

소각재 재활용을 위한 에이전트 기반 RFID 모델 설계

김귀정
건양대학교 의공학과
e-mail:gjkim@somewhere.sck.ac.kr

Agent-Based RFID Model Design for Cinder Reuse

Gui-Jug Kim
Dept. of Bio Medical Engineering, KonYang University

요 약

본 논문은 소각재 재활용 모니터링 시스템 구현을 위한 에이전트 기반의 RFID 모델을 설계한다. RFID를 이용한 모니터링 시스템은 상태관리 에이전트, 위치관리 에이전트, 불량관리 에이전트, 상황관리 에이전트 등의 데이터 관리 에이전트를 이용해 데이터를 자동 관리하고, 대용량의 데이터를 처리하기 위해 대용량 데이터 처리 에이전트를 이용한다. 안정적인 소각재 재활용을 위한 에이전트 기반 데이터 모니터링 시스템의 개발은 산업체 전반에 걸쳐있는 기계화, 수작업화 된 공정을 실시간 자동화 공정으로 개발하는 획기적인 방법이 될 것이다.

1. 서론

최근 정보통신 분야에서 많은 논의가 되는 것이 유비쿼터스 컴퓨팅이다. 네트워크의 발달로 정보의 교환이 온라인화되고 이들 데이터를 활용하여 자동 처리 시스템 구현이 증가하고 있다. RFID(Radio Frequency IDentification)는 리더의 안테나를 통해 비접속 태그의 정보를 이용한다[1]. 네트워크에 RFID를 이용한 센싱 기능을 추가한 것이 USN(Ubiquitous Sensor Network)이다[2]. 본 연구는 PDA를 지원하는 Agent 기반 소각재 재활용 모니터링 시스템 구축을 위한 RFID 모델을 설계하고자 한다. Agent 기반의 RFID 모델 설계를 위해 주파수 대역을 선택하고 선택된 주파수 대역에 효과적인 태그와 리더를 관리하는 에이전트를 설계한다. 이러한 시스템을 통해 분석된 데이터는 소각재를 재활용하여 벽돌 생산을 하는 공장에서 공정 자동화, 불량률 최소화, 실시간 모니터링, 적재 관리를 통해 생산 공정을 효율적으로 관리할 수 있다. 에이전트 기술을 접목한 데이터 모니터링 시스템은 PDA 인터페이스를 통해 사용자가 볼 수 있다. 하지만 PDA

는 RAM (Random Access Memory)의 용량이 작고 무선 통신을 한다. 따라서 대용량의 데이터를 관리하기에는 어려움이 있다. 이 문제를 해결하기 위한 대용량 데이터 처리 에이전트를 개발하였다. 데이터 처리 에이전트에 의한 인터페이스는 벽돌 생산 공장에서의 원료입고에서부터 제품을 만드는 과정을 효과적으로 감독할 수 있다. 또한 모니터링을 통하여 수집된 데이터 분석을 활용하여 최소의 벽돌 생산 불량률을 산출함으로써 효과적이고 안정적인 벽돌 생산 공정을 이룰 수 있다.

2. 연구배경

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 460톤

이나 되는 실정이다[3]. 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. 따라서 본 연구에서는 국내에서 발생하는 소각재를 재활용하여 벽돌 생산을 하는 공장에서의 이원화된 작업현황을 일원화 할 수 있는 데이터 모니터링 시스템 구축을 목적으로 한다. 인터페이스는 벽돌 생산 공장에서의 원료입고에서부터 제품을 만드는 과정을 효과적으로 감독할 수 있다. 또한 에이전트를 통하여 수집된 데이터를 이용하여 효과적인 벽돌 생산 공정을 이룰 수 있다.

3. 소각재 재활용을 위한 RFID 모델

벽돌 제조공정 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 공정별 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.

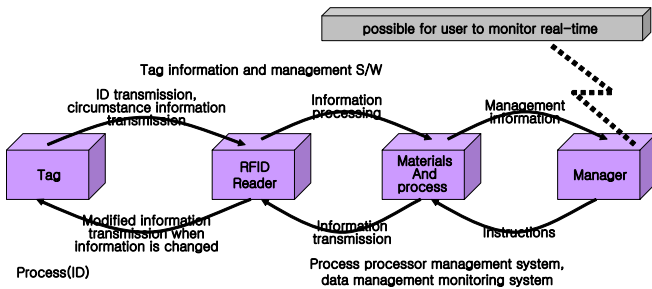
데이터 종류는 공정의 상태 데이터, 기계에 투입되는 라인 밸런스 데이터, 공정의 진행 상황 데이터, 불량 제품을 추출하는 불량 관리 데이터 등이 있다.

이러한 데이터를 관리하기 위한 에이전트를 설계하였다. 이러한 에이전트는 모니터링 시스템에 적용되며, 상태관리 에이전트, 위치관리 에이전트, 불량관리 에이전트, 상황관리 에이전트 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.

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 부적격 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 설치하고, 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.

(그림 1)에서처럼 RFID를 이용한 데이터 모니터링 시스템의 구축방법은 6개의 처리공정에 태그를 부착하여 고유 ID 전송과 환경정보 전송이 가능하도록 하였다. 또한 정보변경 시 수정정보를 전송하는 기능이 포함되어 있다. 데이터 관리 모니터링 시스템은 RFID 리더로부터 수신된 데이터를 가공하여 자재 및 공정관리 시스템에 적용시킨다. 관리자는

모니터링 시스템에 의해 데이터를 언제 어디서나 감시 감독할 수 있도록 관리 정보를 제공한다.



(그림 1) RFID 모델

4. 에이전트 기반 모니터링 시스템

(그림 2)는 각 공정에서의 데이터 관리 에이전트를 나타낸다. 상태관리 에이전트, 위치관리 에이전트, 불량관리 에이전트, 상황관리 에이전트의 4개의 에이전트가 데이터관리를 담당한다[4].

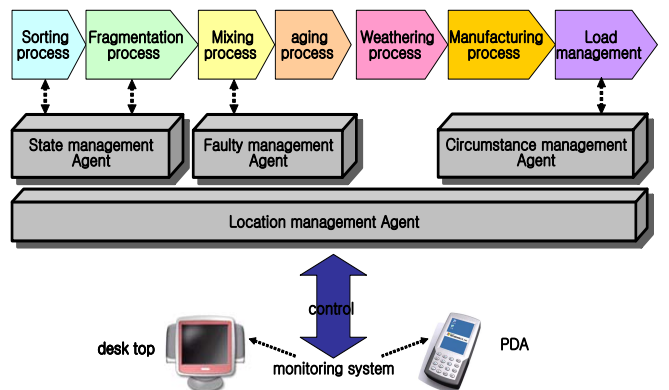
상태관리 에이전트는 선별처리공정, 파쇄공정에서 RFID 센서들이 공정에 부착되어 실시간으로 모니터링 시스템에 데이터를 전송한다. 센서들은 각 공정에서 재료의 재활용 대상과 비재활용 대상에 대한 정보를 제공한다. 선별처리 공정에서는 자석을 이용한 선별작업을 수행한다. 자석을 이용한 선별은 재료에 있는 철 조각을 분리하여 재료에 이물질 제거하는 과정이다. 이 과정에서 RFID 센서는 재료에 이물질을 감지하고 이물질의 정도를 파악하는 용도로 사용된다. 센서가 모니터링 시스템에 데이터를 전송하면 모니터링 시스템은 이물질 정도에 따라서 자석에 의한 선별 작업을 다시 시도하거나 다음 단계의 공정으로 이동하도록 명령한다. 이때 데이터는 모니터링 시스템의 데이터베이스에 시소러스 방법을 이용하여 처리되게 된다. 파쇄 공정에서는 파쇄의 정도를 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 혼합

비율에 조그마한 오차가 발생하더라도 최종 산출물에는 커다란 영향을 미치기 때문이다. 즉, 혼합비율의 오류에 따라 불량률에 차이가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 불량관리 에이전트가 재료의 종류를 파악하고 혼합비율을 자동으로 조절하는 역할을 담당한다. 불량관리 에이전트는 재료의 종류를 파악하여 모니터링 시스템에 데이터를 보내면 이를 모니터링하여 혼합비율을 계산하고 공정에 이 데이터를 입력하여 정확하고 안정적인 혼합비율을 제공한다.

상황관리에이전트는 적재 데이터를 가지고 공정의 속도를 제어하는 에이전트이다. 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 RFID센서가 적재율을 감시하고 이 데이터를 모니터링 시스템에 전송하면 모니터링 시스템은 전송된 데이터를 가공하여 공정 시스템에 속도제어 데이터를 보내 속도를 조절할 수 있도록 한다.

이러한 모든 공정은 위치관리 에이전트에 의해 관리되며 데이터 모니터링 시스템은 에이전트들에 의해 자동으로 모든 공정을 관리한다. 관리자는 단순히 모니터링 시스템에 의해 보이는 데이터를 감시 및 감독하는 역할만 수행하면 된다.



(그림 2) 데이터 관리 에이전트의 영역

본 연구의 시스템은 소각재 재활용을 위한 목적으로 개발되어 해당 시스템의 요구사항에 맞게 설계하였다. 데이터 처리 에이전트는 컴포넌트로 구성된

에이전트로써 가지적으로 사용자에게 보여지지 않은 내부적인 로직을 가진 실행가능한 모듈이다. 따라서 본 연구에서는 에이전트의 기능을 하는 컴포넌트의 실행을 임의의 사용자 인터페이스를 통하여 제시한다. 데이터 처리 에이전트는 사용자 입장에서 재료의 정보를 전혀 모르고 있을 때 이를 손쉽게 처리하기 위한 인터페이스이다[5]. PDA는 RAM의 용량이 작고 무선 통신 방식을 이용한다. 따라서 많은 양의 데이터를 관리하는 것은 무리이다. 조희 서비스의 경우 100건 이상의 재료를 사용자가 요구하면 PDA 시스템 환경을 고려할 때 비효율적이다[6]. 물론 사용자가 재료에 대한 정보를 정확히 알고 있어 조희시 조건을 넣는다면 문제가 발생하지 않을 수도 있다. 하지만 자재에 대한 정보를 모른다면 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 사용자 입장에서 일괄 처리가 가능한 인터페이스를 구현하고, 데이터 처리는 분산처리방식을 사용한다.

5. 결론

본 연구에서는 RFID를 도입하여 PDA를 지원하는 Agent 기반의 소각재 재활용 모니터링 시스템을 설계하였다. 한 업체 내의 데이터 모니터링을 위해 상태관리 에이전트, 위치관리 에이전트, 불량관리 에이전트, 상황관리 에이전트를 개발하였다. 단순 데이터 입력이 아닌 에이전트에 의해 가공된 데이터 처리는 선별공정과 파쇄공정에서 수작업으로 수행되던 공정을 자동화할 수 있다. 혼합공정에서 혼합비율을 얻기 위한 재료의 정보 수집과 자동 비율 계산을 통해 불량률을 최소화하는 결과를 얻는다. 적재 관리에 있어 산출물을 무작정 생산하던 비효율적인 처리를 없애고 정확한 계산에 의해 공정 속도를 조절하므로 과적재에 의한 업체의 부담을 현저히 감소할 수 있다.

안정적인 소각재 재활용을 위한 에이전트 기반 데이터 모니터링 시스템의 개발은 산업체 전반에 걸쳐있는 기계화, 수작업화 된 공정을 실시간 자동화 공정으로 개발하는 획기적인 방법이 될 것이다. 관리자는 데이터 모니터링에서 제공하는 데이터를 언제 어디서든지 확인할 수 있으므로 관리자의 노력을 현저히 감소시키면서 산출물의 결과를 신뢰할 수 있게 된다.

참고문헌

[1] K. Romer, T., "Schoch Infrastructure Concepts

for Tag-Based Ubiquitous Computing Applications", Workshop on Concepts and Models for Ubiquitous Computing at Ubi-comp 2002, Goteborg, Sweden, September, 2002.

[2] Fleisch, Elgar and Christian Tellkamp, "Business Perspectives on ubiquitous computing", M-Lab Working Paper No.4, University of St. Gallen, 2001.

[3] http://www.dgeic.or.kr/establish/establish_17.htm

[4] Klaus, F., "RFID Handbook", John Wiley & Sons, Ltd, 2003.

[5] Sanjay E.Sarma, Stephen A. Weis and Dael W. Engels, "Radio-Frequency Systems", Security and Pervasive Computing 2003, LNCS2802, pp.201-212, 2003.

[6] 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, pp. 464-474, 2000.