

생산성 향상을 위한 모니터링 솔루션 설계 및 구현

임재현^{1*}, 공헌택¹

Design and Implementation of Monitoring Solution for Improving Productivity

Jae-Hyun Lim^{1*} and Heon-Tag Kong¹

요약 현재 국내·외 제조 산업은 기업 시스템의 노후화 등의 많은 문제들이 발생하고 있다. 현재의 자동차 부품 공장에서의 불량품에 대한 처리방법은 제품의 생산이 완료된 후 테스트 단계를 거쳐 양품과 불량품을 분류하고 불량품이 발생하면 생산을 중단하고 생산라인의 상태를 점검하는 방식이다. 본 연구에서는 자동차 부품공장의 생산라인에서 불량품 생산을 줄이고 생산라인 가동시간의 지연을 줄이기 위한 생산성 향상을 위한 모니터링 솔루션에 대해 제안한다. 생산성 향상을 위한 모니터링 솔루션은 제품 조립의 각 단계마다 테스트를 통해 데이터를 수집하고, 수집한 데이터에서 불량률이 예상되면 알람기능을 이용해서 경고를 하도록 설계하였다. 경고 메시지를 통해 불량률이 예상되는 곳에 대해 조기에 조치하여 불량품이 나올 확률을 최소한으로 하고 제품의 생산지연 시간을 줄이는 것을 목표로 한다.

Abstract Today, domestic and foreign manufacturing industries have to cope with obsolescence of manufacturing equipment because the shifting market trends drive the rapid changes in the production process resulting in stressful operation. Quality control process for manufacturing and production involves a familiar step - when the production process is completed, every item is subjected to various routine tests to determine that it meets the minimum quality standards. Typically, when a faulty product is found, the production line has to be stopped and the current batch is marked for further inspected and exhaustive testing. In this research, we propose a quality monitoring system for productivity enhancement. Our approach aims to reduce the operational down time in the production line of a car-component factory. The proposed monitoring system for productivity enhancement is designed to collect the data through testing at each phase of the assembly line and uses predictive methods on the collected data to achieve early detection of faults in the production process and minimize the number of products in a faulty batch thus minimizing the losses incurred from defective products. More importantly, this system aims to forecast and proactively detect faults and activate warnings when they are detected thus minimizing items in the defective batch, reducing the damage to manufacturing equipment and ultimately reducing the operational downtime or the delay in the resumption of normal factory operation.

Key Words : 생산성향상, 불량예방, 모니터링

1. 서론

현재 국내·외 제조 산업은 산업공동화 현상 및 생산성 저하, 기업 시스템 노후화에 의한 위기, 국내 제조·물류 산업의 비용증가 등이 문제가 되고 있다. 또한, 중국과 인도 등 후발국의 급성장으로 침체기에 들어선 제조

이 논문은 2007년도 산학공동기술개발 컨소시엄사업의 지원에 의하여 연구되었음.

¹공주대학교 컴퓨터공학부

*교신저자 : 임재현(defacto@kongju.ac.kr)

물류 산업을 한국의 성장 동력으로 만들기 위해서는 현재 설비 및 기계를 지식집약 적인 시스템으로 대체가 필요하다.

국내 자동차 부품산업은 완성차 회사를 중심으로 조립 제품을 납품하는 부품협력업체로 구성되어 있다[1]. 자동차 부품 산업의 생산관리업무는 기업의 자본, 인력, 물자, 설비를 운영하여 부가가치를 창출하는 업무이다[2]. 자동차 부품산업의 고 생산성, 고 품질을 위해 많은 연구가 이루어지고 있으며 대표적인 모델로 도요타의 TPS(Toyota Production System)이 있다. TPS의 주요 목

적은 과잉재고와 과다한 노동력을 제거하여 원가절감으로 이익을 증대시키는 것이다[3][4][5]. TPS 시스템에는 생산 공정을 효율을 높이기 위한 시스템으로 칸반 시스템이 있다. 칸반은 생산지시 및 부품 발주 등 정보의 운송수단으로 이용되는 도구이며, 보통 직사각형의 비닐봉투에 들어있는 카드형태가 많이 사용되고 있다. 그 카드에는 '무엇을 어느 정도의 양으로 운반할까, 무엇을 어떻게 만들까'가 표시되어 있다. 칸반을 적용하면, 후속공정의 주문에 의해 선행공정에서 생산을 시작하는 수주생산이 가능하게 된다[6][7][8]. 현재의 생산 라인에서는 조립 공정을 거치면서 생산 공정에 관한 데이터를 저장하고 부품의 조립이 완료된다. 조립 과정을 마친 제품에 대해 테스트를 거쳐 불량 여부를 판단하고, 불량품으로 판단되면 생산라인을 전체를 정지시키고 현장 작업자들이 조치하는 방식이다[9]. 이런 방식은 대량의 불량품 발생 우려가 있고, 생산 라인 전체의 정지로 제품생산의 지연이 발생한다. 또한 현장 근무자 이외에 사무실에서 업무를 보고 있는 관리자는 제품의 불량에 대해 상황보고 전에는 알지 못하는 문제점이 발생한다. 2003년 미국 GM사에서 발표한 e-Manufacturing[10] 전략 보고서에는 웹 서버를 운영하여 생산현장의 실제 생산정보를 실시간으로 수집하고 모든 데이터를 통합 데이터베이스 서버에서 처리하며 관리자가 원격 감시 및 관리하는 적용 사례가 있다 [11].

본 논문에서는 자동차 부품공장(CRI, ABS, 에어백 등)에서의 생산 공정에서 조립단계마다 부품의 품질 테스트 데이터를 실시간 수집한다. 수집된 데이터를 통해 불량

예상 위치와 그에 따른 조치사항, 테스트된 데이터를 실시간으로 경보함으로써 조기에 불량품 발생을 방지할 수 있는 생산성 향상을 위한 모니터링 솔루션을 개발한다. 모든 시스템은 Ethernet을 통해 데이터의 전송이 이루어진다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 전체적인 시스템에 대한 설계와 구성에 대해 설명하며, 3장에서는 생산성 향상을 위한 모니터링 솔루션에 대해 제안한다. 4장에서는 2장, 3장에서 제안한 시스템과 프로그램을 통해 생산 라인에 테스트한 결과를 제시하며, 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 시스템 구성

본 연구는 자동차 부품 공장에서 생산라인을 통해 제품 조립과정을 거쳐 정상적인 제품 출하까지를 테스트베드로 한다. 모니터링 솔루션은 생산라인의 생산 현황에 대한 정보를 파악 할 수 있는 생산 현황 모니터링 시스템, 모델 교체에 대한 정보를 파악 할 수 있는 모델 교체 관리 시스템, 라인의 가동상태에 대해 파악 할 수 있는 라인상태 감시 시스템, 제품 불량이 예상된 원인을 파악하여 알리는 불량 예방 모니터링 시스템으로 구성된다. 생산 현장에 적용할 생산성 향상을 위한 모니터링 솔루션의 구성은 [그림 1]과 같다.

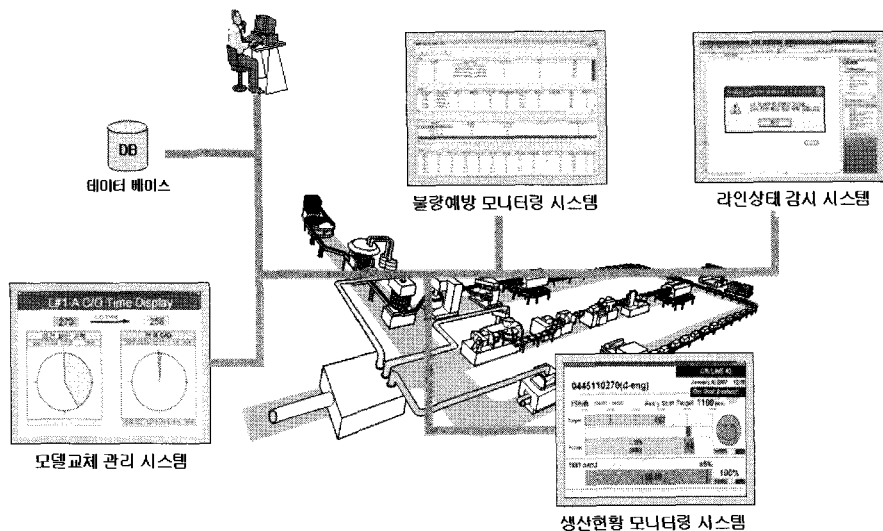


그림 1. 시스템 구성도

공장의 생산 라인마다 위치한 PLC 컨트롤러는 조립단계마다 부품을 이동시킨다[6]. 부품 조립단계마다 데이터 수집기를 통해 실시간으로 부품 테스트 데이터를 파일형태로 저장한다. 생산성 향상을 위한 모니터링 솔루션은 실시간으로 데이터 수집기를 통해 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 사용자가 입력한 양품 데이터와 비교 및 분석을 통해 불량 상태를 파악하고 알람기능을 통해 알린다.

생산현황 모니터링 시스템은 생산라인에서의 시간대별 제품 생산량, 양품률, 생산중인 부품 교체에 걸린 시간 등 생산현황 파악에 필요한 정보에 대해 현장 근무자와 관리자에게 실시간으로 제공하는 모니터링 시스템이다.

모델교체 관리 시스템은 제품의 조립과정 중 특정 제품의 수요가 필요하면 모델교체가 이루어지며 모델교체 상황과 모델교체에 소요되는 시간 등의 정보에 대해 관리자에게 실시간으로 제공하는 모니터링 시스템이다.

라인상태 감시 시스템은 실시간 라인의 상태를 팝업창과 특정 아이콘을 통해 관리자에게 실시간으로 라인상태에 대해 제공하는 모니터링 시스템이다. 라인의 정지계획

에는 고정정지계획, 금일정지계획, 강제정지계획이 존재하며 환경설정을 통해 사용자 입력이 가능하다. 정지계획 이외의 라인정지 상태에 따라서 현장 근무자가 정지사유를 시스템을 통해 실시간 입력이 가능하다.

불량예방 모니터링 시스템은 현장 근무자에게는 생산현황 모니터를 통해 불량이 예상되는 위치와 그에 따른 조치사항을 이미지를 통해 전달한다. 관리자에게는 사용하고 있는 PC를 통해 불량이 예상되는 위치와 상태정보를 알람 메시지로 알리고, 실시간 수집된 부품 테스트 데이터를 그래프 화 하여 볼 수 있도록 한다. 이 시스템은 불량품 발생 전에 경고 메시지를 알림으로써 불량이 예상되는 라인의 정비와 관리가 용이하다. 현장 작업자에 의한 상황보고 없이도 관리자는 제품 불량에 대한 상태 파악이나 조치사항의 전달이 용이하다.

모니터링 솔루션에 사용된 핵심적인 클래스에 대한 정의는 [표 1]과 같다.

시스템 개발에 사용된 운영체제는 Windows XP Professional이며 데이터베이스는 MySQL 5.0을 이용해 구축하였다.

표 1. 시스템에 대한 핵심적인 클래스 정의

시스템명	모듈명	클래스명	설명
생산현황 모니터링 시스템	생산현황 처리 모듈	LineState	실시간 생산량, 양품률, 불량률에 대한 처리
		ShiftState	Shift에 따른 현재 상황 및 데이터 처리
		PartState	부품의 종류, 타입, 모델에 대한 실시간 데이터 처리
모델교체 관리 시스템	데이터베이스 처리 모듈	DataGather	부품의 데이터, Shift 정보, 메시지 데이터에 대한 처리
		PartState	부품의 종류, 타입, 라인에 대한 실시간 데이터 처리
		TimeHistory	모델 교체에 걸리는 시간에 대한 기록 및 비교 처리
라인상태 감시 시스템	라인상태 처리 모듈	AutoAction	모델 교체에 따른 자동 프로그램의 실행을 위한 부품 인식 처리
		LineState	라인의 정지계획 및 정보를 수집하고 상태에 따른 처리
		MessageAlarm	라인 상태에 대한 메시지 처리
	데이터베이스 처리 모듈	Configuration	라인의 정지에 대한 처리
		CheckPoint	체크된 라인 감시를 위한 데이터 처리
		FixingStop	고정정지계획에 대한 데이터 처리
		TodayStop	금일정지계획에 대한 데이터 처리
불량예방 모니터링 시스템	데이터 수집 모듈	CompelStop	강제정지계획에 대한 데이터 처리
		Calendar	생산일정에 대한 데이터 처리
	불량데이터 처리 모듈	DataGather	데이터 수집기를 통해 품질 테스트 데이터 수집
		CheckData	DFQ파일의 데이터 체크 및 불량상태 파악에 필요한 데이터 추출하여 사용자 입력데이터와 비교
	MessageWorker	Inferior	현장 근무자 및 관리자에게 알릴 불량 데이터 추출
MessageManager	MessageWorker	현장 근무자에게 알릴 경고 메시지 작성하여 생산 현장 모니터를 통해 경고 메시지 출력	
UpperCode	MessageManager	관리자에게 알릴 경고 메시지 작성하여 관리자의 PC를 통해 경고 메시지 출력	
	UpperCode	UpperCode	스테이션 정보, 부품 및 타입에 대한 양품코드 입력

3. 모니터링 솔루션

기존의 생산라인은 각 부품 조립과정에서 나오는 실시간 데이터를 하나의 데이터로 병합한다. 한 공정이 끝나면 병합된 데이터를 읽어 들여 파일로 저장하여 데이터를 보관한다. 모니터링 솔루션은 보관된 데이터 중 필요한 데이터만을 추출하여 데이터베이스에 저장한다. 각 시스템의 데이터베이스 처리기를 통해 필요한 데이터만을 추출하고 데이터 처리 모듈을 통해 데이터를 정제하여 모니터링 시스템에 필요한 데이터를 구성하고 표현한다.

생산현황 모니터링 시스템은 [그림 2]와 같은 화면을 생산라인의 모니터를 통해 전달한다. 시스템을 통해 현재 작업 중인 생산라인, 부품의 모델명, 현장 근무조, 생산계획량, 실시간 대비 생산량, 하루 단위 양품률, 모델교체에 걸린 시간 등의 생산현황을 파악할 수 있다.

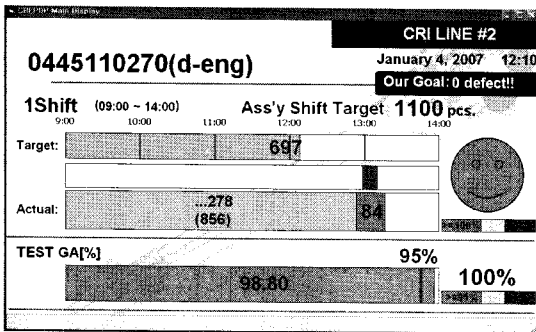


그림 2. 생산 현황 모니터링 시스템

데이터베이스 처리 모듈을 통해 생산현황 파악에 필요한 데이터를 추출하여 생산현황 처리 모듈로 전달한다.

생산현황 처리 모듈에서는 전달받은 데이터를 통해 모니터링에 필요한 데이터를 추출하고 정제한다. 정제된 데이터는 부품의 타입, 엔진의 종류, 실시간 시간대비 생산량, 모델교체에 걸린 시간, 양품률 등에 대한 데이터를 처리하여 화면출력 처리 모듈에 전달한다.

화면출력 처리 모듈에서는 전달받은 데이터를 통해 [그림 3]과 같은 화면을 생산라인에 비치된 PDP 모니터를 통해 출력한다.

모델 교체 관리 시스템은 빈번히 이루어지는 모델교체 생산에 대한 현황을 실시간으로 관리자에게 알리는 시스템이다. 모델교체가 이루어지면 자동 팝업 창을 통해 [그림 4]와 같은 화면을 모니터를 통해 제공한다.

데이터베이스 처리 모듈을 통해 모델교체 처리에 필요한 모델에 관련된 데이터를 추출하여 모델교체 처리 모듈로 전달한다.

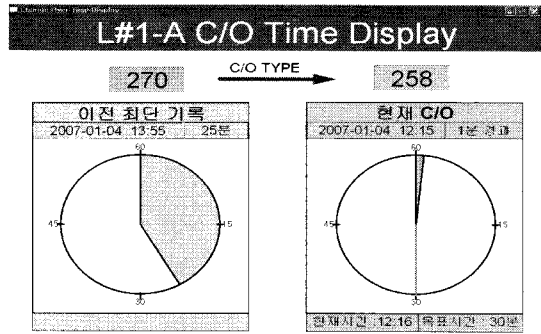


그림 3. 모델 교체 관리 시스템

모델교체 처리 모듈에서는 전달받은 데이터 모델교체 최단 기록, 현재 교체된 모델의 타입, 모델교체 시작 시간 등에 대한 데이터를 처리하여 화면출력 처리 모듈에 전달하여 생산중인 모델이 교체되면 자동으로 [그림 7]과 같은 화면을 통해 현재 모델교체 생산에 대해 관리자에게 제공한다.

라인상태 감시 시스템은 생산라인의 정지상태에 대해 모니터링 하는 시스템으로써 [그림 5]와 같은 화면을 관리자의 모니터를 통해 제공한다. 계획된 정지에는 고정정지계획, 금일정지계획, 강제정지계획이 있고 점점 할 라인을 환경설정을 통해 지정한다.

라인상태 처리 모듈에서는 환경설정 데이터 및 데이터베이스를 통해 추출한 데이터를 정제하여 화면출력 처리 모듈에 전달하여 [그림 4]와 같은 화면을 관리자에게 제공한다.

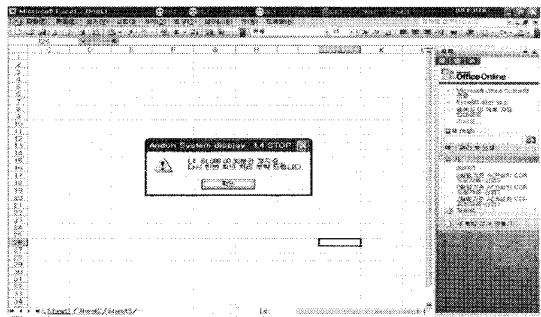


그림 4. 라인상태 감시 시스템

[그림 4]와 같이 팝업 창을 통해 라인의 정지상태를 표시하고 메시지의 내용을 통해 정지상태에 대해서 확인할 수 있다. 또한 타이틀 바의 이미지를 통해서 라인의 상태를 확인할 수 있다. 녹색은 라인의 정상가동, 노란색은 정지계획에 의한 라인의 정지, 빨간색은 임의의 상황에 의

한 라인의 정지상태를 나타낸다. 또한 관리자는 이미지를 클릭을 통해 라인의 상태에 대해 간략한 메시지를 통해 확인이 가능하다.

불량 예방 모니터링 시스템은 [그림 5]의 사용자 환경 설정을 위한 메뉴를 통해 고유의 양품 값을 입력가능하다. 불량 상태를 파악하기 위해서는 부품 테스트를 통해 수집된 데이터와 사용자가 입력한 양품 값에 대한 분석이 필요하다. 불량 상태에 대한 정확한 판단을 위해 사용자가 직접 각 부품에 대한 양품 값을 직접 메뉴를 통해 정의한다.

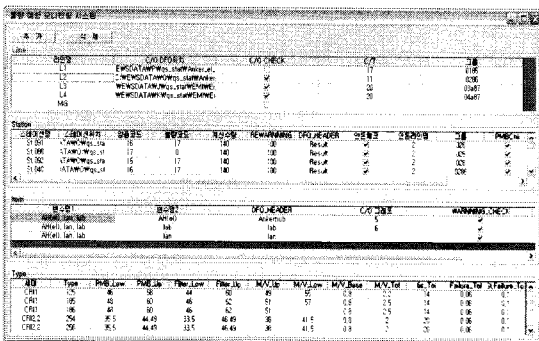


그림 5. 불량 예방 모니터링 시스템의 사용자 설정을 위한 메뉴 화면

데이터수집 처리 모듈에서는 데이터 수집기를 통해 생산과정에서 부품의 불량 테스트 데이터를 각 조립단계마다 파일형태로 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 불량 데이터 처리 모듈로 보낸다.

불량 데이터 처리 모듈에서는 해당 데이터를 데이터베이스에 저장하고 불량 예방 파악에 필요한 데이터를 추출한다. 추출한 데이터를 이용해 데이터베이스 처리 모듈을 통해 불량 상태 파악을 위한 질의를 보낸다.

데이터베이스 처리 모듈에서는 불량 데이터 처리 모듈에서 질의를 받아 사용자 환경설정을 통해 입력된 데이터와 비교를 통해 불량 예방 메시지 작성에 필요한 데이터를 추출하여 불량 데이터 처리 모듈로 전달한다. 불량 데이터 처리 모듈은 데이터베이스를 통해 전달된 데이터를 사용자 알람 처리 모듈로 전달한다.

사용자 알람 처리 모듈에서는 불량 데이터 처리 모듈을 통해 받은 데이터를 이용해 각각의 메시지를 작성한다. 현장 작업자에게는 이미지를 이용해 현장에서 쉽게 알아 볼 수 있도록 작성한다. 관리자에게는 간단한 메시지 창을 통해 알리도록 작성한다. 작성된 메시지는 각각의 알람 처리 모듈로 전달한다.

생산현장 알람 처리 모듈은 전달 받은 메시지를 생산

현장 모니터를 통해 현장 작업자들에게 알린다. 경고 메시지는 불량 예상 위치와 조치사항을 생산 작업 중에도 쉽게 볼 수 있도록 이미지를 통해 전달한다.

관리 알람 처리 모듈은 전달 받은 메시지를 사무실에 업무를 보는 관리자의 PC를 통해 전달한다. 경고 메시지는 불량 예상 위치 및 불량 데이터 값을 알려준다. 또한 실시간 테스트 되고 있는 부품 테스트 데이터를 볼 수 있는 그래프를 [그림 6]과 같이 제공한다.

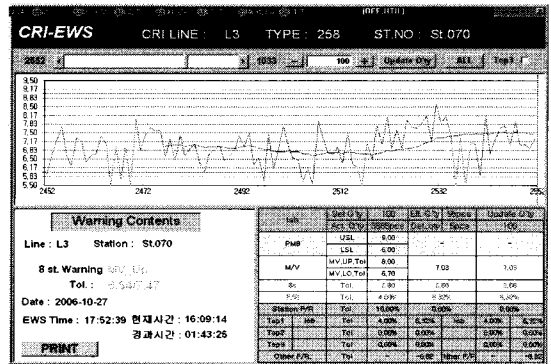


그림 6. 불량 예방 모니터링 시스템

모니터링 솔루션은 생산현황 파악에 필요한 정보들을 각각의 시스템을 통해서 사용자의 환경에 맞는 정보를 제공한다. 생산현황 모니터링 시스템을 통해 생산라인의 현재 생산의 흐름을 파악할 수 있고, 모델교체 관리 시스템을 통해 빈번한 모델교체의 상황을 파악할 수 있어 제품 조달에 문제점을 해결 할 수 있다. 또한 라인상태 감시 시스템을 통해 정지되어 있는 라인을 파악하며 불량 예방 모니터링 시스템을 통해 불량품 발생이 예상되면 알람기능을 통해 그에 맞는 신속한 조치를 통해 제품 생산의 효율성을 높일 수 있다.

4. 테스트

프로그램의 테스트는 자동차 부품공장인 B회사의 생산라인에서 불량 예방 모니터링 시스템 적용상황을 구현하여 테스트하였다. 중점 테스트 사항은 부품 생산 과정에서 수집된 데이터를 통해 생산현황 모니터링 시스템과 모델교체 관리 시스템을 통해 적절한 화면출력을 하고, 라인상태 관리 시스템을 통해 라인의 상태를 실시간으로 적절한 상황을 관리자에게 전달되며 불량 예방 모니터링 시스템을 통해 부품 생산 과정에서 수집되는 데이터의 정확성과 불량 상황에 대한 경고 메시지 처리의 적절성

이다. 생산 공정의 각 조립단계를 거치면서 PLC 컨트롤러와 조립단계마다 위치한 데이터 수집기를 통해 실시간으로 데이터를 수집하여 데이터베이스로 저장한다. 각 모니터링 시스템에서는 데이터베이스와 연동을 통해 필요한 데이터를 추출하여 각 시스템의 생산현황 처리 모듈, 모델교체 처리 모듈, 라인상태 처리 모듈, 불량데이터 처리 모듈로 전달한다. 처리 모듈들은 데이터를 처리하여 각 시스템의 화면출력 처리 모듈로 전달하고, 화면출력 처리 모듈에서는 모니터를 통해 실시간 생산라인의 상태를 알린다.

이러한 주요 테스트는 기존의 실시간으로 처리되지 못하던 문제점을 해결 할 수 있었다. 생산현황 모니터링 시스템에 의해 시간대별 제품의 생산량을 파악할 수 있어 적절한 제품의 생산량을 파악할 수 있었다. 모델교체 관리 시스템을 통해 제품 조달이 시급한 부품의 생산이 제대로 이루어지고 있는지 실시간 파악을 함으로써 신속한 제품 조달이 가능하였다. 또한 라인상태 감시 시스템을 통해 정지된 라인을 체크하고 신속한 조치를 통해 재가

동을 할 수 있어 제품의 생산성을 높일 수 있었다. [그림 7]은 불량 예방 모니터링 시스템을 통해 전달된 사항을 관리자가 확인하는 화면이다. 알람기능을 통해 전달된 사항을 현장 작업자들이 조치를 취한 후의 테스트 데이터를 실시간으로 그래프를 통해서 알 수 있다.

이러한 주요 테스트는 기존의 제품 조립 공정을 마치고 양품과 불량품에 테스트 단계를 거친 후 조치하였던 사항을 미리 조치할 수 있었다. 불량품의 발생을 미연에 방지하고, 문제가 발생한 생산라인의 신속한 처리를 통해 양품 생산률이 증가하였다.

[표 2]는 하루 동안 불량 예방 모니터링 시스템을 자동차 부품공장인 B회사의 생산라인에 적용한 결과이다. 공장에서 전체적인 제품 생산률이 1% 상승하였다. 연간 1%의 생산률이 증가하면 350,000,000원의 이익이 증가한다. 또한 사무실에 업무를 담당하는 관리자는 알지 못하던 불량 상황에 대해 실시간으로 확인 할 수 있어 조치의 신속성과 다양성을 갖을 수 있다는 장점을 가진다.

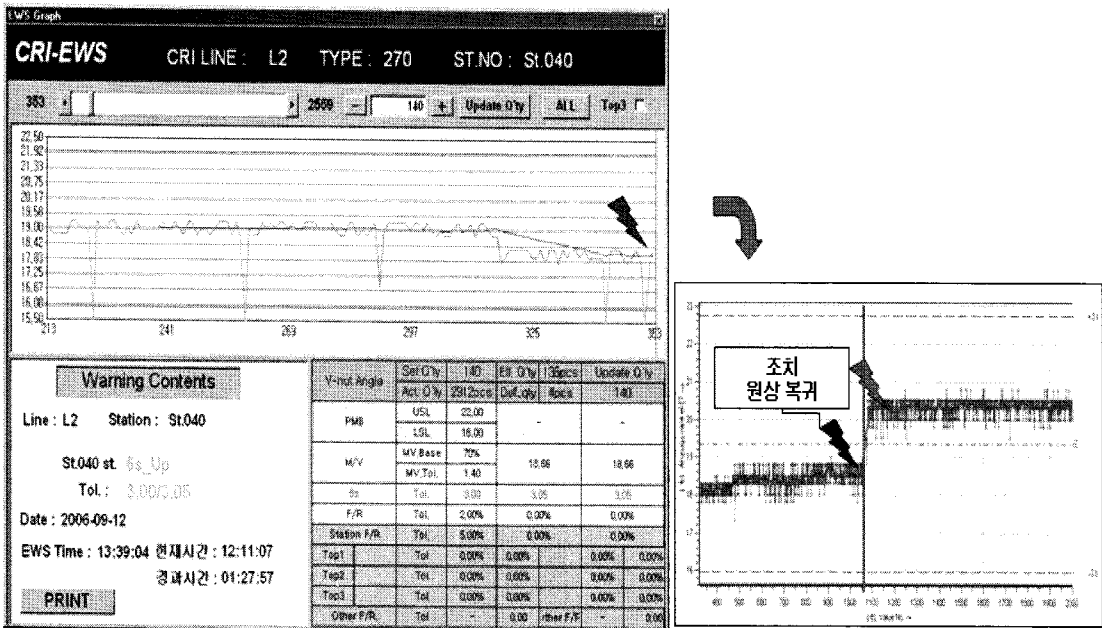


그림 7. 불량 데이터에 따른 처리결과 화면

표 2. 불량 예방 시스템 적용결과

CRI Daily Report						
Utility	Date	CRI L1	CRI L2	CRI L3	CRI L4	Total Oper.[Time]
	2007. 02. 14	80%	73%	78%	78%	60
	2007. 02. 15	81%	74%	79%	79%	58

5. 결론

본 논문에서는 기존의 생산라인에서 실시간 생산량 및 양품률 등에 대한 파악의 어려움과 현재 가동되고 있는 라인상태 파악을 위한 문제점을 해결하기 위해 모니터링 솔루션을 구현하였다. 생산 라인의 조립단계마다 데이터를 수집 및 분석하여 생산현황 데이터를 실시간으로 처리하였다. 생산현황 모니터링 시스템 및 모델교체 관리 시스템은 처리된 데이터를 통해 현장 근무자 및 관리자에게 생산현황을 알리으로써 현재 생산현황에 대한 파악 및 문제점에 대한 신속한 조치를 할 수 있었다. 라인상태 감시 시스템을 통해 라인상태에 대한 사항을 관리자가 실시간 파악하고 생산라인이 정지에 신속한 조치를 취할 수 있었다. 또한 불량 예방 모니터링 시스템을 통해서 불량품 발생을 조기에 방지함으로써 양질의 품질 생산을 가능하도록 하였다.

향후 모니터링 솔루션에 RFID 시스템의 도입을 통해 제품에 대한 세부 정보의 표시가 가능하며 다중 센서를 이용해 데이터 수집의 정확성을 높일 수 있게 될 것이다. 또한 사용자들에게 원하는 정보의 질을 높이고 서비스의 다양성을 높일 수 있다.

참고문헌

- [1] 강성배, 문태수, “객체지향 방법론을 이용한 자동차부품기업의 영업관리시스템 설계 및 구현”, 한국전자거래 학회지, 2004.
- [2] 서기철, 문태수, “자동차부품기업의 ERP 생산관리시스템 설계 및 구현”, 한국경영정보학회 추계학술대회, 2004.
- [3] 양종택, “일본형 생산 시스템의 특성에 관한 연구 - 도요타 생산시스템을 중심으로”, 2000.
- [4] Baback Yazdani, "Toyota production system: An integrated approach to Just-In-Time : Yasuhiro Monden, Second Edition Chapman & Hall, London (1994) 423 pp £39.95 ISBN 0-412-58220-1", Computer Integrated Manufacturing Systems, Volume 8, Pages 230-231, Issue 3, August 1995.
- [5] Mehri, D., “The Darker Side of Lean: An Insider's Perspective on the Realities of the Toyota Production System”, PERSPECTIVES- ACADEMY OF MANAGEMENT, 2006.
- [6] 이청호, 이경호, “도요타 생산시스템의 효과적 이전의 전제 조건에 관한 고찰 - 한·일 자동차부품기업의 사례를 중심으로 -”, 한국산업경제학회 춘계학술발표회 논문집, 2004.

- [7] Li Zhou, Mohamed M. Naim, Ou Tang and Denis R. Towill, “Optimal models for a multi-stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy”, Omega, Volume 34, Pages 585-598, Issue 6, December 2006.
- [8] Richard J. Boucherie, Xiuli Chao and Masakiyo Miyazawa, "Arrival first queuing networks with applications in kanban production systems", Performance Evaluation, Volume 51, Pages 83-102, Issues 2-4, February 2003.
- [9] 정명기, “자동차 부품 생산라인 불량률 감소를 위한 적용 노즐 판별 프로그램 개발”, 공주대학교 석사학위논문, 2005.
- [10] Jay Lee, Introduction of e-Manufacturing white-paper, pp6-7, 2003년.
- [11] Pulak Bandyopadhyay, “e-Manufacturing activities and opportunity in GM”, e-Manufacturing workshop, NSF, pp 3-4, 2002.

임 재 현(Jae-Hyun Lim)

[정회원]



- 1986년 중앙대학교 전자계산학과 졸업(학사)
- 1988년 중앙대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)
- 1998년 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(박사)
- 1998 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터공학부 부교수

<관심분야>

상황인식, RFID/USN, 온톨로지, 인터넷 기술

공 헌 택(Heon-Tag Kong)

[정회원]



- 1984년 Northeast Missouri State University 전산학과(학사)
- 1987년 Utah State University 전산학과(석사)
- 1998년 단국대학교 전산통계학과(박사)
- 1988년 ~ 1990년 한국국방연구원 전산체계연구부 근무

- 1990년 ~ 현재 공주대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

병렬알고리즘, 병렬처리컴퓨터, 데이터베이스