

자동차 시트 조립공정에서의 품질 향상을 위한 RFID기반 검증시스템 및 방법*

김희진** · 최병주*** · 박찬목****

RFID-based Verification System and Method for Improving Quality of a Automotive Seat Assembly Line*

Heejin Kim** · Byoungju Choi*** · Chanmok Park****

■ Abstract ■

Among many automotive manufacturing processes, an assembly process has the smallest automatization percentage. As the correct assembly of the supplied components according to its specification is directly related with the quality of the final product, it is of the utmost importance to reduce the possible human errors in the assembly line. However, due to the lack of an effective verification system for an assembly line, currently, there is huge cost loss caused by the errors in seat assembly every year. Therefore, in this paper, to overcome the limit of the current verification method and to prevent the occurrence of assembly errors caused by mismatching assembling components or its specifications, a verification system and its method is proposed employing the RFID technology. The system is for automatic detection of the assembly errors, so that it can reduce the time and effort needed for verification and maximize the work efficiency. Also, by preventing the assembly errors in advance, the productivity can be increased through a quality innovation.

Keyword : RFID Technology, Verification System, Automotive Seat Assembly Line

논문투고일 : 2013년 10월 27일 논문수정완료일 : 2013년 11월 30일 논문게재확정일 : 2013년 12월 05일

* 본 논문은 2013 한국IT서비스학회 춘계학술대회에서 Fast Track 심사대상으로 추천되었음.

** 이화여자대학교 컴퓨터공학과

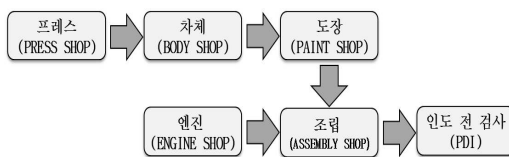
*** 이화여자대학교 컴퓨터공학과 교수, 교신저자

**** (주)유비유이노베이션

1. 서 론

최근 RFID(Radio Frequency Identification) 기술은 다양한 응용 분야에서 활용되고 있지만, 특히 물류 산업에서의 RFID 태그가 현재 사용되고 있는 바코드를 대신하여 효율적으로 폭넓게 이용할 수 있는 수단으로 급부상하면서 이를 활용한 기술이 큰 주목을 받고 있다. 국내외 자동차 산업에서는 이미 오래 전부터 생산 공정의 조립라인에서 부품을 제어하고 추적하기 위해 RFID 기술이 도입되어 적용되어왔다[1, 2, 13].

예전에는 자동차부품의 재고와 절감, 그리고 중단으로 인한 비용 손실을 개선하기 위해 관리하고자 하는 컨베이어의 일괄적으로 흐르는 생산라인에 RFID 리더를 설치하여 제품을 관리하고, 실시간으로 데이터를 관리하는데 초점을 맞추어서 RFID 기술이 적용되었으나, 근래에는 자동차 생산 공정 중에 있는 각종 부품 및 미완성 제품과 완성품에 대한 물류 공급망 추적을 위해 물류관리 제반 활동에 RFID 기술을 점차적으로 확대하고 있는 추세이며, 이에 관련한 많은 연구들이 활발하게 진행되고 있다[7, 8, 11].



[그림 1] 자동차 생산 공정

자동차 공장은 프레스 공장(Press Shop), 차체 공장(Body Shop), 도장 공장(Paint Shop), 조립 공장(Assembly Shop), 그리고 엔진 공장(Engine Shop) 등으로 구성되어 있다. 프레스 공장에서는 자동차의 형체를 만들 패넬이 제작되고, 차체 공장에서는 만들어진 각 부분의 패넬들을 조립하고, 용접하여 자동차의 모양을 만든다. 도장 공장에서 자동차의 외관보호 및 외관의 미를 위해 차체에 색상을 입히고, 마지막으로 조립 공장에서는 엔진

및 트랜스미션을 비롯한 각종 부품들을 조립하여 차량으로서 완성한다. 조립이 완성된 차량은 출고 및 인도되기 전에 점검 및 관리를 하는 PDI(Pre-Delivery Inspection) 공정으로 넘겨져 완성검사, 주행검사 등을 통해 품질을 확인하여 상품으로서 완성된다.

[그림 1]과 같이 자동차 생산 공정 중에서 본 논문에서 초점을 두는 것은 자동차 시트 조립을 포함하고 있는 조립공정이다. 이 공정을 자세히 살펴보면 도장된 차체에 내장, 계기판, 시트 등의 실내 외 의장 부품을 장착하고, 엔진, 트랜스미션 등의 유니트류를 조립하여 전장부품과 배선, 배관작업을 통하여 차량 조립을 완성한다. 이 공정에서는 3천여 종에 이르는 수많은 부품들이 장착되고 조립되기 때문에 부품이 적재적소에 공급되는 물류 관리가 중요하다[6]. 이에 Monden[12]는 Toyota 자동차조립라인에서의 부품공급 시스템의 운영에 대한 연구를 수행하였고, Dulaga et al.[9]와 최원준 외 [5] 연구에서도 효율적인 부품 관리를 위한 생산라인의 작업순서 및 실시간 투입 시스템 자동화에 대해 연구하였다. 또한, 조립공정은 노동집약적 공정이며, 전용설비도 적다. 모델 체인지가 있어도 대폭적인 설비변경은 없고 타 공정에 비해 자동화 비율도 10% 내외로 가장 낮다[6]. 그러므로 이 공정에서 수작업으로 인한 실수를 최대한 줄이고, 공급된 부품들이 조립 부품 리스트에 맞게 제대로 잘 조립하는 것은 완성품의 품질과 직결되기 때문에 무엇보다 중요하다.

자동차시트의 경우, 조립공정의 마지막에 조립이 되며, 자동차 단일부품 중 엔진과 변속기 다음으로 비싸다. 고급 차의 경우 엔진보다 비싼 시트가 장착되기도 한다. 현대차 에쿠스 최고급 시트 차량 한 대분의 단가는 400만 원대로 추정되며, 기아차 K9의 경우는 그보다 약간 낮은 수준이지만 역시 400만 원 가까이 한다. 이는 에쿠스와 K9의 엔진 원가보다도 더 비싼 수준이다[4]. 그러므로 자동차시트 조립공정에서 부품 명세서와 다른 불량이 발생하면 손실이 매우 크다.

하지만 지금까지 제대로 된 검증시스템은 부재하고, 단순히 담당자가 바코드를 이용하여 육안으로 판단하여 이종을 검출하는 방식으로 수행되고 있으며, 이로 인해 현재 연간 수많은 시트 이종불량에 따른 손실이 발생하고 있다.

RFID 기술은 바코드에 비해 인식방법, 인식거리, 정보량, 내구성 등의 측면에서 뛰어나기 때문에 자동차 산업에서 다양한 응용에 활용될 수 있음에도 불구하고, 오늘날 자동차 산업에서의 RFID 기술은 대부분 자동차 부품의 주문, 재고 등의 생산관리 및 유통물류와 관련된 서비스에만 국한되어 사용되고 있다.

따라서 본 논문은 자동차 조립공정에서 시트부품의 조립 합격 여부를 자동 판별하기 위해 RFID 기술을 응용하여 기존 바코드를 이용한 검증 방법을 대체하는 혁신적인 검증 방법 및 시스템을 제안한다. 제안하는 검증 방법 및 시스템을 통하여 조립 완성품에 대한 검증 활동에 소요되는 시간과 노력을 줄이고, 작업의 효율성을 증대시킬 뿐만 아니라, 시트 조립의 불량률 조기에 발견하여 처리함으로써 품질 혁신을 통한 생산성 향상을 가져올 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 기존 검증 방법인 바코드 시스템에 대해 살펴보고, 제 3장에서는 본 논문에서 제안하는 RFID 기술을 응용한 시트 이종방지 검증 방법에 대해 기술한다. 그리고 제 4장에서는 제안한 방법을 지원하는 시스템에 대해 기술하고, 제 5장에서는 제안한 방법을 실제 적용한 사례 연구에 대해 기술하고, 마지막 제 6장에서 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

2. 기존 바코드 검증 방법

바코드는 빛을 이용해 판독하는 광학식 방식이므로 50cm 이내의 짧은 거리에서만 인식이 되고, 물체를 투과해서 정보를 수신할 수 없고, 장애물의 영향을 받는다. 또한 인식 속도가 약 4초로 RFID

에 비해 느린 편이며, 저장 용량은 RFID의 용량에 비해 훨씬 적다[3].

기존 조립공정에서는 부품의 조립이 완료되면 이러한 특징을 지닌 바코드를 이용하여 조립 합격 여부를 판별한다. 자동차 시트 조립라인의 경우 20여 가지 색상의 바코드를 이용하여, 담당자가 80여 가지의 시트 옵션을 육안으로 일일이 확인하여 검증을 한다. 즉, 조립이 완성된 시트에 부착되어 있는 각 부품의 바코드를 하나씩 스캔을 하여, 바코드의 색상과 스캔 된 결과정보를 확인하여 수동으로 이종 발생 여부를 체크한다.

이에 따른 한계 및 문제점 중 첫 번째는 바코드 색상의 수의 제약으로 인한 옵션 관리의 어려움이다. 사람이 육안으로 구별할 수 있는 색상은 20가지 정도로 국한된다. 그래서 정해진 수의 색상으로 80여 가지의 시트 옵션을 구분해야 하기 때문에 모든 옵션 관리를 불가능하므로 검증에서 누락되는 옵션이 발생하게 된다.

두 번째는 바코드를 모든 시트 부품에 부착할 수 없다는 것이다. 예를 들어, 비닐로 포장이 되어있는 부품에는 바코드를 부착할 수 있지만, 생산 공정상 헤드 레스트, 커버링, 골격 등의 시트 옵션인 경우 바코드를 부착하게 되면 부품이 오염되므로, 바코드 부착이 금지되어 있다. 따라서 바코드를 부착할 수 없는 부품에 대하여 검증수행을 할 수 없다는 문제가 발생한다.

세 번째는 바코드 스캔의 한계이다. 이 문제점은 바코드 인식방법과 직결되는 것으로 모든 부품에 바코드를 부착한다 하더라도 그 부품이 육안으로 확인 가능한 외부에 노출되어있지 않는 경우, 바코드는 물체를 투과해서 정보를 수신할 수 없기 때문에 바코드 스캔이 불가능하므로 검증을 하지 못하게 되는 경우가 발생하게 된다.

그 외 문제점으로는 바코드는 평균 인식률이 95% 이하로, 부품 외부에 부착되기 때문에 외부 환경에 영향을 많이 받아서 훼손되는 경우가 발생한다. 또한, 사람의 수작업으로 이종을 판별하기 때문에 실수를 하게 되는 경우가 자주 발생한다.

〈표 1〉 기존 방식과 RFID 기반 방법 비교

분류	기존 바코드 방법	RFID 기반 방법
이용 수단	바코드와 색상을 이용	RFID 태그와 검증시스템을 이용
수행 절차	바코드 스캔을 통해 확인하는 수동 방식	시스템을 통한 이종 검출 자동 방식
결과 판정	이종 검사 합격여부 수동 판정	이종 검사 합격여부 자동 판정
장비	바코드, 바코드 스캐너, 바코드 미들웨어, 산업용 PC	RFID 태그, 안테나, RFID 리더기, 산업용 PC, 검증소프트웨어
특징	바코드의 색상한계로 인한 모든 옵션 관리 제약	RFID 태그의 특성상 모든 옵션 관리가능
	바코드의 인식 거리 제약으로 시트 내부 옵션 체크 불가능	RFID 태그의 전파 투과로 인한 시트 내부 옵션 체크가능
	사람의 수작업으로 인한 실수 빈번	전자동 시스템으로 실수 최소화

〈표 1〉은 기존 바코드 방법과 RFID 기반 방법을 비교 분석한 내용이다. RFID는 바코드에 비해 저장능력이 약 6천배에 이르기 때문에 모든 부품의 옵션 관리가 가능하다. 또한 RFID는 전파를 이용하여 정보를 인식하기 때문에 바코드처럼 짧은 거리에서만 작동하지 않고 10m 이내의 먼 거리에서도 태그 인식이 되며, 인식속도는 0.1초 이내로 빠르다[3]. 어느 곳에 RFID 태그가 부착되어 있더라도 물체를 통과해서 정보를 수신하므로 부품 내부까지도 검증이 가능하다. RFID의 인식률이 평균 99.9% 이상으로 매우 높고, RFID 기반 검증시스템을 통해 이종 판별을 자동으로 수행하기 때문에 기존 바코드를 이용하여 육안으로 확인하는 방식에서 일어나던 잦은 실수 및 오류를 현저히 줄일 수 있다.

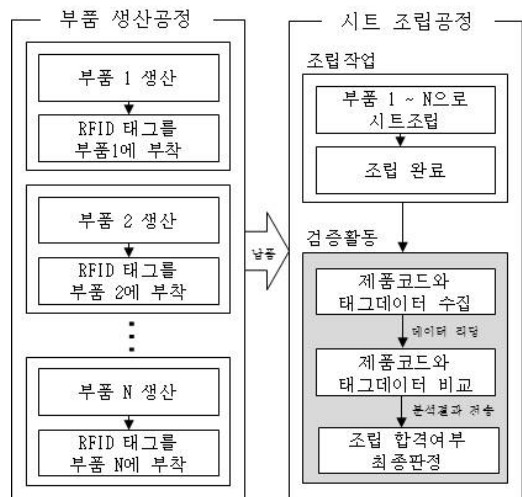
따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 바코드를 이용한 검증 방법의 한계를 넘어선 혁신적인 RFID 기반의 검증 방법 및 시스템을 제안한다.

3. RFID 기반 시트 이종방지 검증 방법

RFID 기술을 응용하여 조립이 완료된 제품에 대한 조립 합격여부를 판별하는 검증 방법의 핵심은 각 부품에 부착된 RFID 태그 값을 수집하고, 비교 분석하여 이종 불량에 대한 최종판정을 해주는 것이다.

[그림 2]는 RFID 기반 시트 이종방지 검증 프로세스로, 검증수행 전 단계인 부품 생산 공정과 조립공정에서 조립작업 그리고 조립이 완료되었을 때 수행되는 검증활동을 모두 포함하고 있다.

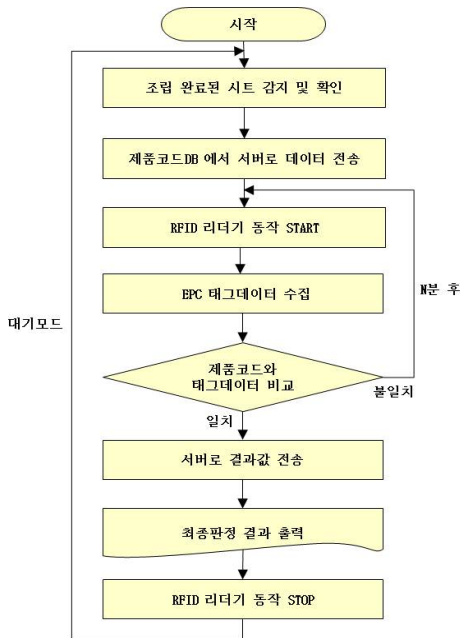
부품 생산 공정은 시트 부품 생산 공장에서 수행되는 것으로, 이 공정에서 생산된 각각의 시트 부품에 RFID 태그를 부착하는 작업이 핵심이다. 이때 부착하는 태그는 각 옵션 별 시트 부품코드를 인코딩한 것이다. 이 공정에서는 검증이 필요한 시트 부품을 식별하여 RFID 태그를 부착할 대상을 선정하는 것이 우선되어야 한다. 왜냐하면 모든 시트 부품에 태그를 부착할 필요는 없기 때문이다.



[그림 2] 시트 이종방지 검증 프로세스

태그가 부착된 각종 부품들은 납품되어 시트 조립공정에서 조립된다. 다양한 부품들이 조립작업

명세서에 따라 조립이 되고, 조립이 완성되면 본 논문의 핵심 과정인 시트 이중방지를 위한 검증을 수행한다. 검증활동은 제품코드와 태그 데이터 수집, 제품코드와 태그 데이터 비교 그리고 조립 합격여부 최종판정 이렇게 세 단계로 수행된다. [그림 3]에서는 이러한 검증활동에서의 구체적인 데이터 흐름을 보여주고 있다.



[그림 3] 검증활동에서의 데이터 흐름

첫 번째 단계에서는 제품코드와 태그 데이터를 수집한다. 조립 완료된 시트가 일정한 곳에 하차되어 감지되면, 제품코드 DB에서 서버로 제품코드가 전송된다. 데이터 전송이 완료되면, RFID 리더기가 동작되고 안테나를 통해 각 옵션 별 제품코드를 가지고 있는 RFID 태그를 탐지하여 EPC (Electronic Product Code)[10] 태그 데이터를 수집하게 된다. 이 때 시스템간의 정보교환을 원활히 하기 위해 XML 데이터로 통신한다.

두 번째 단계에서는 DB에서 넘겨준 제품코드와 수집된 EPC 태그 데이터를 비교해서 이상 여부를 분별한다. 데이터가 일치할 경우 결과 값을 서버

로 전송하지만, 불일치할 경우에는 쓰레드를 이용해 N분 후에 다시 한 번 RFID 리더기가 동작하여 데이터를 수집하게 된다.

마지막 단계에서는 각 부품 별 그리고 조립 완료된 시트에 대하여 조립합격 여부를 판정하고, 산업용 PC의 모니터에 최종판정 결과를 출력한다. 그 다음 RFID 리더기는 멈추고, 다음 시트 검증활동을 위한 준비단계로 대기모드로 전환되며, 검증활동이 끝난다.

<표 2> 판정 결과 분류

검증 대상	판정 결과	설명
부품	합격	부품의 조립이 제대로 된 경우
	이중불량	부품의 조립에 이중이 발생한 경우
	정보없음	부품의 조립 상태를 확인할 수 없는 경우
조립이 완료된 시트	합격품	모든 부품의 조립 결과가 합격인 경우
	불량품	조립 결과가 이중불량이나 정보없음이 있는 경우

우리는 <표 2>와 같이 검증 대상에 따른 판정 결과를 5가지로 분류하여 정의한다. 검증 대상은 부품과 조립이 완료된 시트로 구분된다.

먼저, 각 부품에 대한 검증 결과는 세 가지로 ‘합격’, ‘이중불량’ 그리고 ‘정보없음’이다. ‘합격’은 부품의 조립이 제대로 된 경우이고, ‘이중불량’은 조립품에 이중이 발생한 경우이다. 또한 ‘정보없음’은 부품에 대한 태그 정보를 가져오지 못해서 조립상태를 확인할 수 없는 경우이다.

한편, 조립 완성품에 대한 검증 결과는 ‘합격품’과 ‘불량품’의 두 가지 결과로 나타낸다. ‘합격품’은 모든 부품이 합격인 경우이며, ‘불량품’은 부품 중 하나라도 에러가 나는 경우이다.

이와 같이 검증활동은 시트 부품에 대한 제품코드 DB를 통한 제품코드와 각 부품에 부착된 RFID 태그데이터 값을 비교분석하여 이중 불량률 검출함으로 이루어진다.

4. RFID 기반 시트 이중방지 검증 시스템

본 장에서는 앞서 기술한 RFID 기반 검증 방법을 지원하는 실질적인 시트 이중방지 검증시스템에 대하여 기술한다.

4.1 시스템 구축

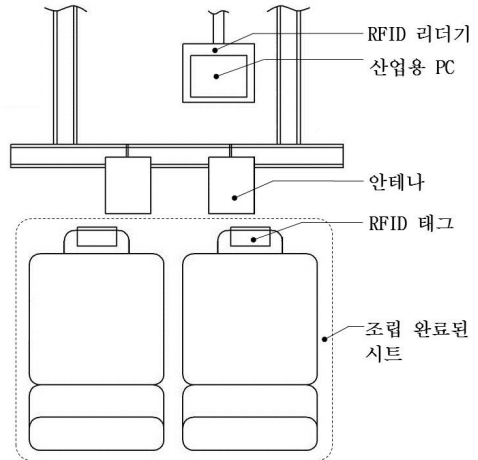
본 시스템은 각 옵션 별 시트 부품코드를 인코딩한 RFID 태그를 각종 시트 부품에 부착하여 조립공정에서 조립한 후, 조립 완료된 시트가 제대로 조립되었는지 조립합격 여부를 자동 판별하는 시스템이다. 이러한 시스템을 구축하기 위해 필요한 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트는 <표 3>과 같다.

<표 3> 시스템 컴포넌트

구 분	컴포넌트	설명
HW	RFID 리더기	부품에 부착된 태그를 탐지하는 핵심 하드웨어
	안테나	리더기와 연결되어 RFID 태그를 실제로 탐색하는 하드웨어
	RFID 태그	각 부품에 부착되는 전자 태그
	산업용 PC	터치스크린을 포함하고 있는 서버 프로그램이 동작할 PC
SW	제품코드 DB	제품코드 데이터 추출을 위한 데이터베이스
	리더기 미들웨어	외부와 데이터를 송수신하며 입력 데이터를 생성하는 모듈
	데이터 비교 분석 모듈	부품에 부착된 태그의 값을 수집, 비교, 분석하는 모듈
	결과 리포팅 모듈	결과를 리포팅하고 시각화하는 모듈

기본적으로 필요한 하드웨어는 부품에 부착된 RFID 태그를 탐지하기 위한 RFID 리더기, RFID 태그 탐색을 위한 안테나 그리고 핵심 하드웨어인 RFID 태그이다. 또한, 소프트웨어 모듈을 동작시키고, 최종판정 결과를 보여주기 위해 산업용 PC가

필요하다. 검증 수행자는 산업용 PC 모니터에서 검증결과를 확인할 수 있다. 이와 같은 하드웨어를 기반으로 우리는 UHF 900MHz 대역대의 RFID 기술을 이용하여 검증시스템을 구축하였다.



[그림 4] 구축한 검증시스템 모습

[그림 4]는 시트 조립라인에 구축한 시스템의 모습이다. 본 시스템은 조립이 완료된 시점에 수행되므로 조립라인의 마지막 위치에 설치된다. 소프트웨어 컴포넌트에 대한 설명은 다음 절에서 자세히 다룰 것이다.

4.2 시스템 아키텍처

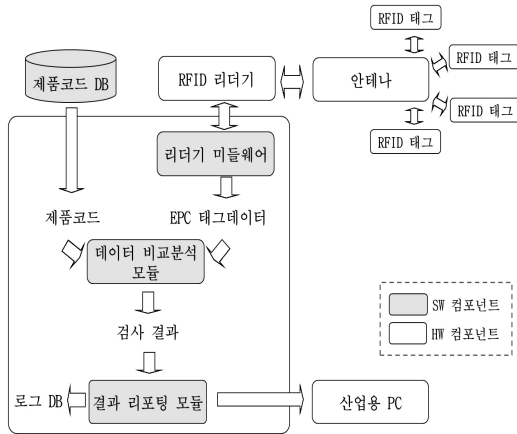
시트 이중방지 검증시스템의 아키텍처는 [그림 5]와 같다. 시스템을 구성하고 있는 요소는 하드웨어 컴포넌트, 소프트웨어 컴포넌트 그리고 입출력 데이터이다.

소프트웨어 컴포넌트에 대해 살펴보면, 부품정보를 담고 있는 제품코드 DB, 리더기 미들웨어, 데이터 비교분석 모듈 그리고 결과 리포팅 모듈 이렇게 네 가지로 구분된다.

리더기 미들웨어는 시트부품에 부착된 RFID 태그의 저장된 데이터를 안테나를 이용하여 정의된 주파수와 프로토콜에 의해 RFID 리더기로 데이터

를 수신한다. 그리고 RFID 리더기에서 수신 받은 데이터를 디코딩하여 EPC 태그 데이터를 추출하는 기능을 한다.

트 조립에 대한 결과 판정에 대한 검사결과를 산업용 PC 모니터에 출력하고, 결과 값은 로그 DB에 저장하는 기능을 한다.



[그림 5] 시스템 아키텍처

핵심 모듈인 데이터 비교분석 모듈은 리더기 미들웨어와 통신하며 EPC 태그 데이터를 수집하여 제품코드 DB로부터 전송 받은 제품코드와 비교한다. 완성된 시트 조립품이 제품코드와 일치하는지 아닌지 데이터를 분석하여 검사결과를 도출한다.

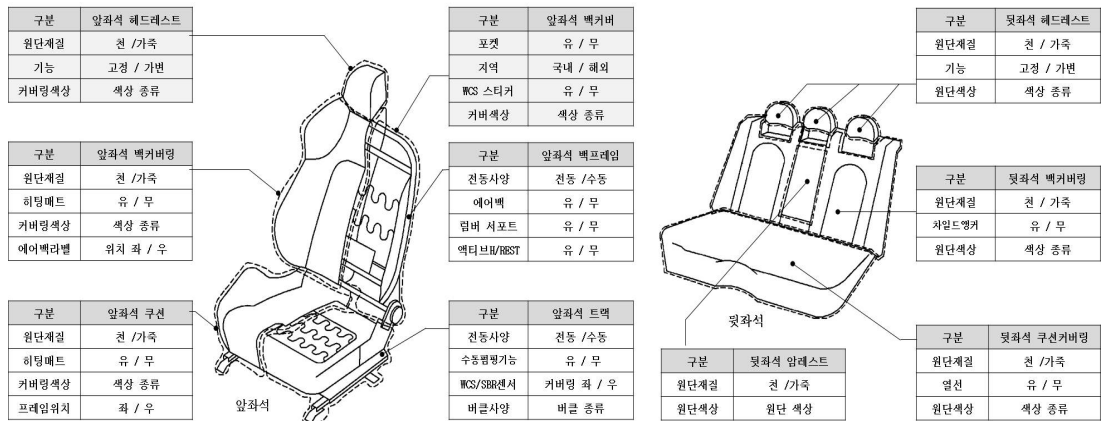
결과 리포팅 모듈은 비교 분석 모듈의 분석한 결과를 입력으로 하여, 각 부품별 그리고 전체 시

5. 사례 연구

본 장에서는 앞서 기술한 검증 방법 및 시스템을 실제 시트 조립라인에 적용하여 본 논문에서 제안한 방법이 이중불량을 발견하는데 효과가 있는지를 사례 연구를 통해 보인다. 이를 위해 A사의 시트를 생산하는 시트사업부 조립라인에 적용하였다.

5.1 사례 연구 대상 및 적용

자동차의 조립공정에서는 개별 부품들을 차체에 장착하지 않고, 여러 부품들을 먼저 조립하여 통합 단위를 차체에 조립하는 방식으로 이루어지며, 개별 부품들의 조립된 형태를 모듈이라고 한다[6]. 시트 모듈은 운전자와 탑승자가 직접 접촉하는 중요한 부품으로, 기본적으로 시트 프레임, 쿠션재, 표피재의 3가지 부품으로 구성된다. 요즈음의 차량에서는 시트의 위치, 높이, 각도, 헤드 레스트(Head Rest)의 높이 등을 전동식으로 조절하는 기능이 추



[그림 6] 시트 부품 모듈 분류

가되었고, 시트에 장착된 열선을 이용한 보온장치도 시트 모듈에 포함된 편의장치이다.

[그림 6]는 시트 부품 모듈을 분류한 것이다. A사에서 분류해 놓은 것을 기반으로 본 논문에서는 앞좌석과 뒷좌석에 대하여 헤드 레스트, 암 레스트(Arm Rest), 백 커버(Back Cover), 백 커버링(Back Covering), 백 프레임(Back Frame), 쿠션(Cushion), 쿠션커버링(Cushion Covering), 트랙(Track)과 같이 10가지의 부품으로 구분하고, 이에 대한 각각의 부품에 따른 원단, 기능, 색상, 기타 옵션에 대하여 구분하여 분류하였다.

RFID 기반 검증을 하기 위해서는 생산된 각 부품에 RFID 태그를 부착하는 작업을 해야만 하므로, 태그를 부착하여 검증하고자 하는 부품을 선정해야 한다. 이에 우리는 사례 연구 대상으로 앞좌석의 헤드 레스트와 백 커버를 선정하였다. 이 두 가지 부품을 대상으로 삼은 이유는 다른 부품에 비해 이종발생 빈도가 높고, RFID 시스템을 적용하기 용이한 위치의 부품이기 때문이다.

헤드 레스트의 경우 원단 재질이 천인지 가죽인지, 기능에서 고정인지 가변인지 그리고 커버링 색상으로 분류되므로 총 16가지 종류의 RFID 태그가 필요하며, 백 커버의 경우 포켓의 유무, 지역에 따른 국내용인지 수출용인지, WCS 스티커의 유무 그리고 커버 색상으로 분류되므로 총 12가지 종류의 RFID 태그가 필요하다.

따라서 헤드 레스트와 백 커버를 생산하는 부품 생산 공장에서 이들 옵션에 맞게 RFID 태그를 삽입 및 부착하였다. 헤드 레스트의 경우는 헤드 레스트의 안쪽에 삽입하고, 백 커버의 경우는 백 커버의 바깥쪽에 부착하였다. 이렇게 RFID 태그가 부착된 부품이 조립공정에 납품 되어 조립된다. 조립이 완성되면 시트 이종방지를 위한 검증을 하기 위해 검증시스템이 구축된 라인 마지막 위치에 옮겨진다.

검증의 첫 번째 단계에서는 먼저 조립 완료된 시트가 하차되어 감지되면, 제품코드 DB를 통해 제품코드가 XML 파일로 서버에 전송된다. 이 때 사용되는 XML Head Description은 <표 4>와 같다.

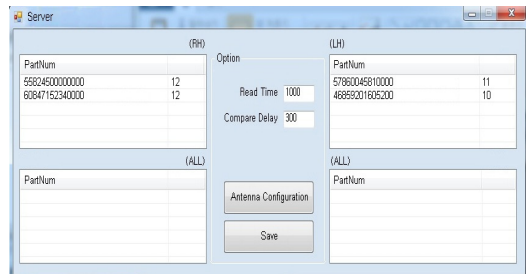
<표 4> 부품의 XML Head Description

항목	부품	위치	우측/좌측	약식명칭
1	헤드 레스트	앞좌석	우측(RH)	FHRRH
2			좌측(LH)	FHRLH
3		뒷좌석 사이드	우측(RH)	RHRRH
4			좌측(LH)	RHRLH
5		뒷좌석 센터	-	RHRCT
6	백 커버	앞좌석	우측(RH)	FCVRH
7			좌측(LH)	RCVLH

XML 파일은 [그림 7]과 같이 RFID 태그를 부착한 제품의 부품 정보를 담고 있다. 한편, RFID 리더기와 통신하여 각 부품에 부착된 RFID 태그를 탐지해 EPC 태그 정보를 수집한다.

```
<?xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"?
- <Info>
  <PRODCOD>A66ZE3CTW54</PRODCOD>
  <FHRRH>667002X447NAT</FHRRH>
  <FHRLH>667002X447NAT</FHRLH>
  <FCVRH>662403C000EG</FCVRH>
  <FCVLH>66240X7000ON</FCVLH>
</Info>
```

[그림 7] XML파일의 제품코드의 예



[그림 8] EPC 태그데이터 수집 및 분석 프로그램

조립이 완료된 시트에는 헤드 레스트와 백 커버에 각각 우측과 좌측 2개로 총 4장의 RFID 태그가 부착되어 있으므로, [그림 8]과 같이 우측/좌측 2개의 안테나에서 읽어 들인 태그 목록을 확인할 수 있다. EPC 태그 데이터 수집 및 분석 프로그램

에서는 태그 읽는 시간(Read Time)과 비교 지연 시간(Compare Delay)을 조절할 수 있고, 안테나 조정(Antenna Configuration)이 가능하다.

두 번째 단계에서는 수집한 제품코드 데이터와 EPC 태그 데이터를 비교 분석해서 이상 여부를 분별하고, 마지막 단계에서 최종판정을 해 준다.

RFID 이중방지 시스템			RFID 이중방지 시스템		
	RH	LH		RH	LH
H/R	합격	합격	H/R	합격	이중불량
B/C	합격	합격	B/C	합격	정보없음
판정			판정		
합격품			불량품		

(a) 최종판정 · 합격품 (b) 최종판정 · 불량품

[그림 9] 사례적용 결과

등록되어있는 제품정보와 수집한 EPC 태그 정보를 비교해서 일치한다면 헤드 레스트와 백 커버의 우측/좌측 모두 제품정보에 맞게 조립이 제대로 되어 있다고 판정하여 [그림 9](a)와 같은 결과를 출력하고, 비교해 본 결과 불일치한다면, 이중 또는 정보가 없는 경우가 발생한 것이므로 [그림 9](b)와 같은 결과를 출력하게 된다. [그림 9](b)와 같이 불량품 발생이 확인되면, 작업자가 즉시 불량 원인을 확인하여 교체한다.

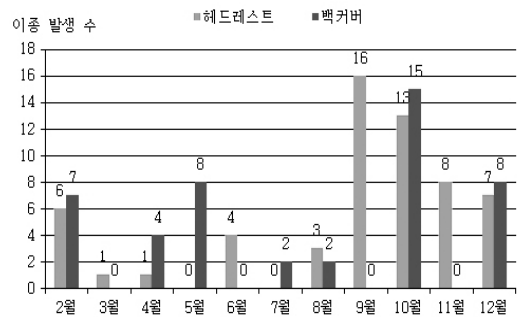
5.2 결과 및 분석

제안하는 방법 및 시스템의 효과성을 입증하기 위해 A사의 시트를 생산하는 시트사업부의 조립라인에 11개월 동안 시트 부품 중 헤드 레스트와 백 커버에 적용하여 사례 연구를 수행했다.

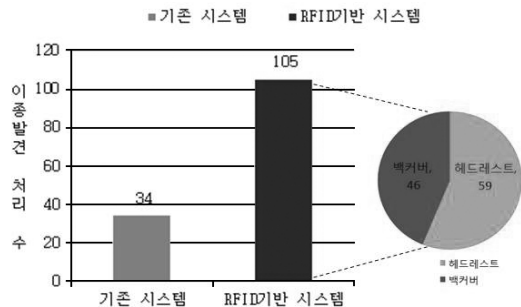
궁극적인 목표는 제안한 RFID 기반 시스템이 이중 결함을 발견하는데 유용한지를 밝혀내는 것으로, 얼마나 많은 이중불량을 발견해서 처리하는지를 확인하고자 하는 것이다.

[그림 10]은 적용한 RFID 기반 시스템을 통해 월별 헤드 레스트와 백 커버에 대한 실제 이중발견 처리 수를 나타낸 그래프이다.

[그림 10]의 그래프를 보면, 헤드 레스트에서 총 59건, 백 커버에서 총 46건 발생하였고, 백 커버보다 헤드 레스트에서 좀 더 많은 이중이 발견되어 처리되었음을 알 수 있다. 그래프를 통해 이 시스템이 실제 이중불량을 줄이는데 도움을 준다는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 10] RFID 기반 시스템에서 이중발견처리 수



[그림 11] 이전대비 이중발견 처리 건수 비교

[그림 11]은 RFID 기반 검증 시스템 도입 전 기존 바코드 시스템과 제안하는 시스템의 이중불량 발견 처리 건수를 비교한 그래프이다. A사의 시트 사업부에서 바코드 시스템을 통해 처리한 건수는 34건이고, 제안하는 시스템을 적용하여 처리한 건수는 105건으로 약 3배 증가한 것을 볼 수 있다.

이전대비 이중불량 처리 건수가 약 3배나 증가한 것으로 보아, 제안하는 방법 및 시스템이 시트 조립라인에서 많은 수의 이중불량을 발견하여 처리함으로써 이중 발생을 방지하는데 탁월한 도움을 준다는 것을 알 수 있다.

5.3 타당성 분석 및 검토

시트 모듈의 조립 완성품에는 본 논문의 분류에 따르면 10개의 부품으로 구분된다. 하지만, 본 논문에서는 시트 부품 중 헤드 레스트와 백 커버에 대하여 검증을 수행하였다. 모든 부품에 대하여 검증 결과를 도출하지는 않았지만, 선정된 두 개의 부품에 대하여 제안한 전체 검증 활동을 수행했고, 그에 대한 수행결과 및 시스템 도입 전 결과에 대한 비교 분석을 통하여 본 논문에서 제안한 검증 방법의 효과성을 보였다고 주장할 수 있다.

또한, 시스템 적용 효과로써 검증시스템을 통한 자동화로 검증활동에 투입되는 인력 감소, 시간 및 노력 감소로 인해 실제적 비용 절감을 이루었다고 볼 수 있다. 그리고 이에 따른 검증활동의 비용 감소와 신뢰도 향상으로 인한 생산성 향상 효과가 나타나고 있다.

6. 결 론

개발 단계의 후반으로 갈수록 결함을 해결하는 데에는 더 많은 노력과 비용이 든다는 것은 잘 알려진 사실이다. 자동차 시트 모듈의 경우도 완성차 조립라인에서 발견된 결함은 시트 사업부의 조립 라인에서 발견된 결함보다 경제적 손실이 훨씬 더 크다.

그래서 이를 해결하기 위해 본 논문은 RFID 기술을 응용한 이중방지 검증 방법에 대한 연구로서 각 옵션별 부품코드를 인코딩한 RFID 태그를 각 부품에 부착 및 삽입하여 조립 완성품의 조립 합격 여부를 자동 판별하는 검증 방법 및 시스템을 제안하였다. 또한 사례 연구를 통해 제안한 검증 방법 및 시스템을 실제 시트 조립라인에 적용하여 이전대비 개선 수치를 보임으로써 효과성을 입증하였다.

향후 연구 계획으로 시트 모듈의 다양한 부품에 대한 시스템 적용을 통해 효과성 입증에 위한 검증이 필요하고, 자동차의 다른 모듈에 대한 확장

연구를 수행할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] 오세원, 김선진, 황재각, 방효찬, “RFID 기반 물류정보 동기화 기술동향”, 『전자통신동향분석』, 제26권, 제6호(2011), pp.86-96.
- [2] 임명환, 박용재, 표철식, “RFID/USN 활성화를 통한 New IT 혁신 전략”, 『전자통신동향분석』, 제24권, 제2호(2009), pp.19-31.
- [3] 정민화, “2차원 바코드 및 RFID의 국내외 표준화 동향”, EP&C, (2003), pp.116-126.
- [4] 조선일보, “집보다 편한 車, 이게 다 카 시트의 마법”, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2012/10/25/2012102502780.html, 2012.
- [5] 최원준, 박혜규, 신현오, “자동차 조립라인의 실시간 투입 시스템의 자동화”, 『대한산업공학회지』, 제9권, 제2호(1996), pp.47-59.
- [6] 하중호, 윤상진, 유창우, 『자동차의 기초』, 나누리, 2005.
- [7] Brintrup, A., P. Roberts, O. Ghwash, and M. Astle, “Definition of RFID decision support system for manufacturing applications”, Report, Building Radio frequency IDentification for the Global Environment(BRIDGE Project), 2008.
- [8] Chen, R.-S. and A. T. Mengru, “Development of an agent-based system for manufacturing control and coordination with ontology and RFID technology”, *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.4(2009), pp.7581-7593.
- [9] Duplaga, E. A., C. K Haha, and D. Hur, “Mixed-model assembly line sequencing at Hyundai Motor Company”, *Production and Inventory Management Journal*, Vol.37, No.3 (1996), pp.20-26.
- [10] EPCglobal, “EPCglobal Tag Data Standards Version 1.3 Ratified Specification”, EPCglo-

- bal Inc., 2006.
- [11] Huang, G. Q. et al., "RFID-enabled real-time wireless manufacturing for adaptive assembly planning and control", *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol.19, No.6(2008), pp.701-713.
- [12] Monden, Y., *Toyota Production System : An Integrated Approach to Just-In-Time*, Third Edition, Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, USA, 1997.
- [13] Visich, J. K., J. T. Powers, and C. J. Roethlein, "Empirical applications of RFID in the manufacturing environment", *International Journal of Radio Frequency Identification Technology and Applications*, Vol.2, No.3(2009), pp.115-132.

◆ 저 자 소 개 ◆



김 희 진 (heejinkim@ewhain.net)

현재 이화여자대학교 일반대학원 박사과정에 재학 중이며, 이화여자대학교에서 컴퓨터공학과 석사학위를 취득하였다. 주요 관심분야는 소프트웨어 테스트, 클라우드 테스트, 소셜 컴퓨팅 등이다.



최 병 주 (bjchoi@ewha.ac.kr)

현재 이화여자대학교 컴퓨터공학과 교수로 재직 중이며, Purdue Univ. Computer Science 석사와 박사학위를 취득하였다. 학사는 이화여자대학교 수학과에서 취득하였으며, 주요 관심분야는 소프트웨어공학, 소프트웨어 테스트, 소프트웨어 품질 개선 등이다.



박 찬 목 (master@ubiu.com)

현재 (주)유비유이노베이션 대표이사로 재직 중이며, 주요 관심분야는 RFID/USN 시스템, 소셜 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅, 비즈니스 인텔리전스, IT경영, 컨버전스 전략 등이다.