

# 웹 기반의 신발 공정 자동화를 위한 실시간 원격 감시 및 제어 시스템 모델링

김종일\*, 이영란\*, 이정배\*, 박정호\*, 박윤용\*  
\*선문대학교

## Modelling of Web Based Real Time Remote Monitoring and Control System for Factory Process Automation

Jong-Il Kim\*, YoungRan lee\*,  
Jeong-Bae Lee\*, Jung-Ho Park\*, Yung-Young Park\*  
\*Sunmoon University

### 요약

본 논문에서는 클라이언트/서버 형태로 신발 공정에 관한 컨베이어 원격 감시 제어 시스템을 웹 기반으로 설계하고 구성하였다. 클라이언트가 원격으로 영상을 감시하고 제어하기 위한 모듈들은 JAVA를 기반으로 제작하였으며, 실시간 제어를 위한 컨베이어 서버는 RTLinux를 기반으로 디바이스 드라이버와 API를 개발하였다. 이러한 소프트웨어 제작과 Lego 기반의 프로토타입핑을 통해 산업 현장에서 웹을 통해 실시간으로 컨베이어를 제어하는 방법을 제시하고자 한다.

### 1. 서 론

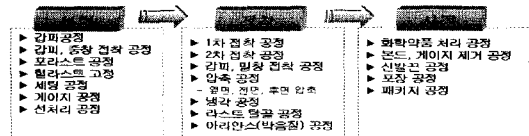
사회 각 분야에 있어서 원격 제어 및 원격 감시 기술은 이제 일반화 되었으며 FA (Factory Automation: 공장자동화)뿐만 아니라 HA(Home Automation)에서도 필수적인 기술이 되었다. 그러나 원격 제어 시스템의 개발에 있어서 원격 제어 시스템은 대규모 공정을 대상으로 하는 대형 프로젝트의 성격을 띄고 있으므로 이 시스템에 대한 테스트는 한계를 가지고 있다. 신발 공정 현장에서 사용하고 있는 컨베이어에는 여러 가지 여건으로 인하여 실제로 적용이 불가능 하다고 가정했을 때, 이와 유사한 환경에서 시뮬레이션 할 수 있는 여건 조성이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 TCP/IP와 RTP를 이용하여 컨베이어 시스템을 웹 기반으로 실시간 원격 감시 및 제어 하도록 구성할 것이며, RTLinux와 Lego를 이용하여 신발 공정 컨베이어의 프로토타입을 만든다. 이를 통해 Client/Server 환경에서 클라이언트가 원격지에서 직접 감시하고 제어

하는 모듈을 만들어 실제 공정에서의 컨베이어 제어 및 감시 시스템의 적용 방법을 제시하도록 한다.

### 2. 컨베이어 시스템 분석

#### 2.1 제품의 제조 공정 분석

본 논문이 적용하고자 하는 신발 산업의 신발 제조 공정은 제조 대상이나 자재 등에 따라 달라지나 가장 일반적인 공정은 (그림 1)과 같이 성형공정, 접착공정, 사정공정순으로 이루어진다.

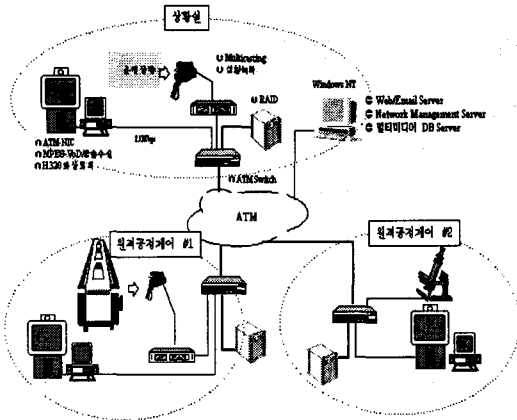


(그림 1) 신발 제조 공정

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

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

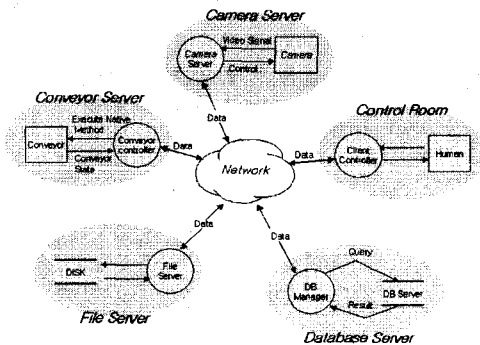
## 2.2 전체 시스템 구성



(그림 2) 시스템 구성도

본 시스템은 크게 원격지의 공정을 감시 및 제어 할 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. 이상의 5개의 시스템 구성 요소들은 원격지에서의 실시간 제어 및 감시를 위해 모두 웹으로 연결되어 있어야 하며 TCP/IP 통신과 RTP 통신 프로토콜을 사용한다.

## 3. 시스템의 설계



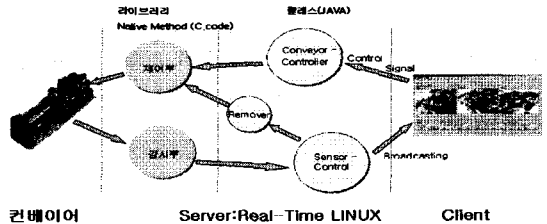
(그림 3) 목표 시스템의 DFD

앞서 설명한 5개의 시스템 구성요소는 각 각 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, 로봇릭스, 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.

이러한 컨베이어 서버 모듈의 시스템 제어 및 감시 프로세스를 그림으로 나타내면 다음 (그림 4)와 같다.

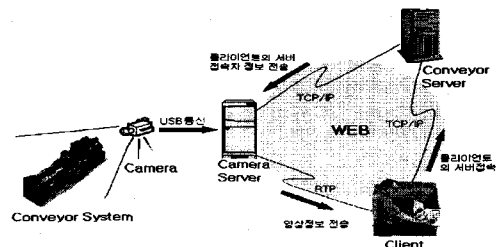


컨베이어 Server:Real-Time LINUX Client

(그림 4) 컨베이어 서버 모듈의 프로세스 흐름

### 3.2 카메라 서버 모듈 설계

카메라 서버는 카메라로부터 입력받은 영상을 원격지의 관리자에게 전송하거나 파일서버에 전송하는 역할을 한다. 다음 (그림 5)는 카메라 서버의 구성도를 도식화 한 것이다.



(그림 5) 카메라 서버의 구성도

### 3.3 JMF(Java Media Framework)기술을 이용한 영상 스트리밍 제어

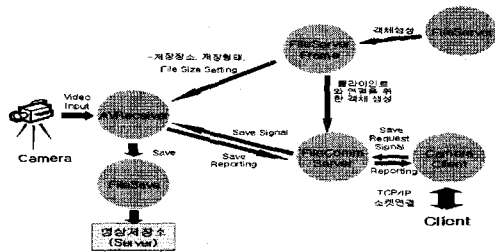
카메라 서버의 영상 스트리밍 제어는 JAVA 기반의

JMF 기술을 이용하였다.

JMF라는 것은 기존의 자바 프로그래밍에서의 가장 취약했던 멀티미디어 제어관련 API 및 SDK를 보강한 것으로서, 윈도우의 Vedio for windows 프로그래밍 SDK와 마찬가지로, 비디오 및 오디오의 캡처, 저장, 전송, 스트리밍 기술 등에 이용되는 기술이다.

### 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 6)는 본 시스템의 영상을 파일로 변환하여 저장하는 프로세스를 도식화 한 것이다.



(그림 6) 파일 저장 프로세스

### 3.4 데이터베이스 서버 설계

데이터베이스 서버는 클라이언트에서 확인하게 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

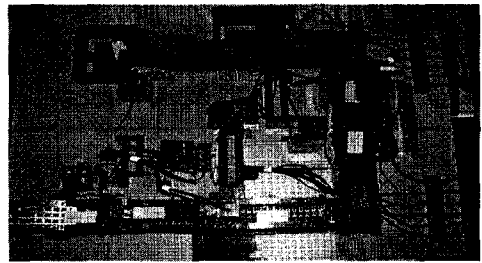
· 영상 전송 오류 발생시 원격지 상황 감시

## 4. 시스템의 구현 및 시나리오

### 4.1 Lego RIS을 이용한 신발 공장 모형 제작

본 논문에서는 신발 산업의 세 가지 공정 모형을 이러한 Lego RIS를 이용해 제작하였으며, 모형에서 사용되고 있는 센서와 Actuator를 제어하기 위해 별도로 제작된 인터페이스 카드, 컨트롤 보드, 그리고 디바이스 드라이브를 사용하였다.

(그림 7)은 이러한 구조도에 따라 Lego를 이용해 실제 구현한 신발 공장의 모형이다.



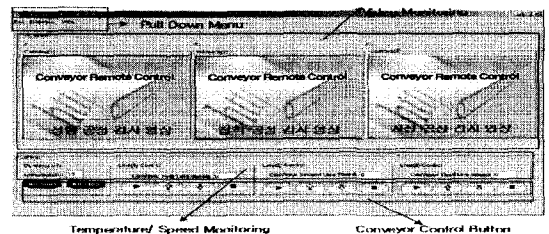
(그림 7) Lego로 제작된 신발 공장 모형

### 4.2 서버 모듈들의 구현

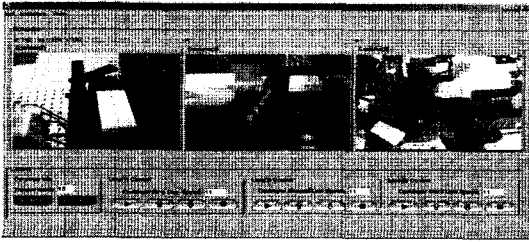
4개의 서버의 모듈들은 분산 환경 지원을 위해 각각 서로 다른 컴퓨터에서 실행 시킨다. 각각의 서버 모듈은 플랫폼의 독립성을 위해 JAVA 언어로 제작되어 있으나, 컨베이어 서버 모듈은 JAVA와 C언어로 구성되어 있다. 이러한 JAVA와 C의 연동을 위해 JNI(Java Native Interface)를 사용한다.

### 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 원격지 공장 감시 및 제어를 위한 상황실 Main GUI와 (그림 9)과 같은 공정 분석 GUI 등이 제공된다.



(그림 8) 상황실 Main GUI



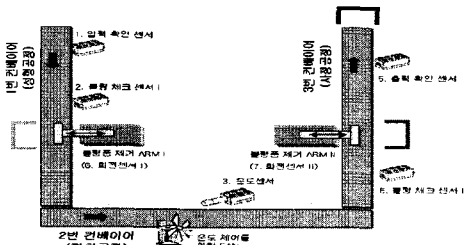
(그림 9) 공정 분석 GUI

이 외에도 사용자 클라이언트 모듈에서는 디렉토리 검색 서비스를 이용한 영상 재생 프로그램, 영상 전송 오류 시 그래프를 이용한 원격 감시 프로그램 등이 구현되어 있다.

4.4 구현 시나리오

컨베이어 모형은 신발 제조의 세 가지 공정인 성형, 접착, 사정 공정을 각각 하나의 컨베이어 벨트에 축소해 놓았다. 모형에 사용되는 센서는 4개의 빛 센서와 2개의 회전 센서 그리고 하나의 온도 센서로 이루어져 있으며 동작을 담당하는 Actuator는 모두 모터로 총 7개가 사용되고 있다.

성형공정을 담당하는 1번 컨베이어로 Item이 들어온다. 입력확인 센서에서 총 투입 Item의 개수를 파악하고 불량 체크 센서 1을 통해 성형공정에서 발생하는 불량품을 확인한 후 불량품 제거 ARM I으로 불량품을 제거한다. 1번 컨베이어를 통과한 Item은 접착공정을 담당하는 2번 컨베이어로 이동하게 된다. 접착공정에서는 온도를 체크한다. 온도센서를 통해 온도가 너무 많이 올라가게 되면 온도 제어를 위한 FAN이 반응하게 된다. 마지막으로 3번 사정공정에서 불량 체크 센서 2를 통해 불량품을 다시 한번 걸러내고 출력 확인 센서를 통해 완제품의 개수를 파악하는 것이다. Lego 모형에서는 빛 센서를 이용하여 Item의 컬러로 불량체크를 하게 했다. (그림 10)은 신발 산업 각 공정에 대한 모형 구조도이다.



(그림 10) 신발 산업 공정에 대한 모형 구조도

5. 결론

본 논문에서는 Client/Server기반의 실시간 원격 제어하고 감시 기술을 신발 산업 공정의 컨베이어에의 적용해서 공장 자동화 방안을 제시하고 있다. 이러한 원격 감시 제어 시스템은 원격지에 연결된 컨베이어 시스템을 상황실에 위치한 클라이언트 시스템에서 웹 애플릿을 사용자 인터페이스로 사용하여 원격 제어 및 모니터링하는 형태를 가진다. 그리고 서버시스템을 통해 컨베이어 시스템을 통과하는 제품들의 내역에 대한 데이터베이스를 저장, 유지, 관리한다. 인터넷이 연결되어 있다면 어느 곳에서든지 제어 및 감시가 가능하기 때문에 국내 뿐 아니라 해외 공장상황도 감시하고 제어 할 수 있으며, 이러한 원격지 실시간 시스템은 위험한 지역의 공정제어 및 감시에 도움을 줄 뿐만 아니라, 산업재해를 미연에 발생할 수 있는 효과도 크다.

그러나 적용되는 분야가 대규모에, 많은 예산이 들기 때문에 기업의 협조와 국가적 지원이 뒤따라야 한다. 정부의 산업용 원격 감시 및 제어 등 공장 자동화를 위한 연구에의 지원과 산학연간 협동 연구를 통하여 생산 공정에 관한 기술적인 협력을 도모하여 실제 산업에 적용하게 되면 국가 경쟁력이 크게 향상 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] <http://fmlabs.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/jhan/javaadvance/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 제 9권 1호, 2002.1.
- [12] 이정배 외. "신발산업용 컨베이어를 위한 웹기반 원격 제어 감시 시스템 개발 기술개발 및 사업화 결과 보고서", 한국기술평가원, 2002.7