

RFID 태그 생산 공정 자동화를 위한 부적합품 검출 시스템의 구현

정민포*, 조혁규*, 정덕길**

An Implementation of the Fault Detection System in the RFID Tag Manufacturing Automation

Min-Po Jung*, Hyuk-Gyu Cho*, Deok-Gil Jung**

요 약

국내 대부분의 RFID 태그 생산업체에서는 칩 본딩 작업 후에 태그 불량품 검출 작업이 수작업으로 수행되기 때문에 태그 생산 시간과 비용을 감소시키기 위한 요구가 산업계에서 요구되어 왔다. 이에 따라 이 논문에서는 태그 불량 검출 기능을 수행하는 시스템을 개발하여 산업 현장에서 요구되는 RFID 태그 부적합품 검출 자동화 시스템을 구축할 수 있는 소프트웨어 분야의 기초 기반 기술을 제공한다. 프로그램의 개발 비용을 낮추고 유지보수를 용이하게 하기 위하여 시스템의 모델링에는 UML을 사용하고 프로그램의 구현에는 JAVA 언어를 사용하여 개발하였다. 개발된 시스템은 태그 불량 검출 작업을 수작업으로 처리하는 방법과 비교하여, 매우 뛰어난 처리속도의 성능 향상과 부적합품 검출에 대한 완벽한 인식률을 보여준다.

▶ Keyword : RFID 태그, RFID 리더기, 불량 태그 검출, UML 모델링

Abstract

The detection process of defective tags in most of Korean domestic RFID manufacturing companies is treated by on-hand processing after the job of chip bonding, so it has been requested to reduce the time and cost for manufacturing of RFID tags. Therefore, in this paper, we implement the system to perform the detection of defective tags after the process of chip bonding, and so provide the basis of software to establish the foundation of automation system for the detection of defected RFID tags which is requested in the related Korean domestic industrial field. We have developed the system by using UML in modeling phase and JAVA in implementation phase to reduce the cost of development of program and make it easy to maintain. The developed system in this paper shows the very enhanced performance in processing speed and perfect detection rate of defective tags, comparing to the method of on-hand processing.

▶ Keyword : RFID Tag, RFID Reader, Defective Tag Detection, UML Modeling

• 제1저자 : 정민포 교신저자 : 정덕길

• 투고일 : 2010. 11. 08, 심사일 : 2010. 11. 13, 게재확정일 : 2010. 12. 02.

* 영산대학교 사이버경찰학과 교수(Dept. of Cyber Police, YoungSan University)

** 동의대학교 컴퓨터과학과 교수(Dept. of Computer Science, Dong-eui University)

※ 이 논문은 2009학년도 동의대학교 교내연구비에 의해 연구되었음(2009AA095)

I. 서론

RFID와 관련된 산업 분야는 RFID 태그(tag), RFID 리더기(reader), 솔루션 시장으로 구분된다. 이 중에서 태그 시장은 RFID 전체 시장의 절반 정도를 차지하고 있지만 국내에서는 RFID 리더기와 솔루션 분야의 연구만 활발히 이루어지고 있으며 태그 분야의 연구와 개발은 거의 전무한 실정이다[1].

또한, 국내에서 RFID 태그를 생산하고 있는 대부분의 업체들은 수동 방식의 칩 본딩(chip bonding) 작업으로 진행되는 장비를 외국에서 수입하여 사용하고 있으며, 태그에 칩을 본딩한 후 최종 생산된 태그의 불량 검출 단계는 수작업으로 이루어지고 있는 실정이다. 이에 따라, 칩 본딩 이후의 태그 불량 검출 단계가 수작업으로 수행되기 때문에 RFID 태그 생산 자체의 생산 시간과 비용을 감소시키려는 요구가 산업계에서 요구되어 왔다[2,3,4].

칩 본딩 과정 이후에 태그 불량 검출 기능을 수행하는 시스템을 설계하기 위해 이 논문에서는 UML[5]을 도입한다. UML은 텍스트 기반의 모델링 언어를 극복하는 표준화된 그래픽 표기법을 사용하여 시각적 모델링을 가능하게 한다. 그리고, 개발자, 분석가, 디자이너 및 사용자들 간에 의사 소통의 용이함과 문서화를 지원하여 시스템의 기능 분석 단계에서 시스템의 요구사항이 좀 더 알기 쉽고 정확하게 정의할 수 있으며, 설계 및 개발된 시스템의 재사용성을 높일 수 있는 기회를 제공한다.

이 논문에서 UML로 설계되어 구현되는 태그 불량 검출 기능을 수행하는 시스템은 산업 현장에서 요구되는 RFID 태그 불량 검출 자동화 시스템을 구축할 수 있는 소프트웨어 분야의 기초·기반 기술을 제공하여 RFID 태그 생산성 향상에 기여할 수 있을 것이다.

II. RFID 태그 생산 환경

2.1 RFID 태그의 생산 공정 개요

RFID 태그의 생산 공정은 그림 1에 도시된 바와 같다 [6]. RFID 태그 생산 공정은 RFID 태그를 설계하는 도구를 사용하여 신호 간섭 등의 오류를 보정하는 작업으로부터 시작한다. 설계가 끝난 태그는 RFID 태그 프린팅(printing) 기계를 통하여 프린트 작업을 진행한다. 프린트 된 RFID 태그는 칩 본딩을 통해 제품을 완성하고 드라이(dry) 과정을 통해

건조시킨다. 완성된 제품은 RFID 태그 신호 테스트를 통해 설계된 바와 같이 프린트 되었는지에 관한 신호 테스트를 수작업을 통해 진행한다.

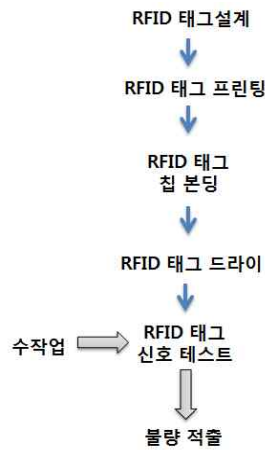


그림 1. RFID 태그 생산 공정
Fig. 1. RFID Tag Manufacturing Flow

2.2 RFID 태그의 불량 검출 하드웨어 조건

RFID 태그 중에서 불량품을 검출하기 위하여 RFID 태그 생산 공정에 일반적으로 적용되는 RFID 태그의 하드웨어 조건[7]은 다음과 같다.

- (1) UHF 대역 인식 가능
- (2) EPC(Electronic Product Code) 메모리 영역 존재
- (3) TID(Tag Identifier) 메모리 영역 존재
- (4) USER 메모리 영역 존재

RFID 태그 불량 검출을 위해 필요한 시스템을 설계하기 위한 필수 요구사항은 표1에 기술된 바와 같다.

표 1. 불량 태그 검출 시스템 설계 요구사항
Table 1. Requirements for Detection System of Defective Tags

요구사항	설 명
처리속도 (ea/sec)	구현되는 시스템에서의 초당 처리 개수는 최소 5개 이상을 처리할 수 있어야 한다.
불량 검색율 (%)	태그 불량 검색율을 100% 수준에 맞추기 위해, RFID 리더기의 정확도와 센싱 거리가 매우 중요하다.
오작동 (%)	태그 검색 오 작동율을 0% 수준으로 맞추기 위해, 태그 불량 판단 모듈 설계가 매우 중요하다.
실시간 처리 하드웨어 설계	실시간 소프트웨어 처리 속도와 동기화 할 수 있는 실시간 하드웨어 설계가 매우 중요하다.

III. RFID 태그 불량 검출 시스템 모델링

이 논문에서는 태그에 칩을 본딩(bonding)한 후 불량품을 검출하는 기능을 수행하는 시스템 모델링에 UML[8]을 활용한다.

3.1 태그 불량 검출 시스템의 최상위 유스케이스

실시간 태그 불량 판단 시스템을 설계하기 위해, 표 1에서 설명하고 있는 필수 요구사항을 반영하여 UML을 사용한 최상위 유스케이스(Use Case) 모델을 그림 2와 같이 제시한다.

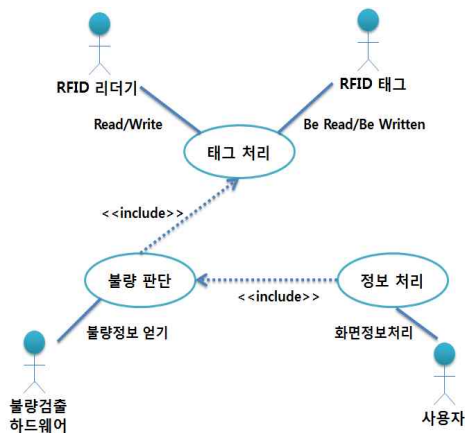


그림 2 태그 불량 판단 유스케이스 모델
Fig.2 Use Case Model for Detection of Defective Tags

태그 불량 검출 시스템의 최상위 유스케이스는 태그 처리, 불량 판단, 정보 처리 유스케이스로 구성되며, 표 2에서 그 기능을 설명하고 있다.

표 2 태그 불량 판단 최상위 유스케이스
Table 2. Upper Use Case for Detection of Defective Tags

유스케이스	기능
태그 처리	RFID 태그 메모리에 있는 정보를 Read/Write 함
불량 판단	RFID 태그의 불량 여부를 판단함
정보 처리	RFID 태그 정보를 사용자 및 모니터, DB로 제공

3.2 태그 불량 검출 유스케이스 다이어그램

태그 불량 검출 시스템의 UML 유스케이스 다이어그램(Use Case Diagram)은 그림 3에 도시된 바와 같다.

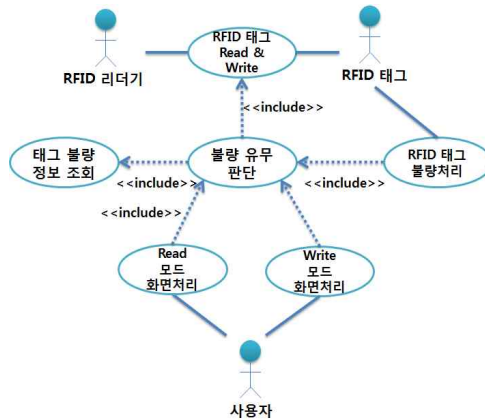


그림 3. 태그 불량 검출 유스케이스 다이어그램
Fig.3. Use Case Diagram for Detection of Defective Tags

(1) 'RFID 태그 Read & Write' 유스케이스

이 유스케이스는 RFID 태그 메모리에 있는 정보를 Read/Write하는 일반화(generalization) 관계를 유지한다.

(2) '불량 유무 판단' 유스케이스

이 유스케이스는 개발되는 시스템의 핵심 모듈로 태그 정보의 불량 유무에 관한 판단 기능을 수행한다. 또한, '태그 불량 정보 조회', 'RFID 태그 불량 처리', 'Read 모드 화면 처리', 'Write 모드 화면 처리' 유스케이스들과 포함(include) 관계를 유지한다.

(3) '태그 불량정보 조회' 및 '태그 불량 처리' 유스케이스

'태그 불량 정보 조회' 유스케이스는 RFID 태그 정보에 대한 불량 처리 기준을 제공하고, '태그 불량 처리' 유스케이스는 RFID 태그 불량 유무 정보에 따라 실제 하드웨어에서 불량 태그를 처리한다.

(4) 'Read 모드 화면처리' 및 'Write 모드 화면처리' 유스케이스

'Read 모드 화면처리' 유스케이스는 태그에 대해 Read 작업을 시도하는 정보에 대한 화면 작업을 처리하며, 'Write 모드 화면처리' 유스케이스는 Write 작업을 시도하는 정보에 대한 화면 작업을 처리한다.

3.3 태그 불량 검출 시스템의 행위 다이어그램

RFID 태그의 불량 검출을 위한 시스템의 수행 과정을 그림 4에 도시된 바와 같이 행위 다이어그램(Activity Diagram)으로 표현하였다.

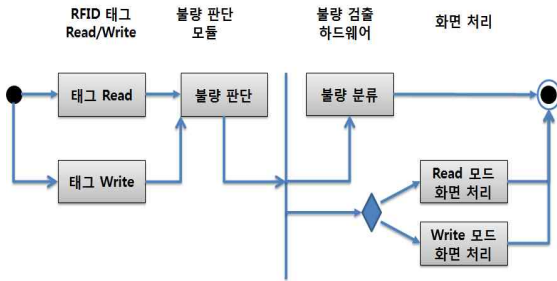


그림 4. 태그 불량 검출 행위 다이어그램
Fig.4. Activity Diagram for Detection of Defective Tags

(1) 'RFID 태그 Read/Write' 행위

이 행위의 역할은 생산된 RFID 태그에 정보를 읽고 쓸 수 있는 하드웨어 장치로서 '불량 판단 모듈'에게 RFID 태그의 정보를 전달하는 기능을 수행한다. 사용된 RFID 태그는 실제 칩 본딩(chip bonding)된 태그이다.

(2) '불량 판단' 행위

이 행위의 기능은 'RFID 태그 리더'를 통하여 Read, Write 명령을 통하여 생산된 RFID 태그를 인식하여 EPC (Electronic Product Code) 영역에 태그 ID의 Write 작업을 시도한 뒤, Write 작업 시도의 성공 여부에 따라 RFID 태그의 불량 여부를 판단한다.

(3) '불량 분류' 행위

이 행위는 '불량 판단' 행위의 결과에 따라 RFID 태그를 불량품 또는 양품으로 구분하기 위한 하드웨어로 신호를 전달하여 불량품을 판단한다.

(4) 'Read/Write 모드 화면 처리' 행위

'Read 모드 화면 처리' 행위는 Read 모드의 불량 판단 결과를 화면에 보여주며, 'Write 모드 화면 처리' 행위는 Write 모드의 불량 판단 결과를 화면에 보여주는 기능을 수행한다.

IV. RFID 태그 불량 검출 시스템 구현

4.1 불량 태그 검출 클래스

그림 5에서는 불량 태그 검출 시스템에서 사용되는 클래스들을 정의하고 클래스들 간에 존재하는 정적인 관계를 표현할 수 있는 클래스 다이어그램을 보여주고 있다.

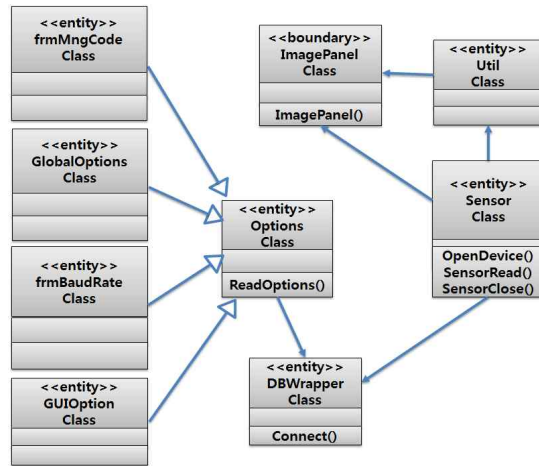


그림 5. 태그 불량 검출 클래스 다이어그램
Fig.5. Class Diagram for Detection of Defective Tags

RFID Read 기능을 처리하기 위한 클래스들 중에서 Sensor Class는 RFID 태그를 실시간으로 Read/Write 할 수 있는 기능을 기본적으로 가진다. 또한 태그 불량 처리 기능을 수행하는 클래스들과 연동하여 태그의 불량 여부에 따라 하드웨어 불량에 대한 판단을 수행하는 기능을 가진다. 특히, Util Class에는 태그의 정상 여부를 판별하는 기능이 구현되어 있다. RFID 태그의 정상 여부에 대한 판단 방법은 Sensor Class를 이용하여 특정 테스트 데이터의 Read 혹은 Write 작업을 수천 번 이상 시도하여 태그의 정상여부를 판별한다.

표 3에는 RFID 태그 불량 검출 시스템을 구성하는 각 클래스의 기능에 대하여 기술되어 있다.

표 3. 불량 태그 검출 클래스 기능
Table 3. Functionalities of Classes for Detection of Defective Tags

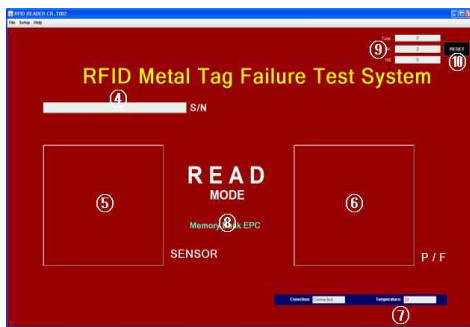
클래스 명	클래스 기능
Sensor	RFID 리더기로 command를 송수신 기능
GlobalOptions	RFID 리더기의 환경 설정 기능
Util	RFID 리더기의 부가 기능 처리/ 불량 판단 모듈 내포
frmBaudRate	RFID 리더기의 전송 속도 설정
DBWrapper	데이터베이스로의 입출력 데이터 처리
frmMngCode	RFID 태그에 분류 코드 지정
GUIOption	설정 옵션을 처리하기 위한 그래픽 화면 처리
ImagePanel	화면에 이미지 출력 처리
Options	하위 옵션들을 관리하는 generalization 클래스

4.2. 불량 태그 검출 실행 화면

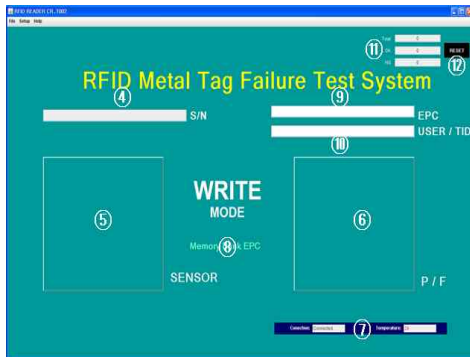
이 논문에서 구현된 RFID 태그 불량 검출 프로그램의 실행 화면은 그림 6에 도시되어 있는 바와 같다.



(a) 제어 패널



(b) RFID Read 모드



(c) RFID Write 모드

그림 6. RFID 태그 불량 검사 실행 화면
Fig.6. Screen for Detection of Defective RFID Tags

RFID 태그 검사는 READ 모드 검사와 WRITE 모드 검사가 있다. 먼저, 그림 6(a)의 제어 패널 상에 있는 1번 버튼("Read Start")을 누르게 되면, 그림6(b)에 표시된 READ 모드 화면으로 전환되어 READ 모드 검사를 시작한다. 검사할 태그가 투입되어 감지되면 그림 6(b)의 5번 영역에 노란색

이 표시된다. 동시에 그림 6(b)의 4번 영역에 태그 ID 숫자가 표시된다. 검사된 태그의 불량 여부가 판단된 후, 6번 영역에 정상일 경우에는 파란색(OK), 불량일 경우에는 검정색(Fail)이 표시된다. 8번 영역에는 RFID의 메모리 बैं크 정보를 표시하고 9번 영역에는 검사되는 태그의 양품/불량품 수를 표시한다.

Write 모드 검사는 그림 6(a)의 제어 패널 상에 있는 2번 버튼("Write Start")을 누르게 되면, 그림 6(c)에 표시된 WRITE 모드 화면으로 전환되어 WRITE 모드 검사를 시작한다. READ 모드와 다른 부분은 9번과 10번 영역에서 RFID 태그에 기록될 데이터를 설정하는 부분이 추가된다. 이후 실행 방식은 READ 모드와 동일하다.

비상 상황이 발생하는 경우 혹은 실행을 중지할 경우에는 그림 6(a)에 표시된 제어 패널의 3번 버튼을 눌러 실행한다. 그림 6(b)와 그림 6(c)의 7번 영역은 TCP/IP 연결 정보와 실행되는 기기의 온도 정보를 각각 표시한다.

RFID 태그 불량품 검사 실행 화면을 구성하는 각 영역의 의미 및 기능이 표4에 기술되어 있다.

표 4. RFID Read/Write 모드 기능
Table 4. Functionalities of RFID Read/Write Modes

번호	기능	기능 설명
1	Read Start	Read 모드 시작 / 정지 (setting 값 변경 시 정지, setting 버튼 활성화)
2	Write Start	Write 모드 시작 / 정지 (setting 값 변경 시 정지, setting 버튼 활성화)
3	Stop	컨베이어 정지 버튼(비상버튼)
4	S/N	TAG Serial Number
5	검사신호	감지시 Yellow 출력
6	Tag 불량 판별	OK : Blue , NG : Black
7	Reader state	Connect/Disconnect 정보 표시 Temperature 정보 표시
8	메모리 बैं크	메모리 बैं크 정보 표시
9	(Read 모드) 태그 불량 정보	검사 태그 양품/불량 수 표시
	(Write 모드) EPC data 설정	Write시 EPC data 설정
10	(Read 모드) 태그 불량 정보 리셋	태그 불량 정보 리셋
	(Write 모드) USER/TID data 설정	Write시 USER/TID data 설정
11	(Write 모드) 태그 불량 정보	검사 태그 양품/불량 수 표시
12	(Write 모드) 태그 불량 정보 리셋	태그 불량 정보 리셋

V. 태그 불량품 검출 시스템의 성능 평가

이 논문에서 제안하는 RFID 태그의 불량 판단 프로그램은 JAVA 언어로 구현되었다. JAVA 언어는 태그 불량 판단 시스템에서 요구되는 RFID 리더기 제어 기능, Thread 처리 기능, Database 처리 기능, 화면 처리 기능을 실시간으로 처리할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 상용화가 되었을 경우에 S/W 비용도 C나 C++ 언어에 비해 상대적으로 저렴하다는 장점이 있다.

5.1 태그 불량 검출 장비

그림 7에서는 불량 RFID 태그를 분류하는 장비를 보여주고 있다. 이 장비의 하드웨어 구성은 5개의 디지털 입력과 2개의 아날로그 입력을 가지는 Velleman-K8055 인터페이스 보드[9]를 이용하여 구현하였다. RFID 리더기는 Alient Technology의 ALR-9000 version[10]을 사용하여 테스트 하였다.

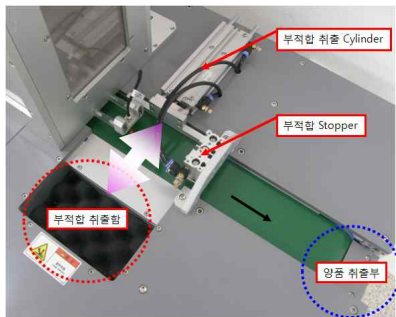


그림 7. RFID 태그 불량 검출 장비
Fig.7. Detection Facility of Defective RFID Tags

'부적합 취출함'은 검사되는 RFID 태그의 센싱 결과가 부적합일 때, 우선적으로 '부적합 Stopper'가 작동 되고, '부적합 취출 Cylinder'에 의해 '부적합 취출함'으로 해당 RFID 태그가 강제 이동된다. '양품 취출부'는 검사되는 RFID 태그가 양품일 때, 컨베이어를 따라 끝까지 진행된다.

5.2 태그 불량 검출 시스템의 수행 성능

이 논문에서 구현된 태그 불량 검출 테스트에 사용된 RFID 태그의 특징은 표 5에 기술된 바와 같다.

표 5. RFID 태그 특징
Table 5. Characteristics of RFID Tags

분류 기준	구분	특징
전원 여부	수동형	- 리더기를 통하여 전원을 공급 받으며, 리더 거리 내에서만 수동적으로 반응 - 리더 거리가 수 센티에서 수 미터로 제한되는 반면 태그 비용이 저렴하고 수명이 반영구적
주파수 대역	13.56 MHz	- 통상 읽기/쓰기가 가능하며, 초당 20여개의 태그를 동시 인식
	UHF (902~928MHz)	- 리더 거리가 5~7미터에 달하며, 초당 800여개의 태그를 동시 인식
읽기 쓰기	Read / Write	- 13.56MHz는 Read/Write 할 수 있음 - UHF에서도 Read/Write 할 수 있음

구현된 RFID 태그 검사 프로그램은 RFID 태그 리더기와 통신 속도 및 처리 속도에 따라 소프트웨어의 성능이 결정된다. 구현된 검사 프로그램으로 자동화 환경을 구축한 후, 24시간 동안 지속적으로 작동시켰다. 표 6에는 구현된 RFID 태그 불량 검사 소프트웨어에 대한 처리속도, 불량 검색율, 불량 검색 오류에 대한 측정 항목들에 대하여 소프트웨어를 사용한 경우와 수작업에 의한 검사 결과를 비교 분석한 내용이 표시되어 있다.

표 6. 태그 불량 검출 시스템의 수행 성능
Table 6. Performance of Detection System of Defective Tags

비교 항목	수량(수작업)	수량(소프트웨어)
처리속도 (ea/min)	300	2200
불량 검색율	90%	100%
불량 검출 오류	10%	0%

이 논문에서 개발한 소프트웨어를 사용한 경우와 비교하여 수작업의 경우에는 낮은 처리속도, 완벽하지 못한 불량 검색율, 잘못된 불량 검출을 나타내는 수치를 보여주고 있다.

VI. 결론

국내에서 RFID 태그를 생산하고 있는 대부분의 업체들이 칩 밴딩 작업 후의 태그 불량 검출을 수작업으로 수행하기 때문에 태그 생산 자체의 생산 시간과 비용을 줄이는 요구가 산업계에서 요구되어 왔다. 이에 따라, 수작업에 의한 태그 불량 검출 작업이 완전하지 못하여 이중 작업을 필요로 하는 실

정에서 RFID 태그 생산 공정 자동화를 위한 부적합품 검출 시스템을 구현하는 것이 이 논문의 주요 목적이었다.

이 논문에서는 산업 현장에서 요구되는 RFID 태그 불량 검출 자동화 시스템을 구축할 수 있는 소프트웨어 분야의 기반 기술을 제공하여 RFID 태그 생산성 향상을 기대할 수 있을 것이다. 프로그램의 개발 비용을 낮추고 유지보수를 용이하게 하기 위하여 시스템의 모델링에는 UML을 사용하고 프로그램의 구현에는 JAVA 언어를 사용하여 개발하였다. 개발된 프로그램은 수작업에 비해, 처리속도는 700% 이상의 성능 향상과 불량 검출에 대한 100% 인식율을 보여주고 있다.

향후 연구 진행 방향으로는 UML로 모델링하여 JAVA로 구현된 시스템을 LabVIEW[11]로 구현하는 방법론을 개발하여 RFID 태그 불량 검출 시스템의 소프트웨어 및 하드웨어 설계 변경에 대한 구현 작업을 좀 더 용이하게 수행할 수 있도록 진행할 계획이다.

참고문헌

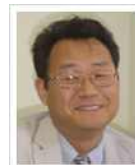
- [1] C.S. Pyo, J.S. Chae & C.J. Kim, "Technoloty of RFID System," Journal of KIEES(The Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science), Vol.15, No.2, pp.21-31, 2004.
- [2] S. Bukkaptnam, "Sensor(RFID) Networks and complex manufacturing systems monitoring," Laboratory for RFID reasearch, 2004.
- [3] D. Paret, *RFID and Contactless Smart Card Applications*, John Wiley & Sons, 2005.
- [4] W.-K. Jehng, "Using LabView to Integrate RFID system and Database for Supply Chain Efficiency Improvement," International Journal of Intelligent Control and Systems, vol. 13, No. 3, pp.189-195, 2008.
- [5] N. Palluat, "An UML Modelling of a Neuro-Fuzzy Monitoring System," IFAC, 2005.
- [6] K. Finkensteller, *RFID - Handbook*, John Wiley & Sons, 2000.
- [7] V. YChawla, "An overview of passive RFID," Communications Magazine, IEEE, Vol. 45, No. 9, pp.11-17, 2007.
- [8] J. Rumbaugh, I. Jacobson & G. Booch, *The Unified Modeling Language Reference Manual*, Addison-Wesley, 2004.
- [9] Vellmen Inc., "K8055/VM110: USB EXPERIMENT INTERFACE BOARD," http://www.funnykit.com/bemarketshop/index.php?pageurl=page_goodsdetail&uid=701
- [10] ALR-9900 Enterprise RFID Reader Family, "Alien Reader Protocol with ITR Product Overview," http://www.aliantechnology.com/docs/product/DS_ITR.pdf
- [11] National Instrument, "LabVIEW 8.5," <http://www.ni.com/labview/>

저자 소개



정민포

1996 : 울산대학교 공학석사.
2010 : 동의대학교 이학박사 수료
1999 - 현재 : 영산대학교 사이버경찰학과 교수
관심분야 : 실시간 소프트웨어 설계, RFID 응용 소프트웨어, 보안 소프트웨어
E-mail : minpo@ysu.ac.kr



조혁규

1988 : 부산대학교 이학사
1990 : 부산대학교 이학석사
2009 : 부산대학교 이학박사
2003 - 현재 : 영산대학교 사이버경찰학과 교수
관심분야 : 온톨로지를 이용한 정보검색, UML 모델링, 디지털 포렌식
E-mail : hgcho3@ysu.ac.kr



정덕길

1983 : 부산대학교 이학사
1986 : 서울대학교 이학석사
1994 : 서울대학교 이학박사
1986 - 현재 : 동의대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야 : 프로그래밍언어, 컴퓨터교육, 임베디드/모바일/3D/로봇 프로그래밍
E-mail : dgjung@deu.ac.kr

