

# 실시간 컨베이어 제어를 위한 원격 감시 및 제어 시스템

김삼룡\*, 임인택\*\*

\*경남정보대학 컴퓨터정보과

\*\*부산외국어대학교 컴퓨터공학부

e-mail:ks889r@hengjung.kit.ac.kr

## Remote Monitoring and Control System for Real Time Conveyor Control

\*Sam-Ryong Kim, \*\*In-Taek Lim

\*Computer Information System Subdivision, Kyungnam College  
of information Technology

\*\*Dept of Computer Engineering, Pusan University of Foreign  
Studies

### 요 약

본 논문에서는 I/O 인터페이스 제어 보드와 ISA 인터페이스 제어 보드, 그리고 레고 기반의 프로토타입을 통해 실시간 신발 공정 컨베이어 제어를 위한 원격 감시 및 제어 시스템을 구현하였다. 컨베이어를 실시간으로 제어하기 위하여 작업의 우선권을 사용자가 정할 수 있는 RTLinux를 사용하였으며, RTLinux 기반으로 디바이스 드라이버를 작성하였다. Client/Server 분산환경의 웹을 기반으로 실시간 시스템의 구현 및 테스트를 통해 프로토타입의 작동을 확인한다.

### 1. 서론

디지털 비디오 기술의 발전으로 인하여 원격 상황 감시 시스템을 통하여 원격지의 상황을 직접 관리할 수 있게 되었고, 시스템 장애 발생 시 원격지의 영상 및 음향 신호의 도움으로 신속하게 상황을 판단하는 것이 가능해지고 있다. 또한 각 장치들의 운용 상태 확인, 비정상적인 사건의 상황 정보에 대한 저장 요구가 확산되고 있다. 그러나 이러한 기술이 적용되는 공장 자동화 같은 대규모 공정의 개발에 있어서 구현과 테스트는 시뮬레이터에 그친다는 한계가 있다. 이를 위해 본 논문에서는 신발 공정 컨베이어 구성을 위해 레고와 I/O 인터페이스 제어보드, ISA 인터페이스 제어 보드 그리고 RTLinux를 통해, 실제 모형과 비슷한 신발 공정 컨베이어 프로토타입을 구성하고, 실시간 감시 및 제어를 통해 시뮬레이터에 그치는 대규모 공정에 대해서 정확한 구현과 테스트를 할 수 있도록 제안하고자 한다.

### 2. 적용 시스템 분석

#### 2.1 제품의 제조 공정 분석

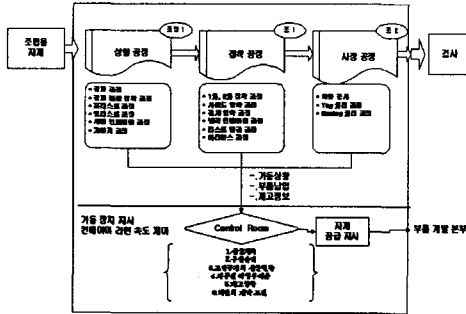
본 논문이 적용하고자 하는 신발 산업의 신발 제조 공정은 제조 대상이나 자재 등에 따라 달라지나 가장 일반적인 공정은 [그림 1]과 같이 성형공정, 접착공정, 사정공정 순으로 이루어진다. 성형공정은 신발의 성형을 담당하는 공정이며, 접착공정은 갑피, 밑창 등의 접착 및 냉각과 압축 및 박음질 공정을 총칭한다. 또한 사정공정은 완성된 신발의 화학약품 처리, 본드 및 게이지 제거, 신발끈 처리, 포장, 패키지 등을 담당하는 공정이다.

본 시스템에서는 웹을 통하여 신발 산업의 각 공정을 원격감시하며, 다음과 같은 세부 동작을 직접 제어 또는 원격 제어하도록 한다.

- 각 공정 컨베이어 벨트의 속도 및 제한 속도 감지 및 유지를 위한 제어
- 원격지 신발 접착을 위한 온도측정 및 온도유지

를 위한 제어

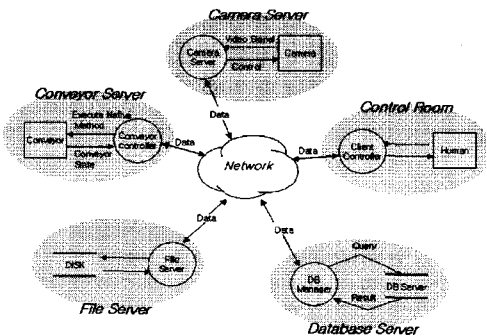
- 각 공정별 불량품 제거
- 각 공정별 불량품 및 완제품 처리 공정 DB화



[그림 1] 신발 제조 공정

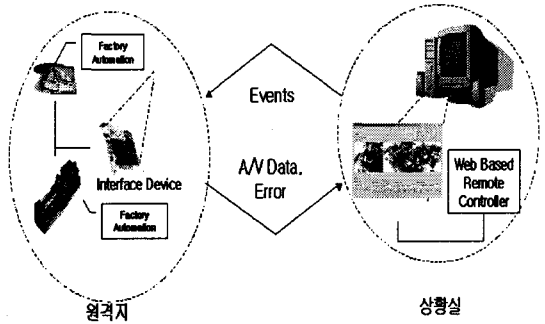
### 2.2 전체 시스템 구성

본 시스템은 [그림 2]와 같이 크게 원격지의 공정을 감시 및 제어 할 수 있는 Control Room과 현장에서 직접 공정을 제어하는 서버 부분으로 나눌 수 있다. 서버 부분은 컨베이어 서버, 카메라 서버, 파일서버, 및 DB 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, 파일서버는 촬영된 영상을 저장해 두었다가 필요할 때 재생할 수 있도록 지원해준다. DB 서버는 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.



[그림 2] 시스템 구성도

[그림 3]은 상황실과 원격지 공장과의 관계를 나타낸 것으로, 그림에서 나타난 바와 같이 상황실에서는 감시 영상을 통해 애플릿 그래픽 인터페이스로 제어신호를 보내고, 원격지의 공장에서는 상황실로부터 받은 신호를 이용하여 인터페이스 장치를 통해 컨베이어를 제어한다. 컨베이어에서 감시한 영상과 각 공정에서 발생하는 문제점들은 다시 상황실 영상과 기타 전달매체로 전달하여 관리자가 쉽게 상황을 판단할 수 있도록 한다.



[그림 3] 상황실과 원격지 공장과의 관계

### 3. 시스템 설계

본 논문에서는 5개의 시스템 구성요소를 각각 별도의 모듈로 설계한다. 이는 카메라 서버, 컨베이어 서버, 파일서버, DB 서버 등이 트래픽 분산과 자료 관리의 효율성을 위해 분산 서버 모델을 따르기 때문이다.

#### 3.1 컨베이어 서버 모듈 설계

컨베이어 서버 모듈을 구동하기 위하여 RTLinux를 사용한다. 원격지 공장의 컨베이어에서 일어나고 있는 모든 현상은 감시부를 통해 클라이언트에 전송되도록 하고, 클라이언트에서 보내져온 제어 신호는 제어부를 통해 각 공정을 제어하도록 한다. 온도 변화에 따른 컨베이어 공정내의 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. 영상전송을 위하여 카메라에서는 USB 포트를 통해서, 컨베이어 서버와는 TCP/IP 소켓 프

로그로 연결한다. IP 정보와 함께 영상화면 요청을 컨베이어 서버로부터 받은 카메라 서버는 입력된 영상을 영상처리 모듈을 통하여 사용자에게 RTP 패킷으로 전송한다. 이러한 상황은 모두 인터넷에서 실시간으로 이루어지므로 웹에서 발생하는 트래픽을 제외하면 지연이 거의 발생하지 않는다.

### 3.3 파일서버 모듈 설계

파일서버 모듈은 원격지 현장에서 일어나고 있는 상황에 대한 영상을 저장시키며, 필요에 따라 영상을 재생할 수 있도록 해 준다. 카메라 서버와 TCP/IP 소켓 설정을 하고, 관리자가 영상파일의 저장을 요청하면 연결된 소켓을 통해 요청 신호를 접수한다. 이때 카메라를 통해 입력받은 영상을 미리 설정해준 값에 따라 파일로 전환한 후, 파일저장소에 저장하게 된다.

### 3.4 DB 서버 설계

DB 서버는 클라이언트의 공정분석을 지원하기 위한 데이터를 처리하는 서버이다. 컨베이어 서버에서 일어나는 상황, 즉 시스템의 시작 및 정지유무, 컨베이어의 속도변화, 불량감지, 불량제거 상황, 상품의 입출력, 온도변화에 따른 팬 동작여부 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 GUI가 필수적이다. 클라이언트 사용자 모듈의 설계 시 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

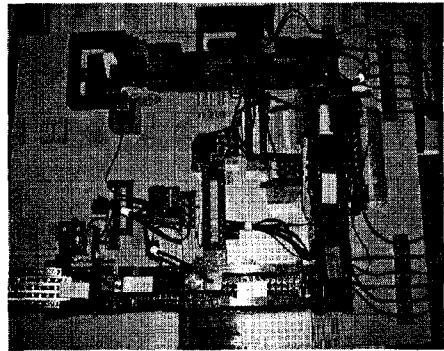
- 각 공정별 원격 영상 감시
- 온도 감시 및 컨베이어 속도 감시 정보
- 원격 컨베이어 제어
- 그래프를 통한 공정 분석
- 명령 및 컨베이어 상황에 대한 로그 관리
- 영상 전송 오류 발생 시 원격지 상황 감시

## 4. 시스템 구현 및 실험

[그림 4]는 본 논문에서 설계한 신발 공장의 모형으로 레고를 이용하여 구현하였다.

### 4.1 서버 모듈들의 구현

서버 모듈들은 분산환경 지원을 위해 각각 서로

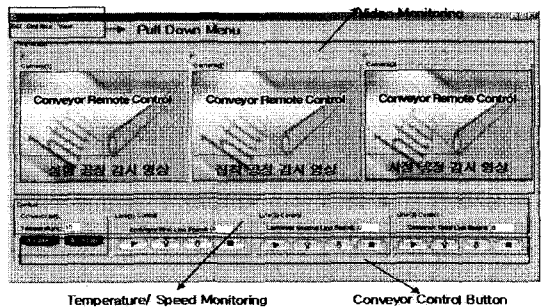


[그림 4] 레고로 제작된 신발 공장 모형

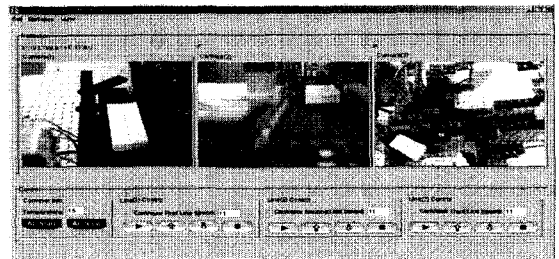
다른 컴퓨터에서 실행시킨다. 각각의 서버 모듈들은 플랫폼의 독립성을 위해 자바 언어로 제작되었으나, 컨베이어 서버 모듈은 자바와 C언어로 구성되어 있다. 이러한 자바와 C의 연동을 위해 JNI를 사용한다.

### 4.2 클라이언트 사용자 모듈의 구현

클라이언트 사용자 모듈은 웹으로 접근할 수 있는데, 사용자 인증을 거친 홈페이지와 연동되어 있다. 클라이언트 사용자 모듈에서는 [그림 5]와 같은 원격지 공장 감시 및 제어를 위한 상황실 GUI와 [그림 6]과 같이 공정 분석 GUI 등이 제공된다.



[그림 5] 상황실 GUI



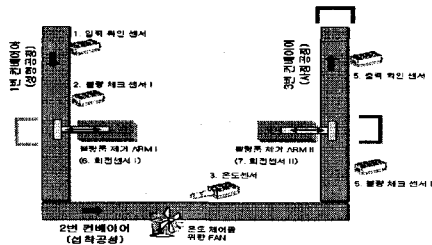
[그림 6] 공정 분석 GUI

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

4.3 테스트

컨베이어 모형은 신발제조의 세 가지 공정을 각각 하나의 컨베이어 벨트에 축소해 놓았다. 모형에 사용되는 센서는 빛 센서, 회전 센서, 및 온도 센서로 이루어져 있으며 동작을 담당하는 액츄에이터는 모터를 사용한다.

성형공정을 담당하는 컨베이어로 Item이 들어오면 입력확인 센서에서 총 투입 Item의 개수를 파악하고 불량 체크 센서를 통해 성형공정에서 발생하는 불량품을 확인한 후 불량품 제거 ARM으로 불량품을 제거한다. 성형공정 컨베이어를 통과한 Item은 집착공정을 담당하는 컨베이어로 이동하게 된다. 집착공정에서는 온도센서를 통해 온도가 너무 많이 올라가게 되면 온도 제어를 위한 팬이 반응하게 된다. 마지막으로 사정공정 컨베이어에서 불량 체크 센서를 통해 불량품을 다시 한번 제거하고 출력 확인 센서를 통해 완제품의 개수를 파악한다. 본 논문에서 구현한 레고 모형에서는 빛 센서를 이용하여 Item의 색상으로 불량체크를 하도록 하였다. [그림 7]은 신발 제조 공정에 대한 모형 구조도를 나타낸 것이다.

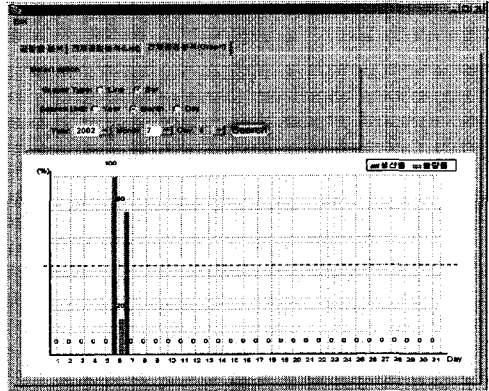


[그림 7] 신발 제조 공정에 대한 모형 구조도

[그림 8]은 원격지 공장 전체 공정의 완제품 및 불량품 개수, 불량품 발생률 등을 그래프 형태로 제공한 것을 나타낸 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 실시간 신발 공정 컨베이어 제어를 위한 원격 감시 및 제어 시스템을 제시하였으며, 레고 기반의 프로토타입을 통하여 구현한 결과를 기술하였다. 제시한 시스템은 대규모 실시간 시스템,



[그림 8] 공정 분석 그래프

원자로, 고온 및 고압 산업현장 등의 극한 작업 환경에서 무인 실시간 원격 제어 및 감시를 위한 시스템으로 적용이 가능할 것으로 보인다. 아울러 분산 처리 환경에서 웹으로 실시간 처리가 가능하기 때문에 인터넷만 연결이 된다면 지구상 어느 곳이라도 감시 및 제어가 가능하다. 또한 공정 제어 분야에서는 공장 운영에 상당한 비용 절감을 기대해 볼 수 있으며, 생산성 향상을 꾀할 수 있을 것으로 기대 된다.

참고문헌

- [1] 이현우, 천영환, *Java Programming Bible for JDK 1.3*, 영진.com, 2001.5.
- [2] Alessandro Rubini. *LINUX Device Drivers*, O'Reilly, 1998.
- [3] Hassan Gomaa. *Software Design Methods for Concurrent and Real-Time Systems*, Addison-Wesley, 1996.
- [4] 정기훈, 김도훈, 박성호, 강순주. "임베디드 실시간 시스템 개발 교육과정", 정보처리학회지 제9권 1호, 2002.1.
- [5] 이정배 외, "신발산업용 컨베이어를 위한 웹기반 원격 제어 감시 시스템 개발 기술개발 및 사업화 결과 보고서", 한국기술평가원, 2002.7