

# 실시간 프로토타이핑 개발 환경 기반의 원격 감시 및 제어 시스템 설계 및 구현에 관한 연구

김종일, 이정배, 박병관, 이영란  
선문대학교 컴퓨터 정보학부

전화 : 041-530-2211 /팩스 : 041-530-2876 /H.P : 016-559-2510

## A Study of Design and Implementation for Remote Monitoring and Control System based on Environment of Real-Time Prototyping development

Jong-il, Kim, Jung-Bae, Lee, Byen-Kwan, Park, Young-Ran, Lee  
Division of Computer Information & Science University of Sunmoon  
E-mail : rumpet0@webmail.sunmoon.ac.kr

### 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 구성되며, 그 위에서 디바이스 드라이버와 API를 개발하였다. 이러한 소프트웨어 제작과 Lego 기반의 프로토타이핑을 통해 산업 현장에서 웹을 통해 실시간으로 컨베이어를 제어하는 방법을 제시하고자 한다.

### Abstract

This thesis is dealing with conveyer remote monitoring and control system for shoes process formed by client/server, which is based on Web. Modules for watching and controlling images in a remote by client is manufactured under JAVA, and conveyer server for real-time controlling is founded on RTLinux. And device driver and APIs are developed based on it. Through both manufacturing these software and LEGO-based prototyping, it would present the real-time conveyer controlling system founded on Web to be applied to industrial spots.

## I. 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 가정 했을 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 I/O 인터페이스 제어 보드, ISA 인터페이스 제어 보드, 그리고 레고 기반의 프로토타이핑을 통해 실시간 신발 공정 컨베이어 제어를 위한 원격 감시 및 제어 시스템을 구현 하였다. 이를 통해 Client/Server 환경에서

클라이언트가 원격지에서 직접 감시하고 제어하는 모듈을 만들어 실제 공정에서의 컨베이어 제어 및 감시 시스템의 적용 방법을 제시하도록 한다.

## II. 컨베이어 시스템 분석

### 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, 사정공정 순으로 이루어진다.

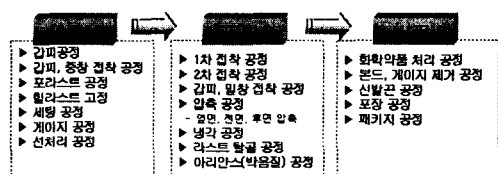


그림 1. 신발 제조 공정

3 전체 시스템 구성

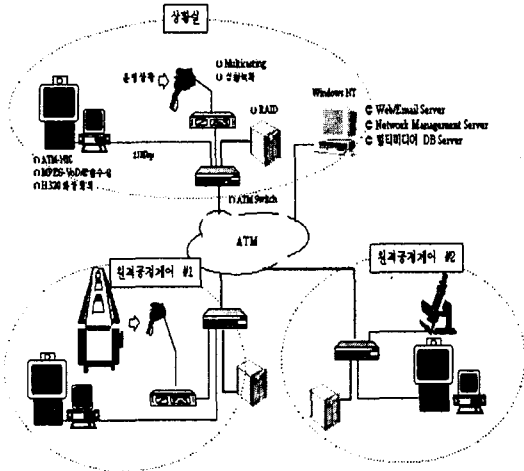


그림 2. 시스템 구성도

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. 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 RTP 통신 프로토콜을 사용한다.

III. 시스템의 설계

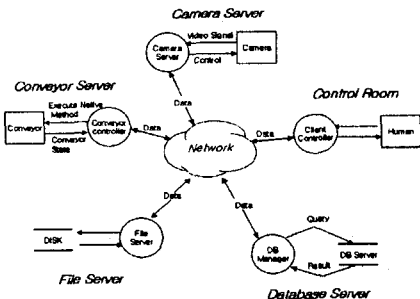
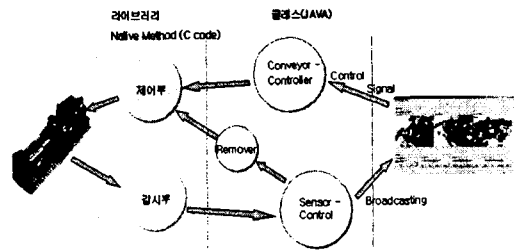


그림 3. 목표 시스템의 DFD

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.

1 컨베이어 서버 모듈 설계

컨베이어 서버 모듈의 구동하기 위해서 RT (Real Time) Linux를 사용한다. 공장 제어 시스템에 있어서 Real-Time 기능은 매우 중요한 이슈이므로 신발 공정 모형이 RT-Linux 환경에서 작동되도록 설계해야 한다. 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

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 공정내의 자체 이벤트 처리와 같이 사용자를 거치지 않아도 상관없는 부분에 대한 제어는 모듈 내에서 자동적으로 수행되도록 설계한다.

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.

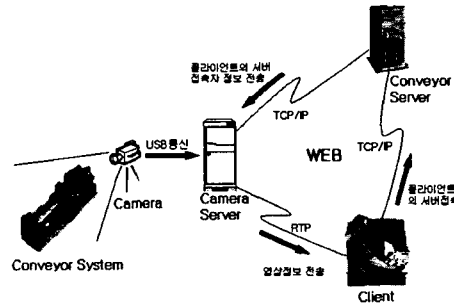


그림 5. 카메라 서버의 구성도

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 영상 화면 전송을 요청 받게 된다. 이때 카메라 서버는 카메라로부터 입력된 영상을 영상 처리 모듈을 통하여 사용자(클라이언트)에게 RTP 패킷으로 전송하게 되는 것이다.

### 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, 비디오 및 오디오의 캡처, 저장, 전송, 스트리밍 기술 등에 이용되는 기술이다. JMF에서는 MPEG, AVI, MOV등의 비디오 기술과 더불어 H.261 H.263등의 영상회의 코덱 표준도 지원하고, G.721 G.723 등의 오디오 코덱도 더불어 제공하고, 또한 RTP(Realtime Transfer Protocol)을 지원한다.

### 4 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.

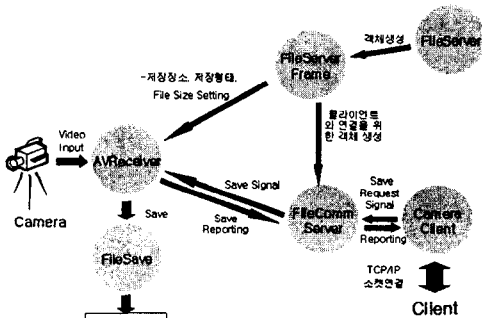


그림 6. 파일 저장 프로세스

먼저 File Server는 File ServerFrame 객체를 생성시켜 TCP/IP 소켓 설정과 영상 파일이 저장될 공간, 저장형태, 파일의 크기를 설정 한다. FileServe-Frame 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 AVReceiver 클래스는 카메라를 통해

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

### 5 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.

## IV. 시스템의 구현 및 테스트

### 1 LegoRIS를 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 이룬 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

### 2 서버 모듈들의 구현

4개의 서버의 모듈들은 분산 환경 지원을 위해 각각 서로 다른 컴퓨터에서 실행시킨다. 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.

### 3 클라이언트 사용자 모듈의 구현

클라이언트 사용자 모듈은 웹으로 접근할 수 있는데,

사용자 인증을 거친 홈페이지와 연동되어 있다. 이 외에 사용자 클라이언트 모듈에서는 디렉토리 검색 서비스를 이용한 영상 재생 프로그램, 영상 전송 오류 시 그래프를 이용한 원격 감시 프로그램 등이 구현되어 있다.

#### 4 테스트

컨베이어 모형은 신발 제조의 세 가지 공정인 성형, 접착, 사정 공정을 각각 하나의 컨베이어 벨트에 축조해 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 반응 하게 된다. 마지막으로 3번 컨베이어인 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 8)은 신발 산업 각 공정에 대한 모형 구조도이다.

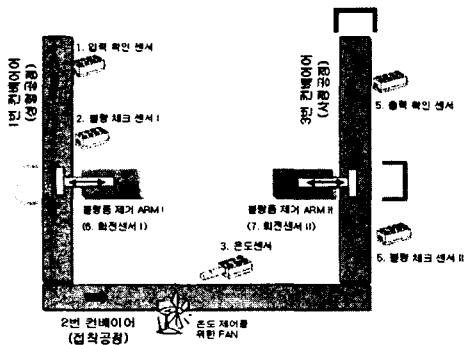


그림 8. 신발 산업 공정에 대한 모형 구조도

#### V. 결론

본 논문에서는 Client/Server기반의 실시간 원격 제어 하고 감시 기술을 신발 산업 공정의 컨베이어에의 적용 해서 공장 자동화 방안을 제시하고 있다.

초고속 통신망에서의 분산 멀티미디어 기술을 사용한 이 자동화 기술은 원격제어 및 모니터링 뿐만 아니라 물류 및 통합 공정 시스템 등 다양한 분야의 기술에 적용을 시킬 수가 있다.

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.

#### 참고 문헌

- [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/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 제9권 1호, 2002.1.
- [12] 이정배 외, "신발산업용 컨베이어를 위한 웹기반 원격 제어 감시 시스템 개발 기술 개발 및 사업화 결과 보고서", 한국기술평가원, 2002.7