

공장 자동화를 위한 웹 기반 원격 감시 및 제어시스템 모델링

윤 종 준*, 최 진 석*, 이 정 배**, 강 순 주***, 임 인 택****, 김 삼 룡*****, 이 영 란*****

* (주)이지뉴텍 부설연구소

** 선문대학교 컴퓨터정보학부

*** 경북대학교 전자공학부

**** 부산외국어대학교 컴퓨터전자공학부

***** 경남정보대학 컴퓨터정보과

Modelling of Web Based Remote Monitoring and Control System for Factory Automation

Jong-Joon Yoon*, Jin-suk Choi*, Jeong-Bae Lee**, Sam-Ryong Kim****,
*Easy New Tech Inc, **Sunmoon University Computer Information Dept
***Kyungnam College of information Technonlogy

요 약

본 논문은 공장 자동화에 포괄되는 산업용 원격 제어 시스템을 웹을 통해 구성하고 이를 모형화 하여 시스템이 동작되어지는 과정을 직접 구현 및 실험하는데 그 목적을 두고 있다. 이를 위해서 Lego Robotics Invention System과 Real-Time Linux를 이용하여 신발 산업의 공정의 모형을 제작하며 웹에서 이를 제어 및 감시하기 위한 각 모듈들은 JAVA로 제작하여 산업 현장에서의 원격 감시 및 제어 시스템의 적용 방법을 제시하고자 한다.

1. 서 론

인터넷으로 대표 될 수 있는 통신망 기술의 발전은 산업 전반에 걸쳐 많은 변화와 변혁을 불러 왔다. 특히 공장으로 대표 될 수 있는 일반 산업 현장에서는 디지털 비디오 기술을 이용한 원격 상황 감시 시스템이 일반화 되어 가고 있는 추세이다. 이는 원격지의 장애 발생 시 신속하게 상황을 판단하거나, 각 설비들의 운용 상태 확인, 비정상 사건 상황의 화상/음향 및 텍스트 데이터 형태로 기록 저장하여 필요에 따라 전송할 수 있는 기능들을 가지고 있다. 이에 덧붙여 산업현장에서는 원격지 현장과 상황실 사이를 연계하여 원격지의 공정을 실시간으로 제어 할 수 있는 기술이 무인 자동화 공장의 개념과 더불어 요구되고 있는 실정이다. 이러한 원격 감시와 안정성 있는 산업 공정 모듈의 제어는 해마다 발생하고 있는 사업장의 안전사고를 미연에 방지 할 수 있으며 특히 인터넷의 그 범용성으로 말미암아 제조업 분야의 해외 공장에 대한 원격지 공정 감시 및 제어를 통해 인건비 감소와 현장감 있는 상황 인식이 가능하게 된다.

본 논문에서는 이러한 실시간 원격 감시 및 제어 시스템 환경이 인터넷상에서 구동 되도록 할 것이며,

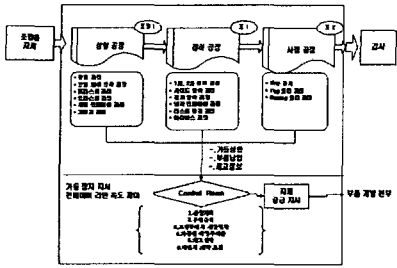
Real-Time Linux와 Lego RIS(Robotics Invention System)을 이용, 신발 산업 현장을 모형화 하여 원격지에서 직접 제어 및 감시하는 모듈을 구성하여 실제 산업 현장에서의 원격 감시 및 제어 시스템의 적용방법을 제시하도록 한다.

2. 시스템 분석

2.1 신발 제조 공정 분석

본 논문이 적용하고자 하는 신발 산업의 신발 제조 공정은 제조 대상이나 자재 등에 따라 달라지거나 가장 일반적인 공정은 (그림 1)과 같이 성형공정, 접착공정, 사정공정 순으로 이루어진다. 성형 공정이란 신발의 갑피, 중창, 포라스트, 힐라스트 등의 성형을 담당하는 공정이며, 접착 공정은 갑피, 밑창, 등의 접착 및 냉각과 압축 및 아리안스(박음질) 공정을 총칭하는 말이다. 그리고 사정 공정은 완성 된 신발의 화학약품 처리, 본드/게이지 제거, 신발끈 처리, 포장, 패키지 등을 담당하는 말이다.

본 시스템에서는 웹을 통하여 이상의 신발 산업의 각 공정을 원격 감시하며, 다음의 세부 동작을 직접 제어 또는 원격 제어하도록 한다.

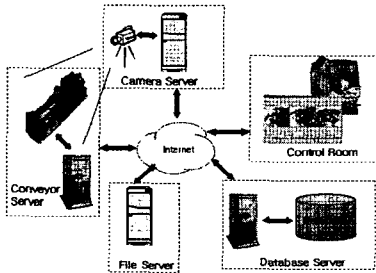


(그림 1) 신발 공정의 Flow Chart

- 각 공정 컨베이어 벨트의 속도 및 제한 속도 감지, 유지를 위한 제어
- 원격지 신발 접착을 위한 온도측정 및 온도유지를 위한 제어
- 각 공정별 불량품 제거
- 각 공정별 불량품 및 완제품 처리 공정 DB화

2.2 전체 시스템 구성

다음 (그림 2)는 공장 자동화를 위한 웹 기반 원격 감시 제어 시스템의 전체 구성도이다.



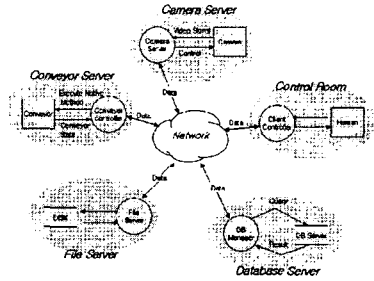
(그림 2) 시스템 구성도

본 시스템은 크게 원격지의 공정을 감시 및 제어할 수 있는 상황실과 현장에서 직접 공정을 제어하는 서버 부분으로 나눌 수 있다. 서버 부분은 다시 컨베이어 서버, 카메라 서버, 파일서버 그리고 데이터베이스 서버로 구분할 수 있다. 컨베이어 서버는 공장에서 각 컨베이어 공정을 직접 제어하거나 원격지의 상황실에서 받은 제어 신호를 컨베이어 시스템에 전달하여 이를 제어하고 각 공정의 상황을 원격지의 상황실에 전달해 준다. 카메라 서버는 공장의 상황을 촬영하여 원격지의 상황실에 실시간으로 디스플레이 해주는 역할을 하며, 파일 서버는 이렇게 촬영된 영상을 저장해 두었다가 필요할 때 재생할 수 있도록 지원해준다. 그리고 마지막으로 데이터베이스 모듈은 공정 분석을 위한 데이터들의 처리를 위한 부분이다. 이상의 5개의 시스템 구성 요소들은 원격지에서의 실시간 제어 및 감시를 위해 모두 웹으로 연결되어 있어야 하며 TCP/IP 통신과 RFP 통신 프로토콜을 사용한다.

3. 시스템의 설계

시스템 분석 결과를 기초로 하여 작성한 본 시스템

의 DFD는 다음 (그림 3)과 같다.

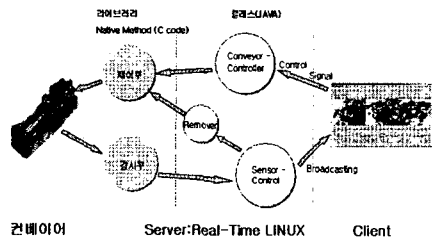


(그림 3) 목표 시스템의 DFD

앞서 설명한 5개의 시스템 구성요소는 각각 별도의 모듈로 설계한다. 이는 카메라 서버, 컨베이어 서버, 파일 서버와 데이터베이스 서버 등이 트래픽 분산과 자료관리의 효율성을 위해 분산서버 모델을 따르기 때문이다.

3.1 컨베이어 서버 모듈 설계

컨베이어 서버 모듈의 구동하기 위해서 RT (Real Time) Linux를 사용한다. RTLinux는 Linux를 기반으로 한 Hard Real-time 솔루션으로 공장자동화, 로봇틱스, 통신기기, 제어기기, 방위산업 등 실시간 Embedded System이 필요한 산업부분에 최상의 기능을 제공할 수 있는 RTOS이다. 공장 제어 시스템에 있어서 Real-Time 기능은 매우 중요한 이슈이므로 신발 공정 모형이 RT-Linux 환경에서 작동되도록 설계해야 한다. 따라서 하드웨어를 컨트롤하기 위해 플랫폼의 독립성을 보장하기 위한 JAVA 언어가 함께 사용 되어져야 하며 시스템에 대한 제어 와 감시 역할을 하는 프로세스를 함께 설계해야 한다. 이러한 컨베이어 서버 모듈의 시스템 제어 및 감시 프로세스를 그림으로 나타내면 다음 (그림 4)와 같다.

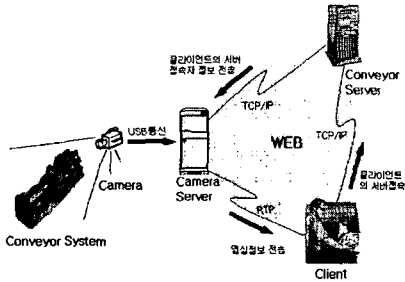


(그림 4) 컨베이어 서버 모듈의 프로세스 흐름

원격지 공장의 컨베이어에서 일어나고 있는 모든 현상(온도변화, 컨베이어의 속도변화 등)은 감시부를 통해 클라이언트에 전송(Broadcasting)되도록 한다. 클라이언트에서 보내온 컨트롤 시그널은 제어부를 통해 각 공정을 제어한다. 온도 변화에 따른 컨베이어 공정의 자체 이벤트 처리와 같이 사용자를 거치지 않아도 상관없는 부분에 대한 제어는 모듈 내에서 자동적으로 수행되도록 설계한다.

3.2 카메라 서버 모듈 설계

카메라 서버는 카메라로부터 입력받은 영상을 원격지의 관리자에게 전송하거나 파일서버에 전송하는 역할을 한다. 다음 (그림 4)는 카메라 서버의 구성도를 도식화 한 것이다.

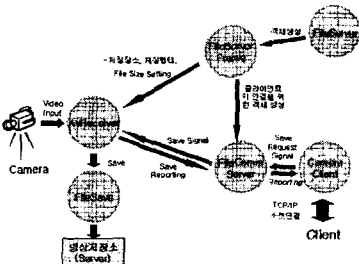


(그림 4) 카메라 서버의 구성도

감시 카메라를 통해 촬영된 컨베이어의 영상은 먼저 USP포트를 통해 서버에 전송된다. 사용자는 웹을 통해 컨베이어 서버에 접속하게 되고 컨베이어 서버와 TCP/IP 소켓 프로그램으로 연결되어 있는 카메라 서버는 컨베이어 서버로부터 사용자의 IP 정보와 함께 영상화면 전송을 요청 받게 된다. 이때 카메라 서버는 카메라로부터 입력된 영상을 영상 처리 모듈을 통하여 사용자(클라이언트)에게 RTP 패킷으로 전송하게 되는 것이다. 이러한 상황은 모두 인터넷에서 실시간으로 이루어지므로 웹에서 발생하는 트래픽을 제외하면 Delay가 거의 발생하지 않는다.

3.3 파일 서버 모듈 설계

파일 서버 모듈은 원격지 현장에서 일어나고 있는 상황을 담은 영상을 파일 서버에 저장시키며, 필요할 때 영상을 재생 할 수 있도록 해 준다. (그림 5)는 본 시스템의 영상을 파일로 변환하여 저장하는 프로세스를 도식화 한 것이다.



(그림 5) 파일 저장 프로세스

먼저 File Server는 File ServerFrame 객체를 생성시켜 TCP/IP 소켓 설정과 영상 파일이 저장될 공간, 저장형태, 파일의 크기를 설정한다. FileServerFrame 객체는 FileCommServer와 CameraClient 객체를 통해 카메라 서버와의 TCP/IP 소켓 설정을 하고 관리자가 영상파일의 저장을 요청하면 FileCommServer 클래스는 연결된 소켓을 통해 요청 Signal을 접수한다. 이때 AVRReceiver 클래스는

카메라를 통해 입력받은 영상을 미리 설정해준 값에 따라 파일로 전환한 후, 파일저장소에 저장하게 된다.

3.4 데이터베이스 서버 설계

데이터베이스 서버는 클라이언트에서 확실하게 되는 공정분석을 지원하기 위한 데이터의 처리 서버이다. 컨베이어 서버에서 일어나는 상황 즉 시스템의 시작 및 정지유무, 컨베이어의 속도 변화, 불량 감지, 불량 제거 상황, 상품의 입출력, 온도변화에 따른 팬 동작 여부 등이 시간과 함께 데이터베이스에 저장되게 된다.

3.5 클라이언트 사용자 모듈 설계

웹을 통한 실시간 제어를 위해 사용자는 산업체의 홈페이지를 통해 클라이언트 모듈에 접근하도록 설계한다. 이를 위해 사용자 지향적인 GUI(Graphic User Interface)가 필수적이다.

클라이언트 사용자 모듈의 설계 시 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

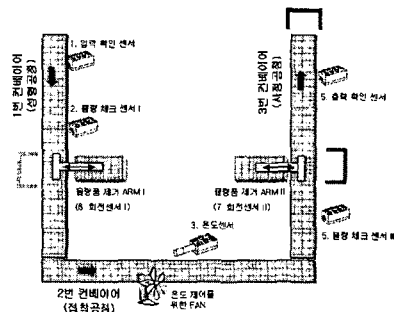
- 각 공정별 원격 영상 감시
- 수치화된 온도 감시 및 컨베이어 속도 감시 정보
- 원격 컨베이어 제어
- 그래프를 통한 공정 분석
- 명령 및 컨베이어 상황에 대한 로그 관리
- 영상 전송 오류 발생시 원격지 상황 감시

4. 시스템의 구현

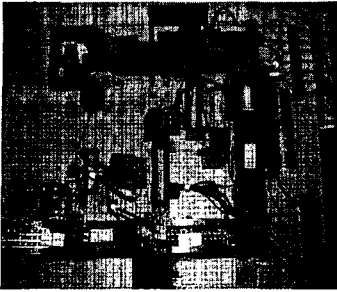
4.1 Lego RIS을 이용한 신발 공장 모형 제작

Lego RIS(Robotics Invention System)는 덴마크의 Lego사와 미국 MIT 미디어 랩의 레퍼트 박사 연구팀이 개발한 레고 교육용 교재이다. 본 논문에서는 신발 산업의 세 가지 공정 모형을 이러한 Lego RIS를 이용해 제작하였으며, 모형에서 사용되고 있는 센서와 액츄에이터를 제어하기 위해 별도로 제작된 인터페이스 카드, 컨트롤 보드, 그리고 디바이스 드라이브를 사용하였다.

(그림 6)은 신발 산업 각 공정에 대한 모형 구조도이며 (그림 7)은 이러한 구조도에 따라 Lego RIS를 이용해 실제 구현한 신발 공장의 모형이다.



(그림 6) 신발 산업 공정에 대한 모형 구조도



(그림 7) Lego RIS로 제작된 신발 공장 모형

4.2 서버 모듈들의 구현

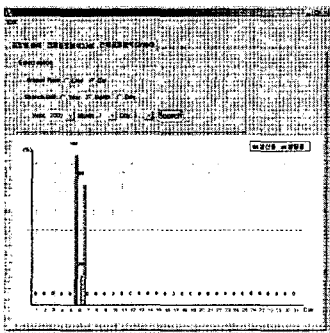
4개의 서버의 모듈들은 분산 환경 지원을 위해 각각 서로 다른 컴퓨터에서 실행 시킨다. 각각의 서버 모듈들은 서버의 운영 상황을 확인 할 수 있는 콘솔 화면들을 가지고 있으며 관리자는 이러한 콘솔 창을 통하여 서버들을 관리 할 수 있다. 각각의 서버 모듈은 플랫폼의 독립성을 위해 JAVA 언어로 제작되어 있으나, 컨베이어 서버 모듈은 JAVA와 C언어로 구성되어 있다. 이러한 JAVA와 C의 연동을 위해 JNI(Java Native Interface)를 사용한다.

4.3 클라이언트 사용자 모듈의 구현

클라이언트 사용자 모듈은 웹으로 접근할 수 있는데, 사용자 인증을 거친 홈페이지와 연동되어 있다. 클라이언트 사용자 모듈에서는 (그림 8)과 같은 원격 지 공장 감시 및 제어를 위한 상황실 Main GUI와 (그림 9)과 같은 공정 분석 GUI 등이 제공된다.



(그림 8) 상황실 Main GUI



(그림 9) 공정 분석 GUI

이 외에도 사용자 클라이언트 모듈에서는 디렉토

리 검색 서비스를 이용한 영상 재생 프로그램, 영상 전송 오류 시 그래프를 이용한 원격 감시 프로그램 등이 구현되어 있다.

5. 결론

본 논문에서는 인터넷을 이용한 원격 제어 및 감시 기술을 노동 집약적 제조업인 신발 산업의 공정의 적용을 통해 공장 자동화 방안을 제시하고 있다. 이러한 원격 감시 제어 시스템의 일반 산업의 적용은 해외에 공장을 두고 있는 많은 국내 제조업 산업체들에게 기업 운영에 대한 새로운 패러다임을 제시 할 수 있다. 인터넷이 연결되어 있다면 어느 곳에서든지 해외의 공장의 상황을 확인 할 수 있으며 원격 제어의 기술은 무인 공장 자동화 시스템에 대한 현실성을 예상하게 해 준다. 디지털 카메라를 이용한 영상의 저장 및 재생을 통해 공정 감시의 효율성과 물류비용을 절감 할 수 있다. 이러한 원격지 공정 제어 및 공정의 실시간 감시는 격오지 및 위험한 지역의 공정제어 및 감시에 도움을 줄 뿐만 아니라, 산업재해를 미연에 발생할 수 있는 효과가 있다.

그러나 이러한 산업용 원격 감시 및 제어에 관한 연구는 예산이 많이 들고 기업의 협조가 필요한 사업이므로 국가적 지원이 뒤따라야 한다. 만약 정부가 산업용 원격 감시 및 제어 등 공장 자동화를 위한 연구에 앞장선다면 IT 산업과 제조업간의 시너지 효과로 인해 국가 경쟁력 향상에 크게 이바지 하게 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] <http://fsmlabs.com/>
- [2] <http://www.lego.com/>
- [3] <http://mindstorms.lego.com/>
- [4] <http://java.sun.com/products/java-media/jmf/2.1.1/solutions/>
- [5] <http://kldp.org/KoreaDoc/>
- [6] http://www.javastudy.co.kr/docs/ihan/java_advance/jniexamp.html
- [7] <http://www.rtlinux.co.kr>
- [8] 이현우, 천영환, Java Programming Bible for JDK 1.3, 영진.com, 2001.5
- [9] Alessandro Rubini. LINUX Device Drivers, O'Reilly, 1998.
- [10] Hassan Gomaa. Software Design Methods for Concurrent and Real-Time Systems, Addison-Wesley, 1996.
- [11] 정기훈, 김도훈, 박성호, 강순주. "임베디드 실시간 시스템 개발 교육과정", 정보처리학회지 제9권 1호, 2002.1.
- [12] 이정배 외, "신발산업용 컨베이어를 위한 웹기반 원격 제어 감시 시스템 개발 기술개발 및 사업화 결과 보고서", 한국기술평가원, 2002.7