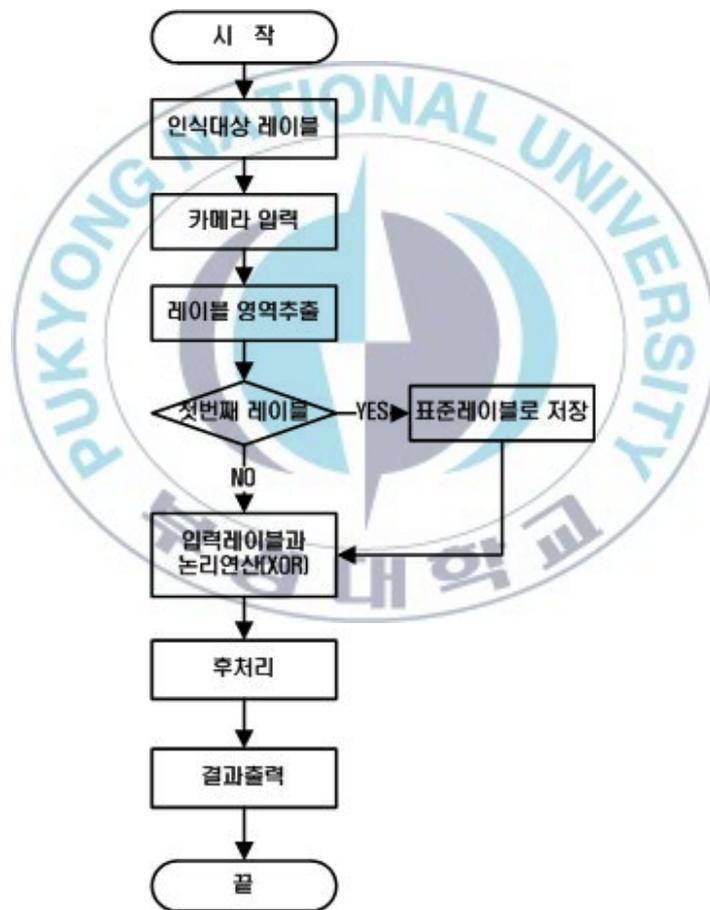


그림 11. 온라인 레이블의 검증흐름도

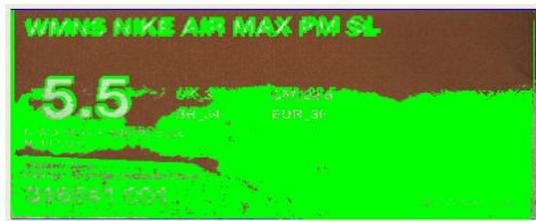
레이블의 인쇄물의 위치가 양호하더라도 레이블 자체가 훼손되거나 인쇄 불량 등의 이상이 생길 경우가 있다. 입력장치인 카메라에서 획득한 영상에서 이진화된 레이블영역을 추출하기 위해서는 레이블영역의 밝기에 대한 기준이 필요하다. 입력 영상의 밝기가 기준 값 이상인 경우 대응하는 출력영상의 화소 값을 1로하고, 그 이외의 경우는 0으로 한다. 카메라에 의하여 레이블의 영상을 획득하여 프레임 버퍼에 저장하고, 프레임버퍼간의 연산과 화소(pixel)간의 연산을 통하여 레이블위치의 적합판정과 레이블 모양의 훼손 등을 검증한다.



(a) 표준레이블



(b) 불량레이블



(c) 결과레이블(XOR)

그림 12. 불량 레이블 판정

3.4 RFID 검증(RFID Verification)

본 논문의 RFID 태그는 수동형(passive) 방식이며 이것은 리더에서 방출하는 전자기장을 이용하여 자체 전원을 발생하기 때문에 다른 태그에 비해 인식 거리가 짧다.

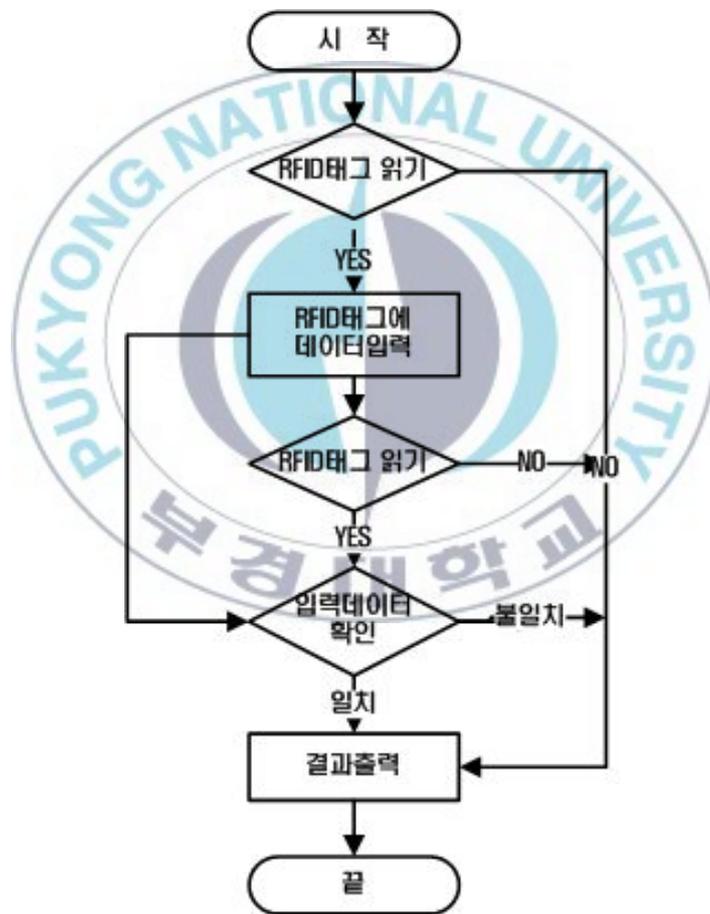


그림 13. RFID검증 흐름도

RFID 태그가 부착된 레이블이 이송될 때, 리더기가 자신의 통신영역내에 있는 RFID 태그(EPCGLOBAL CLASS1 GENERATION2 TAG)의 4개의 MEMORY BANK 에 대한 읽기 검사를 하고 EPC BANK와 USER MEMORY BANK 쓰기 검사를 하여 그 결과를 제어부에 전달하여(RFID태그 동작검증) 제어부에서는 리드한 결과에 따라 상기 RFID 태그 불량을 판단(RFID태그 데이터 검증)하게 된다.



그림 14. RFID 태그 상태 디스플레이 모드

4. 검증시스템 구현

이 장에서는 3장에서 정의된 내용을 기반으로 하여 검증시스템 하드웨어를 다루고자 한다.

4.1 검증시스템의 개념

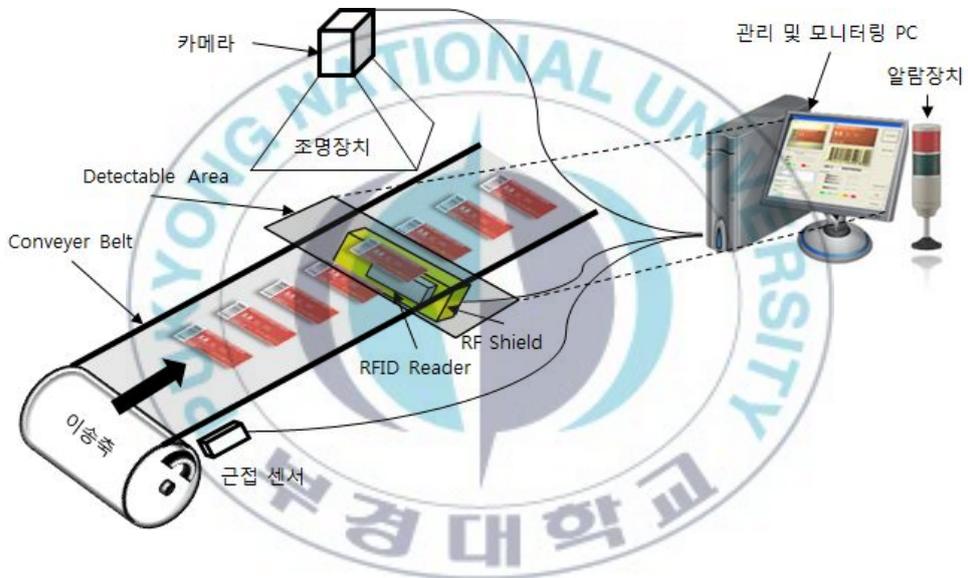


그림 15. 검증시스템 개념도

본 시스템은 레이블 인쇄기와 검증시스템의 제어권을 가지며, 비전검사 및 RFID 검사를 이용하여 인쇄된 레이블을 검증 후 이상이 있을 때 경고, 배제한다. 레이블공급기에서 공급신호가 보내지면 검증시스템에 그 신호가 입력되어 카메라와 RFID 리더로 레이블검증에 이상이 없다고 확인되면 레이블 공급기는 인쇄를 계속 진행 한다.

4.2 검증시스템의 구성

시스템구조는 RFID 칩, 바코드, 문자부에 대한 종합적인 데이터 검증 지원 및 이러한 정보의 출력, 데이터베이스 정보와의 상호 검증이 가능하며 출력될 EPC데이터업로드 단계에서부터 출력까지 자동화된 데이터 변환 및 검증 그리고 불량 레이블 배제를 통해 수작업을 최소화한다. 불량 레이블의 발생 시에 알림기능(경광등사용)으로 불량을 표시한다.

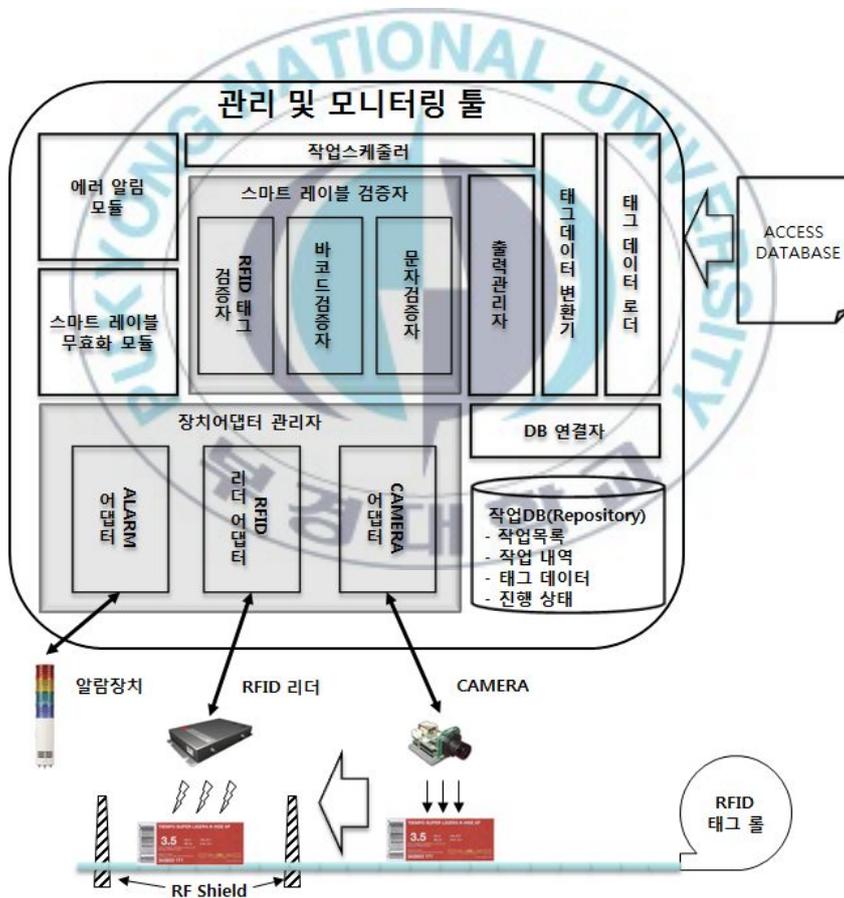


그림 16. 스마트 레이블 검증시스템 모듈 구성도

태그 데이터 로더

웹 또는 전용 GUI를 이용하여 출력될 태그 코드를 포함하고 있는 파일을 데이터베이스에 로딩 한다. 입력포맷은 XML/Excel/Text 중에서 선택할 수 있도록 한다.

태그 데이터 변환기

요청된 EPC에 대한 실제 물리적인 표현 방식(physical representation)을 자동 변환하는 모듈이다.

출력관리자

데이터베이스 내의 태그 데이터를 각각의 프린터에 공급하고 출력 상태에 대한 정보를 데이터베이스에 반영한다.

에러 알림 모듈

오류 레이블이 발생한 경우 관리자 또는 현장 근무자에게 알림된다. 경고 방법은 알람장치(경고등)가 있다.

스마트 레이블 무효화 모듈

오류가 발생한 스마트 레이블에 대해서는 배제 조치를 실행하는 기능이며 출력물에서 제외하고 프린트 시스템을 일시적으로 정지시킨다.

관리 및 모니터링 툴

작업 전반에 걸쳐 시스템 환경 설정 및 동작 상황을 감시한다.

스마트 레이블 검증자

1. 레이블의 출력 품질을 검사
2. RFID 인레이에 대한 동작 불량 검사 및 데이터 오류 검사
3. 문자 인쇄부에 대한 데이터 검증
4. 코드 출력부분에 대한 오류 검증(ANSI 표준에 의거)
5. 레이블 내의 값들(RFID, 바코드, 문자)에 대한 상호 데이터 일치여부 검증
6. 레이블 내의 값들과 데이터베이스의 요청자료와 합치성 자동 검사

장치어댑터 관리자

RFID 리더(엔코딩 및 읽기 기능), 바코드 및 문자 출력 장치, 스캐너와 같은 입출력 장치들에 대한 어댑터를 관리하고 모니터링한다.

어댑터

상위레벨에서 입출력 장치의 종류가 달라지더라도 일관성 있고 표준화된 인터페이스를 이용하여 접근할 수 있게 하는 기능을 수행한다.

데이터베이스(DB) 연결자

인메모리 객체 형식으로 데이터베이스 내의 각종 정보를 접근 가능하도록 지원

작업 DB (Repository)

출력 작업에 대한 정보, 진행 상태, 작업 목록 등을 저장. 경량급의 임베디드 데이터베이스 시스템을 이용

4.3 하드웨어 장치 구성

4.3.1 카메라

입력을 담당하는 카메라 HVR2000_Vision은 다양한 해상력의 센서 및 C/CS Mount Lens 장착이 가능하다.



그림 17. HVR-2000[12]

HVR2000_Vision은 CMOS Image Sensor 와 USB2.0 Interface 를 갖춘 하드웨어 장치와 이를 정교하게 제어할 수 있는 Software 개발툴 (SDK)로 구성된 장치로써 2048 Pixel의 고해상도 영상을 획득하였고 직류전원을 이용한 LED 램프를 이용하여 영상 획득부의 안정성을 확보하였다[12].

	비전인식용 카메라 (하이비전 영상툴킷/ 비전카메라 기준)	일반 End User 카메라 (PC Camea/감시카메라/디지털카메라)
제품 목적	인식알고리즘의 인식률을 높이기 위한 카메라	색상표현력을 높이기 위해 영상보정된 카메라
특징	영상왜곡 & 노이즈 적음/ 외부입출력신호 갖춤	색상향상을 위한 영상보정 기능이 풍부함
노출제어	User setting Exposure(사용자 지정)	Auto Exposure(자동보정)
화이트 발란스	RGV Gain Setting(수동조정)	Auto white balance(자동)
기타 ISP	기본적으로 없음 또는 사용자 ISP 알고리즘 구현, 적용	기본 Turn-On (Color correction/ Gamma등)
출력 Format	Bayer 또는 RGB(Interpolation 까지 진행)	YUV/YCbCr 또는 RGB (ISP 처리된 Format으로 출력)
영상열화	■ 디지털 Sensor이면서 압축안함	<ul style="list-style-type: none"> ■ USB PC Camera 경우 디지털 Sensor를 사용하나, 대부분 압축을 사용하므로 PC상에서의 재생영상 열화 ■ 감시카메라의 경우 아날로그 Sensor를 사용하므로 AD 기능을 갖춘 Grabber Board를 사용해야 하므로 영상 열화
영상 Capture 방식	하드웨어 Level 영상캡처 및 Sensor직접제어(Sensor 수동 미세 조정 가능)	DirectX 및 WDM/ Twain 방식 (주로 Windows 통한 간접 방식의 조정만가능. Brightness / Contrast 등)
Trigger 신호	YES	NO
LED Light 제어	YES	NO

표 4. 비전인식용 카메라 와 일반 End User 카메라 비교[12]

4.3.2 알람장치

알람장치인 Q-Light사의 ST56EL-USBB 시그널타워는 스마트 레이블 검증 작업 시 필요한 기기로서 불량 레이블이나 이상 동작 발생이 있을 경우 알람 기능과 동작을 나타낸다[13].



그림 18. ST56EL-USBB[13]

4.3.3 RFID 리더기

RFID 리더인 NL-RF300은 RFID 태그의 유효성 검사에 사용되며 UHF RFID 태그 읽기 기능과 쓰기 기능을 수행하는 장비이다. 하드웨어에 장착하기 쉽도록 소형이며 다른 TAG와의 간섭오류를 막기 위해 리더의 인식거리가 짧고 추가로 차폐막을 설치하였다[14].



그림 19. NL-RF300 RFID Reader (UHF)[14]

4.3.4 근접센서

레이블공급의 공급타이밍을 알기위해 사용하였고 특징은 적색 표시등에 의한 동작 유, 무식별 마이크로 스위치, 리미트 스위치 대응으로 폭 넓게 사용한다 [15].



그림 20. PSN17-5DN[15]

4.3.5 관리 및 모니터링 PC

관리 및 모니터링 PC는 원활한 영상처리와 사용환경에 맞도록 미니PC로 구성하였다. 대량 설치와 단가를 낮추기 위해 미니PC로 구성된다[16].



그림 21. 관리 및 모니터링 PC[16]

제 품 명	Ripple mini Spires
크기	240x135x250mm
프로세서	ATOM 230
VGA	Intel GMA950(DIRECTX9 지원)
SSD	S470 Series 64GB
RAM	삼성전자 DDR2 2G PC2-6400
파워서플라이	250w
메인보드규격	mini-itx

표 5. 관리 모니터링 pc 사양[16]

위의 제품은 기존의 제품들에 비해 방대한 양의 라이브러리가 제공되어 빠르게 시스템을 개발할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서의 소프트웨어의 소스는 OpenCV 라이브러리를 이용하여 바코드 인식 및 문자인식을 가능하게 하였고 하드웨어는 높은 해상력을 지원하는 비전 인식용 카메라를 사용하였다. 운영체제는 WINDOWS XP, 개발툴은 MS Visual Studio2008, 개발언어는 C++, OpneCV, MFC라이브러리 DB는 MS Jet Engine 3.6을 이용하였다.

5. 결 론

온라인 검증기능을 지원하는 스마트 레이블출력기술은 스마트 레이블 고속 대량 출력에 있어 불량률 감소를 가져올 것이며 스마트레이블 고속 인쇄기에 적용함으로써 출력물의 품질 향상을 가져오고 스마트 레이블 프린팅 업체를 대상으로 품질검사를 위한 도구로 판매 및 문자출력, 바코드출력, RFID 인레이에 대한 검사 기능을 독립적인 모듈로 판매할 수 있게 될 것이다.

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



참고문헌

- [1] J. Banks, M. Pachano, L. Thompson, and D.Hanny, "RFID Applied", John Wiley and Sons, 2007.
- [2] 박용재, 임명환, 김관중, "RFID/USN시장동향 및 서비스 수요 분석", ETRI 전자통신동향분석, 제24권, 제2호, 2009.4
- [3] R. Want, An Introduction to RFID technology, Pervasive Computing, IEEE, Volume 5, Issue 1, pp 25-33, 2006
- [4] Matt Ward, Rob van Kranenburg, "RFID: Frequency, standards, adoption and innovation", JISC Technology and Standards Watch, May 2006
- [5] Konstantinos Domdouzis, Bimal Kumar, Chimay Anumba, Radio-Frequency Identification(RFID) applications: A brief introduction, Advanced Engineering Informatics, Volume 21, Issue4, October 2007, Pages 350-355
- [6] 안재명, 이종태, 오해석, "EPCglobal Network 기반의 RFID 기술 및 활용", pp.23~39, 2007
- [7] N.G. Shankara, N. Ravib and Z.W. Zhongc, "A real-time print-defect detection system for web offset printing", Measurement, Volume 42, Issue 5, pp645-652, June 2009
- [8] RFID DB, "RFID 개념", <http://www.rfiddb.or.kr/userTemplate.one>
- [9] ICOM INFORMATION SYSTEM, "바코드 기술정보", <http://www.barcode mart.com/barcode/barcode1.htm>
- [10] "GS1 Bar Code Verification for Linear Symbols. version 4.3", GS1, May 2009

[11] 대한상공회의소유통물류진흥원, “GS1시스템 바코드종류”,

<http://www.gs1kr.org/>

[12] HyVISION SYSTEM, "HVR-2000 Series“,

<http://www.hyvision.co.kr/product/view.asp?idx=34&gopage=1&cond=&word=&cate1=1002&cate2=2004>

[13] Q-Light, "특수제어형 타워램프-USB/ USB 타워램프“,

<http://www qlightkr.com/2010/product/list.php?cate=11>

[14] Jin-Technologies, "RFID Reader/ NL-RF300“,

http://www.labelwriter.co.kr/product1/product_view1.php?num=372&tc=2&mc=1

[15] Autonics, "근접센서 PS/PSN Series“,

http://www.autonics.co.kr/Front/product/product_detail.php?f_cat1=2&f_cat2=2&f_cat3=89&idx=47

[16] ripple, "페어본블랙 1.0“,

http://www.ripple.co.kr/mini/product/product_detail.asp?pseq=27

감사의 글

이전에 직장을 다니면서 나 자신을 뒤 돌아볼 시간도 없이 일에 쫓겨서 하루 하루 너무 바쁘게 삶을 살아 온 것 같습니다. 그래서 삶의 전환점을 찾고자 대학원에 들어와서 공부를 시작하였고 무엇인가 완전히 익히기에는 짧고 지식의 미천함을 자각하기엔 충분했던 2년 6개월이란 시간이 흘러, 어느덧 감사의 글을 남기게 되었습니다. 기대 반 설렘 반으로 시작한 대학원 석사 과정이었습니다. 2년 반이라는 시간은 제게 놓친 것, 읽은 것도 많은 시간이었지만 그 만큼 제 인생 전체를 볼 때 가장 큰 발전과 발돋움의 기간이었습니다.

먼저 변함없는 믿음으로 저를 길러주신 부모님께 깊이 감사드립니다. 부모님의 사랑과 믿음이 있었기에 지금의 제가 있을 수 있었습니다. 그리고 이 논문을 쓸 수 있도록 지도해 주시고 격려해 주신 송하주 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그 외에도 IDB 연구실의 주호, 재형, 주형에게도 감사의 말을 전합니다.

길의 끝은 언제나 또 다른 길의 시작을 의미합니다. 대학원을 마치고 어떠한 길이 제 앞에 나타나더라도 저에게 힘을 주는 분들이 있기에 이제는 그 길을 헤쳐 나갈 수 있는 용기가 생겼습니다. 대학원에서 보고 배우고 느낀 것들을 디딤돌 삼아 이 세상에 소금과 같은 존재가 되고 싶습니다.

다시 한 번 저를 도와주시고 이끌어 주신 모든 분들께 감사드립니다.

2011년 6월

김정웅