

RFID를 이용한 벽돌제조 공정 모니터링 시스템 설계

김귀정*

*건양대학교 의공학과

e-mail:gjkim@konyang.ac.kr

Monitoring System Construction of Bricks Manufacture Process Using RFID

Gui-Jug Kim*

*Dept. of Bio Medical Engineering, KonYang University

요 약

본 연구는 국내에서 발생하는 소각재를 재활용하여 벽돌 생산을 하는 공장에서의 이원화된 작업현황을 일원화 할 수 있는 데이터 모니터링 시스템 구축을 목적으로 한다. 이를 위하여 RFID 센싱 기술을 생산 공정에 도입하여 공정관리 시스템을 획기적으로 개선할 수 있도록 하였다. 각종 계측기 및 센서의 신호를 데이터 수집 장치인 IDMC-Net8842를 이용하여 실시간으로 수집하고 유/무선 통신 모듈을 이용한 TCP/IP 연결을 통하여 모니터링 서버에 접속하여 실시간으로 현장의 상황을 확인하여 제어할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다.

1. 서론

최근 우리나라의 쓰레기 발생량은 고도의 산업 발달과 도시의 인구 증가로 인하여 양적인 증가뿐만 아니라 질적으로도 매우 복잡한 형태로 배출되고 있어, 이들의 처리방법에 많은 관심이 집중되고 있다. 쓰레기를 처리하는 방법에는 매립 소각 외에도 여러 가지 방법이 있는데 최근에는 소각 처리에 대한 관심이 집중되고 있으며, 2001년 577톤에서 분리수거 확대로 2004년 기준 매일 소각되는 소각량은 460톤이나 되는 실정이다[1]. 하지만 소각 시 발생하는 소각재는 다량의 중금속을 포함하고 있다. 그리고 현행 폐기물 관리법상 소각재 관리 체제에서 비산재는 용출기준에 관계없이 지정 폐기물로 분류하여 관리하고 있으나 바닥재의 경우 간헐적으로 용출 실험을 하여 기준을 초과하는 경우 전량 지정 폐기물로 처리해야하는 어려움이 있다. 외국에서는 이렇게 분류되는 폐기물 중 바닥재는 보편적으로 도로보조기층제 등 제한적 목적으로 재활용하고 있으나, 우리나라에서는 바닥재 중에 함유된 Pb 등 중금속 문제로 인해 바닥재의 재활용 업이 활성화되지 못하고

있다.

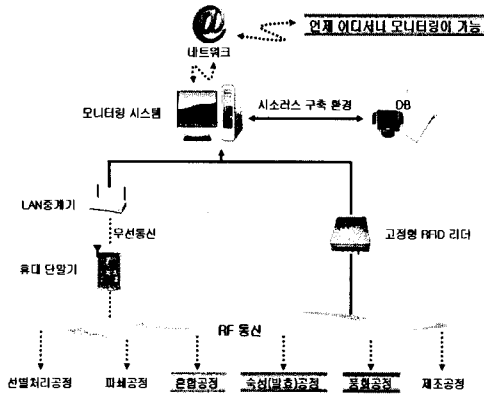
그럼에도 현재 우리나라에서도 꾸준한 노력과 정부지원, 환경단체 덕분에 많은 재활용 업체들이 나타나 재활용 아이디어 산출물들을 만들어 내고 있다. 화장지, 재활노트, 우유팩, 골판지, 벽돌, 시멘트 등 많은 산출물들이 쏟아지고 있는 실정이다. 그러나 이러한 재활용업체들은 이원화된 작업구조 즉, 사무실과 현장의 작업분리로 인하여 환경에의 오염, 인간 환경으로의 침범 등에는 아직 그 안전성이 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 발생하는 소각재를 재활용하여 벽돌 생산을 하는 공장에서의 이원화된 작업현황을 일원화 할 수 있는 데이터 모니터링 시스템 구축을 목적으로 한다. 소각재를 이용한 벽돌 생산과정은 선별처리공정, 파쇄공정, 혼합공정, 숙성(발효)공정, 풍화공정, 제조공정 등 6가지의 처리 공정으로 나누어진다. 그러나 거의 대부분 사업장에서는 사무실과 현장의 이원화된 작업구조에서 시행되고 있기 때문에 현장에서의 오류를 무시했을 때 많은 불량제품과 인체에 피해를 줄 수 있는 부적

격 제품들이 생산될 우려가 있다. 따라서 이러한 공정을 사무실에서도 그 진행과정과 결과를 실시간으로 알 수 있도록 인터넷(유/무선)을 이용하는 데이터 모니터링 시스템을 구축하여 사업소 현장에 설치하여, 각종 계측기 및 센서의 신호를 데이터 수집장치인 IDMC-Net8842를 이용하여 실시간으로 수집하고 유/무선 통신 모듈을 이용한 TCP/IP 연결을 통하여 모니터링 서버에 접속하여 실시간으로 현장의 상황을 확인하여 제어할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다.

2. 모니터링 시스템 설계

2.1. 벽돌 제조공정 모니터링 시스템



[그림1] RFID를 이용한 벽돌제조공정 구조

[그림1]은 RFID를 이용한 벽돌 제조공정 모니터링 시스템의 구조를 보여주고 있다. 여기서 데이터 모니터링 시스템은 6개의 공정에 부착된 태그로부터 정보를 입력받는다. 태그는 433.92MHz 대역을 사용하여 긴 이식 거리를 통한 실시간 추적 및 내부 습도, 충격 등의 센서로 이용된다. 이때 태그로부터 인식된 정보는 2가지 방법으로 입력이 가능하다. 첫째는 태그로부터 데이터가 자동으로 고정형 RFID 리더로 직접 읽혀져 모니터링 시스템으로 전송된다. 고정형 RFID와 태그와의 거리는 50m~100m 이내이다. 두 번째는 사용자가 휴대용 단말기로부터 태그를 인식하고 데이터를 입력받아 무선통신을 통하여 모니터링 시스템으로 전송되는 방법이다[2]. 이렇게 하는 이유는 사용자가 공정 내에서 또는 사무실에서 실시간 데이터 확인을 가능하게 하기 위해서이다. 수집된 정보를 모니터링 시스템에서는 DB로 각 공

정별 특성에 맞게 구성된 데이터들로 저장한다. 이렇게 저장된 데이터베이스로부터 사용자는 인터페이스를 통해 데이터를 검색 엔진을 이용하여 추출할 수 있다. 이때의 데이터 추출방법은 시소러스를 이용한 데이터 검색 추출방법을 사용한다[3]

데이터 종류는 공정의 상태 데이터, 기계에 투입되는 라인 밸런스 데이터, 공정의 진행 상황 데이터, 불량 제품을 추출하는 불량 관리 데이터 등이 있다. 이러한 데이터를 관리하기 위해 각각의 프로세서를 설계한다. 이러한 프로세서는 모니터링 시스템에 적용되며, 상태관리 프로세서, 위치관리 프로세서, 불량관리 프로세서, 상황관리 프로세서 등이 있다. 데이터를 데스크톱에서만 관리되는 것이 아니라 사용자가 언제 어디서든 관리할 수 있도록 휴대 단말기에서도 제공된다. 휴대 단말기는 모니터링 시스템에 접근하여 이러한 데이터를 송/수신한다. 데이터 모니터링 시스템은 인터넷을 통하여 언제 어디서든지 모니터링 할 수 있다. 모니터링 시스템은 웹서비스를 할 수 있도록 JAVA와 XML을 이용하여 네트워크에 연결된 컴퓨터라면 간단한 사용자 인증을 거쳐 모니터링을 한다. 모니터링 데이터는 각 공정에 대한 정보를 담고 있고 사용자는 이러한 데이터를 가지고 사무실 또는 집에서 현장의 제조 공정 상황을 제어할 수 있게 된다. 모니터링 시스템은 모니터링 데이터를 효과적으로 관리하는 데이터베이스와 연결되어 있어 데이터의 관리와 검색을 할 수 있도록 한다. 이러한 설계 구조를 제공하기 위한 시소러스 검색 방법을 사용하여 구현 상에 있어서 객체지향 방법을 이용한 유사 데이터 검색을 제공한다.

2.2 데이터관리 프로세서

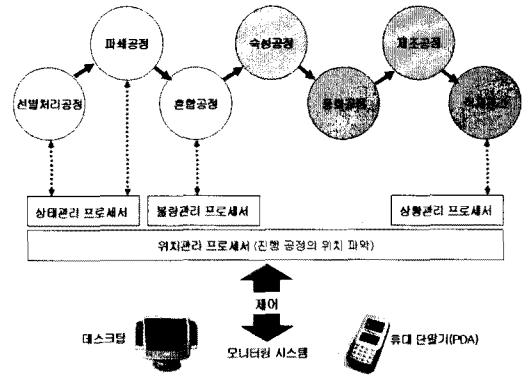
[그림 2]는 각 공정에서의 데이터 관리 프로세서 영역을 표시하고 있다. 상태관리 프로세서, 위치관리 프로세서, 불량관리 프로세서, 상황관리 프로세서의 4개의 프로세서가 데이터관리를 담당한다[4].

상태관리 프로세서는 선별처리공정, 파쇄공정에서 RFID 센서들이 공정에 부착되어 실시간으로 모니터링 시스템에 데이터를 전송한다. 센서들은 각 공정에서 재료의 재활용 대상과 비재활용 대상에 대한 정보를 제공한다. 선별처리 공정에서는 자석을 이용한 선별작업을 수행한다. 자석을 이용한 선별은 재료에 있는 철 조각을 분리하여 재료에 이물질을 제거하는 과정이다. 이 과정에서 RFID 센서는 재료에 이물질을 감지하고 이물질의 정도를 파악하는 용

도로 사용된다. 센서가 모니터링 시스템에 데이터를 전송하면 모니터링 시스템은 이물질 정도에 따라서 자석에 의한 선별 작업을 다시 시도하거나 다음 단계의 공정으로 이동하도록 명령한다. 이때 데이터는 모니터링 시스템의 데이터베이스에 시소러스 방법을 이용하여 처리되게 된다. 파쇄 공정에서는 파쇄의 정보를 RFID 센서가 측정하게 된다. 재료의 파쇄 정도를 파악하여 모니터링 시스템에 데이터를 보내면 모니터링 시스템은 재료의 종류에 따라 파쇄율을 계산한다. 계산된 결과에 따라 재파쇄를 할 것인지 혹은 다음 공정으로 이동할 것인지를 명령한다.

선별공정과 파쇄공정을 통하여 혼합공정으로 이동한 재료들을 혼합하는 과정에서 재료들 사이의 혼합비율을 정하는 일은 매우 어렵고 중요한 작업이다. 혼합비율은 재료의 종류에 따라 다르고 파쇄 정도에 따라 차이를 보인다. 따라서 재료의 종류를 파악하고 혼합비율을 정하는 일은 관리자 중에서도 전문가가 아니면 할 수 없는 작업이다. 왜냐하면 혼합비율에 조그마한 오차가 발생하더라도 최종 산출물에는 커다란 영향을 미치기 때문이다. 즉, 혼합비율의 오류에 따라 불량률에 차이가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 불량관리 프로세서가 재료의 종류를 파악하고 혼합비율을 자동으로 조절하는 역할을 담당한다. 불량관리 프로세서는 재료의 종류를 파악하여 모니터링 시스템에 데이터를 보내면 이를 모니터링하여 혼합비율을 계산하고 공정에 이 데이터를 입력하여 정확하고 안정적인 혼합비율을 제공한다.

상황관리 프로세서는 적재 데이터를 가지고 공정의 속도를 제어하는 프로세서이다. 적재율에 따른 공정속도 제어는 원활한 재료의 공급과 산출물의 출고를 가능하게 한다. 만약 적재율이 높는데 공정 속도를 높게 유지하면 적재장소의 부족과 업체의 원활한 재무 및 자재 유통에 영향을 미치게 된다. 따라서 적재율이 높으면 공정속도를 늦추고 적재율이 낮으면 공정속도를 높임으로써 적재관리에 효율적인 모델을 제공한다. 이를 위해 적재율 감지 RFID 센서가 적재율을 감시하고 이 데이터를 모니터링 시스템에 전송하면 모니터링 시스템은 전송된 데이터를 가공하여 공정 시스템에 속도제어 데이터를 보내 속도를 조절할 수 있도록 한다.

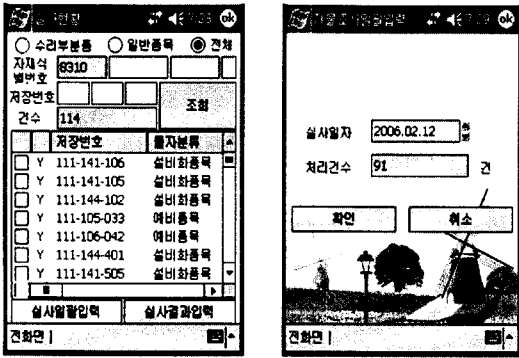


[그림 2] 데이터 관리 프로세서들의 영역

3. 대용량 데이터 처리 인터페이스

본 연구의 시스템은 소각재 재활용을 위한 목적으로 개발되어 해당 시스템의 요구사항에 맞게 설계한다. 데이터 처리 인터페이스는 사용자 입장에서 재료의 정보를 전혀 모르고 있을 때 이를 손쉽게 처리하기 위한 시스템이다. PDA는 RAM의 용량이 작고 무선 통신 방식을 이용한다. 따라서 많은 양의 데이터를 관리하는 것은 무리이다. 조회 서비스의 경우 100건 이상의 재료를 사용자가 요구하면 PDA 시스템 환경을 고려할 때 비효율적이다[5]. 물론 사용자가 재료에 대한 정보를 정확히 알고 있어 조회 조건을 넣는다면 문제가 발생하지 않을 수도 있다. 하지만 자재에 대한 정보를 모른다면 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 사용자 입장에서 일괄처리가 가능한 인터페이스를 구현하고, 데이터 처리는 분산처리방식을 사용한다.

[그림 3]은 PDA에 대한 가상 인터페이스이다. 첫 번째 인터페이스를 보면 한번에 114건의 데이터를 수신 받는 것처럼 보인다. 하지만 실제로는 7건을 수신 받아 PDA 화면에 보여준다. 그리고 사용자가 스크롤바를 이동하면 다음 7건에 대한 정보를 수신 받는 방식이다. PDA가 처음부터 114건의 데이터를 수신 받는다면 약 15초 이상이 소요되지만 7건씩 통신하면 사용자 입장에서 기다리는 시간이 현저히 감소하는 것처럼 느껴진다. 두 번째 화면은 114건의 내역 중 선택한 자재에 대한 재물조사 일괄입력 화면이다. 서버는 114건의 데이터를 송신했기 때문에 이를 기억하였다가 PDA에서 선택한 품목의 헤더만을 수신 받아 데이터를 일괄처리한다.



현황 조회 결과 화면

일괄처리 화면

[그림 3] 분산 인터페이스(PDA) 시스템

4. 결론

RFID는 차세대 유비쿼터스 사회의 핵심 기술이다. 특히 RFID 센싱 기술을 생산 공정에 도입하면 공정관리 시스템을 획기적으로 개선할 수 있다. 본 연구에서는 RFID를 도입하여 데이터 모니터링 시스템을 설계하였다. 공정 내에 부착된 RFID 센서로부터 데이터를 수집하고 가공하여 다시 공정에 필요한 기계와 작업자들에게 데이터를 송신한다. RFID 센서에서 수집된 정보는 RFID 리더에 의해 자동으로 수집되거나 작업자들의 휴대 단말기를 통해 수집된다. 이렇게 수집된 정보는 RF 통신을 통해 모니터링 시스템에 데이터를 전송하고 모니터링 시스템에 있는 각각의 프로세서들이 이를 가공하여 데이터베이스에 저장한다. 저장된 데이터는 시소러스 모델링에 의해 관리된다. 가공된 데이터는 다시 공정의 기계에 보내지거나 작업의 휴대 단말기를 통해 데이터를 제공한다. 이러한 일련의 과정은 기존의 공정 과정에 있어 기계화, 수작업화 된 공정을 획기적으로 보완할 수 있다. 단순 데이터 입력에서 프로세서에 의해 가공된 데이터 처리는 선별공정과 파쇄공정에서 수작업으로 수행되던 공정을 자동화한다. 혼합공정에서 혼합비율을 얻기 위한 재료의 정보 수집과 자동 비율 계산을 통해 불량률을 최소화하는 결과를 얻을 수 있다. 적재관리에 있어 산출물을 무작정 생산하던 비효율적인 처리를 없애고 정확한 계산에 의해 공정 속도를 조절하므로 과적재에 의한 업체의 부담을 현저히 감소할 수 있다. 이러한 모든 공정은 위치관리 프로세서에 의해 관리되어지며 데이터 모니터링 시스템은 프로세서들에 의해 자동으로 모든

공정을 관리한다. 관리자는 단순히 모니터링 시스템에 의해 보이는 데이터를 감시 및 감독하는 역할만 수행하면 될 것이다.

참고문헌

[1] http://www.dgeic.or.kr/establish/establish_17.htm
 [2] Jim Del Rossi, "Distributed Considerations for RFID Deployment", 정보처리학회지 제12권 5호, 2005.9.
 [3] E. Damiani, M. G. Fugini, and C. Belletini, "A Hierarchy-Aware Approach to Faceted Classification of Object-Oriented Components", ACM Transaction on Software Engineering and Methodology, Vol. 8, No. 4, October 1999, PP. 425-472.
 [4] Klaus, F., "RFID Handbook", John Wiley & Sons, Ltd, 2003.
 [5] M. F. Wiesmann, A. Schiper, B. Kemme and G. Alonso, "Understanding Replication in Databases and Distributed Systems", In Proc. of the 21st International Conference on Distributed Computing Systems, pp464-474, 2000.