

실시간 영상을 이용한 자동창고시스템의 원격 조작 및 감시

- Remote Control and Monitoring of Automatic Storage and
Retrieval Systems using Real-Time Images -

김 석 호 *

Kim Suk Ho

한 영 근**

Han Young Geun

박 강***

Park Kang

강 경 식**

Kang Kyung Sik

Abstract

Automated manufacturing systems are applied to shop floors as tools for increase of productivity and quality and the decrease of manufacturing lead times and industry accidents. One of the most important issue of the present day is the application of Internet. The development of Internet technologies makes manufacturing enterprises break spacial barriers between users and shop floors, and collect various field data in remote sites. In this research, an Internet-based remote control system for a small-sized automated storage and retrieval system is developed for the purpose of real-time monitoring and control of automatic production equipment. The developed system has a client-server architecture and sends real-time images of the automated storage and retrieval system to clients by an CCD camera connected to a server.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(2000-2-315-00-003-2)지원으로 수행되었음.

* 명지대학교 대학원 산업공학과 석사과정

** 명지대학교 산업시스템공학부 교수

*** 명지대학교 기계공학부 교수

1. 서 론

현재의 제조현장은 무인화, 자동화 추세로 발전되고 있다. 이러한 생산 환경에서는 제조현장의 설비에 대한 지속적인 감시와 조작이 요구되고 있다. 본 연구에서는 나날이 발전하는 컴퓨터 관련 기술과 기존의 자동화 장비를 접목시켜 TCP/IP 기반의 웹 환경에서 자동화 장비의 원격 제어를 구현함으로써, 실시간으로 생산현장을 구성하는 기계에 대한 정보의 획득 및 기계 조작 등 생산에 필요한 제반 활동을 이행하는데 있어서의 문제점들을 해결하고, 원격지 생산현장 및 협력업체의 현장에 대한 통제에 존재하는 한계를 극복하고자 한다.

생산관리나 안전관리의 목적으로 관리 감독자는 생산 현장의 정보를 지속적으로 파악할 수 있어야 하는데, 과거에는 이러한 관리 체계가 계획의 정보를 위주로 진행이 되었고 대부분 감독자의 순회 감시나 전표 등에 의해 현장 관리가 이루어졌기 때문에 생산 현장의 정보를 실시간으로 수집하여 처리할 수 있는 능력이 부족하여 결과 보고의 지연, 생산정보의 부정확, 공정관리 불투명 등의 문제점이 발생하였다 [8].

이러한 문제점을 줄이고 빠르고 정확한 의사결정을 할 목적으로 1980년대 중반부터 일본에서 활용된 기술이 POP(Point of Production; 생산시점정보관리) 시스템이다 [4]. POP 시스템은 직접 제어가 가능한 PLC, CNC, 컨베이어와 로봇 등으로 구성되어 있는 단위 자동화 기기와 생산을 간접적으로 지원하는 설비로부터 직접 정보를 수집하고 관리대상인 작업과 작업자 등 생산현장의 활동상황을 실시간으로 수집한 후 생산정보로 변환하여 보관한다. 생산정보를 관리정보로 변환하고 이를 도식화하여 실시간으로 화면에 표시 및 인쇄해서 관리자가 현 상황에서 최적의 작업지시를 할 수 있도록 도와주는 정보시스템이다.

전형적인 POP시스템은 주로 생산 현장 내에 위치한, 혹은 인접한 거리에 있는 관리 부서와 설비 간의 전용 네트워크를 이용한 정보체계라고 말할 수 있다. 그러나, 미래의 시스템은 PC 성능의 급속한 발전과 인터넷의 확대 보급으로 인하여 고객을 핵심으로 범용 네트워크로 연결되어 전사적 통합의 경영과 기능 중심의 유기적인 조직구조 시스템이 구축될 것으로 예상되고 있다. 따라서, 지역적으로 떨어져 있는 조직간에도 고속으로 현장 정보가 전달될 수 있어야 한다. 이를 위해서는 전세계의 글로벌 통신망과 연결된 투명하고 경제적이며 안전한 서비스를 갖춘 초고속 통신 인터넷이 활발하게 활용이 될 것이다.

또한, POP 시스템의 설계 요구 조건 중 중요한 것은 현장 작업자와 같은 사용자들이 편리하게 사용할 수 있는 사용자 인터페이스 환경이 주어져야 하는데 인터넷이 단순 수치나 문자뿐 아니라 그래픽, 동화상, 음성 등의 멀티미디어 정보를 처리·전달할 수 있는 GUI 환경을 제공해 주기 때문에 인터넷을 기반으로 시스템을 설계하는 것이 적합하고, Client/Server 환경을 기본으로 작동하게 되기 때문에 시스템의 이식성이 우수하다고 할 수 있다.

이러한 개념에 기초하여 WWW, Java 및 Client/Server 기술을 이용하여 PLC로부

터 정보를 인터넷을 통해 제공하여 주는 POP 시스템의 프로토타입에 대한 연구[13]가 국내에서 수행되었는데, 감시 대상은 PLC의 출력 디지털 값이었고 주로 생산 관리 측면에서의 연구에 주안점을 두었다.

가상생산(Virtual Manufacturing)은 생산 현장의 설비들과 그 운영에 따른 사항들을 엄밀하게 모델링하여 구성되는 컴퓨터상의 모델을 통해, 기존 또는 새로운 여러 제조·관리 기술들을 미리 도입하여 가상적으로 생산활동을 사전에 수행해 볼 수 있으므로, 생산활동에서 빈번하게 발생하는 상황변경과 의사결정 시 추가되는 비용과 시간의 낭비를 최소화 할 수 있다. 인터넷상에서 가상공장을 원활하게 운영하기 위하여 접속되어 있는 모든 사용자에게 실시간으로 가상공장의 정보를 전달해 주어야 하며, 한 사용자가 공장의 설비를 조작하거나 운영모듈에 지시를 입력했을 때 그 결과가 바로 반영될 수 있어야 한다. 가상공장 모델을 구축하여 인터넷을 통해 실시간으로 현장 설비의 상태 정보를 받아, 이 정보를 화면상에서 VRML을 이용한 가상환경을 통해 원격지 관리자에게 보여주는 연구[1][3][7][9]가 수행된 바 있으나, 감시 대상은 CNC공작기계였으며 능동적인 카메라 영상을 통한 원격 감시는 아직 적용이 되지 않은 상태이다. 그 밖에 급속조형기를 인터넷을 통해 원격 제어하는 기술에 대한 연구 결과도 있다 [10].

무인자동화에 사용되는 자동생산설비는 각기 다른 구조의 장비와 그 장비를 제어하는 제어기를 가지고 있으며 자동화 설비의 종류와 사양에 따라 제어 방식과 제어기가 다루는 정보의 종류와 생산 설비의 동작형태 또한 상이하다. 본 연구에서는 PLC(Programmable Logic Controller)와 연결된 소형 자동창고 로봇을 대상으로 인터넷 환경 속의 클라이언트에서 실시간 영상을 이용한 원격 조작이 가능한 시스템을 구현하였다. 특히 기존의 연구와 구별되는 점은 자동창고의 실시간 이미지를 인터넷을 통해 전송받아, 화면상의 빈 저장위치를 선택하거나(입고의 경우) 혹은 화면상의 자재가 차 있는 저장위치를 선택하여(출고의 경우) 원하는 입출고 작업의 원격 조작을 할 수 있다는 점이다. 따라서, 원격지에서 저장장소에 대한 데이터 조회 등의 업무를 생략하고 바로 현장에서 눈으로 보이는 대로 작업지시를 내리듯이, 원격지에서도 화면을 보는 상태 그대로 조작할 수 있다.

2. 원격 조작 및 감시 시스템

본 연구에서 제안된 개념과 개발된 시스템을 적용할 test-bed로서 <그림 1>과 같은 파일럿 플랜트를 이용한다. 여기에는 소형 자동창고 로봇과 이의 제어를 위한 PLC, 부품 보관을 위한 3개의 랙이 있다.



<그림 1> 파일럿 플랜트의 전경

2.1 시스템 구성 하드웨어

2.1.1 자동창고

본 연구의 적용대상은 교육용 자동창고로서 자재취급 로봇과 저장랙으로 구성되어 있다. 자재취급 로봇이 창고에 제품을 적재하는 기능을 가지고 있다. 자동창고 로봇은 물체를 잡고 이동하는 로봇 본체와 이를 제어하기 위한 로봇 제어 패널로 구성되어 있다. 로봇 본체의 구성품으로 공압구동기인 실린더와 에어척이 손과 팔 기능을 수행하며, 두 개의 AC 서보모터는 로봇의 회전 및 상하운동 동작을 제어한다.

로봇의 이동위치와 공작물의 유무를 검출하는 각종 센서의 출력과 엔코더 데이터 출력신호는 모두 13개로 PLC의 입력으로 연결되어 제어되며 AC 모터와 공압밸브 제어를 위한 6개의 입력 신호는 PLC의 출력에 연결되어 제어된다. 각 센서로부터 감지된 신호는 로봇제어패널을 통하여 연결된 PLC로 전달되어 PLC 내장된 프로그램에 의해 시퀀스 제어된다. PLC에 전달된 센서의 신호는 PLC에 먼저 입력되어진 내장 프로그램에 의해 처리된 후 자동창고의 제어 명령으로 내려오게 된다.

2.1.2 PLC

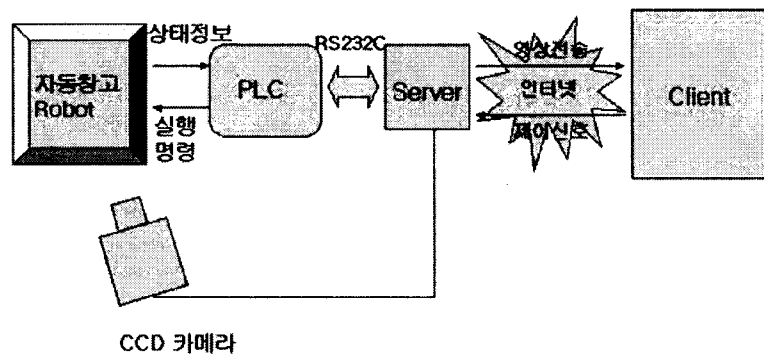
본 연구에 사용된 PLC의 CPU 모듈에 장착된 9pin 커넥터와 25pin 커넥터를 통해 컴퓨터와의 통신이 이루어지는데 9pin 커넥터는 PLC 프로그램을 작성하는 에디팅 프로그램과의 인터페이스에 사용되고 25pin 커넥터는 서버와의 인터페이스에 사용된다.

2.2 시스템의 개발환경 및 구조

본 연구에서는 PC 2대, 소형 자동창고 1대, 창고를 제어하는 PLC 1대, CCD카메라 1대를 사용하였고 개발도구로는 Visual C++6.0과 KGL_WIN소프트웨어를 사용하였다.

파일럿 플랜트의 작업장에 서버 컴퓨터와 연결된 CCD카메라를 설치하고, 카메라로부터 촬영된 영상을 서버 컴퓨터가 인터넷을 통해 클라이언트 컴퓨터에 전송한다. 작업자는 클라이언트 컴퓨터에서 서버에 인터넷을 통해 접속하여, 서버에서 전송하는 영상을 이용하여 작업장의 정보를 파악하고 다음 작업에 대한 제어신호를 서버로 전송한다. 서버는 전송된 제어부호에 의해 자동창고 로봇을 구동시킨다. 로봇의 구동은 다시 카메라를 통해 클라이언트로 보내져 원격 모니터링 부분을 수행한다.

자동창고를 감시, 제어하는 PLC는 RS232 케이블로 PC(Application Server)와 인터페이스되어 있으며 자동창고의 입출고 상태정보 수집 및 감시를 위한 목적으로 카메라를 설치하여 서버에 장착한 Image Grabber Board에 연결하였다. 서버 컴퓨터는 TCP/IP 기반의 인터넷 환경으로 클라이언트 컴퓨터와 연결된다. <그림 2>는 실시간 영상을 이용한 자동창고 원격 조작시스템의 수행 흐름을 보여준다. PLC는 자동창고의 상태정보를 감지하여 RS232케이블을 통해 서버로부터 받아들이는 실행명령을 수행한다. 서버는 인터넷을 통해 카메라로부터 받아들이는 영상을 클라이언트에게 전송하고 클라이언트로부터 받아들이는 제어신호를 RS232케이블을 통해 PLC로 전송한다.



<그림 2> 원격 조작 및 감시 시스템의 구조

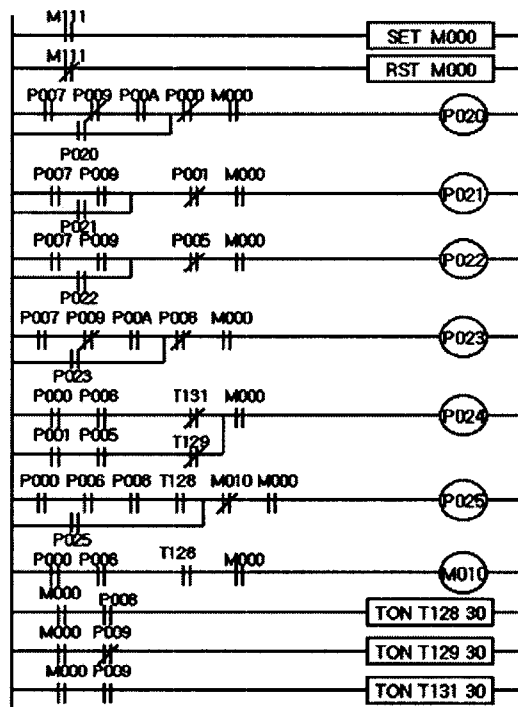
2.3 시스템의 수행 과정

2.3.1 PLC 프로그램

시스템의 구현을 위해서는 우선 PLC프로그램을 작성하여 PLC에 다운로드 시켜야 한다. 본 연구에서는 로봇의 단위 작업별로 세분화하여 각각의 단위작업, 즉 'A-2 입

고', 'B-1 출고' 등의 단위작업으로 나누고 각 단위작업의 수행은 PLC내장 보조릴레이 값을 ON/OFF시킴으로써 이루어지도록 하였다. <그림 3>은 'A-2 입고' 명령 수행을 위한 사다리 논리도인데, 이 명령을 수행하게 될 경우 서버는 클라이언트로부터 받아들이는 메시지로부터 단위 작업의 종류를 파악하고 해당작업인 'A-2 입고'의 PLC 프로그램을 구동시킬 PLC내부 보조릴레이로, 열린 접점의 형태인 M111을 ON하는 명령을 PLC에 전송한다.

PLC는 전송 받은 (M111=1)값에 의해 M000을 1로 SET하게 된다. 여기서 M111의 값에 의해 SET되는 M000은 'A-2입고'에 관련된 프로그램을 구동시키는 역할 - 전기 회로에서 일종의 주전원과 같은 - 을 수행하여 RESET명령인 'M111값을 0으로 하라'는 새로운 명령이 전달되기 전까지 계속 그 값을 1로 유지하여 단위작업 내의 단위 동작을 수행할 수 있도록 한다.



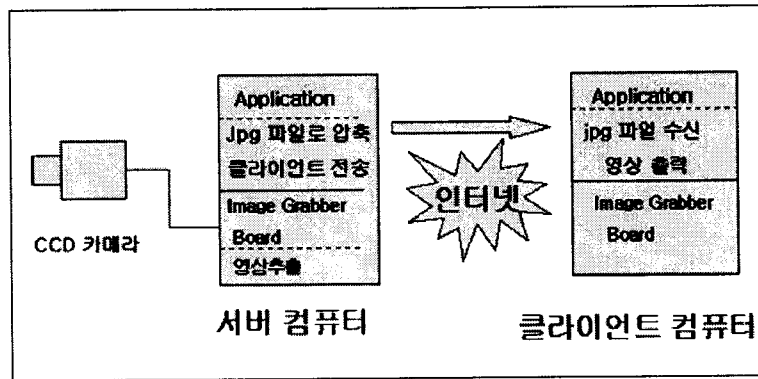
<그림 3> 'A-2 입고'를 위한 사다리 논리도

2.3.2 영상 처리 프로그램

<그림 4>는 영상처리 과정을 보여주는데, 와 같이 Server PC에 장착된 Image Grabber 보드는 카메라를 통해 받아들이는 영상을 jpg형태의 파일로 압축하여 클라이언

트로 전송하고 클라이언트는 전송된 jpg파일을 실시간으로 화면상에 출력한다.

카메라로부터 받아들인 영상을 jpg 파일로 압축하는데는 Matrox Image Library가 제공하는 함수를 사용하였으며 클라이언트에 전송된 jpg파일을 화면상에 출력하는 함수 역시 Matrox Image Library가 제공하는 함수를 사용하였다.



<그림 4> 영상처리 및 화면전송

출력되는 영상은 640*480 사이즈의 크기로 초당 3프레임 정도를 출력한다. 작업자는 클라이언트 컴퓨터의 화면상에 보여지는 자동창고 각 부품 랙의 정보를 한눈에 인식하여 각 랙의 공작물 입출고 의사를 결정한 후, 화면 영상에 첨부된 조작 명령 기능을 실행한다. 클라이언트 컴퓨터는 작업자의 업무수행 명령에 해당하는 메시지를 서버에 전송하고 서버는 해당 제어부호를 PLC로 전송하여 자동창고 로봇의 동작을 구동한다.

PLC와 컴퓨터간의 시리얼 통신 방식은 반 이중방식을 채택하고 제어부호는 Hexa-Decimal Code를 사용하였다. 서버 PC에서 클라이언트 PC로 영상을 보내거나 클라이언트 PC에서 제어판과 영상을 통해 PLC를 제어하기 위한 제어 신호를 보낼 때 클라이언트 프로그램과 서버 프로그램간에 통신이 이루어져야 하는데 이를 위해서 소켓을 필요로 한다. 소켓은 단일시스템 또는 서로 다른 시스템에 존재하는 프로세스간의 통신을 위해 - 메시지를 전달하거나 패킷을 받기 위해 - 끝점 역할을 수행한다. 소켓으로 구성된 클라이언트 프로그램과 서버 프로그램간의 통신의 수행 절차는 다음과 같다.

- (1) 서버는 소켓을 생성하고 클라이언트의 접속을 기다린다.
- (2) 클라이언트는 접속 프로그램을 실행시켜 서버에 접속한다.
- (3) 서버는 클라이언트의 영상 전송 요구를 받아들여 자동창고 시스템의 영상을 클라이언트에 전송한다.
- (4) 클라이언트는 서버에 필요한 요청을 한다.
- (5) 서버는 클라이언트의 요청을 처리하여 PLC로 전송한다.
- (6) PLC는 서버로부터 받아들인 제어 명령을 처리하여 자동창고 로봇을 구동시킨다.

- (7) 서버는 자동 창고 로봇의 움직임을 클라이언트로 전송한다.
- (8) 클라이언트 프로그램이 종료되면 서버는 소켓을 닫는다.

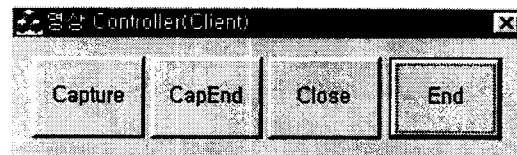
3. 구현 시스템의 수행

3.1 클라이언트 프로그램

3.1.1 영상제어판

클라이언트 프로그램을 실행시키면 <그림 5>의 제어판이 나타난다. 제어판은 4개의 버튼으로 이루어졌는데 각 버튼의 기능은 다음과 같다.

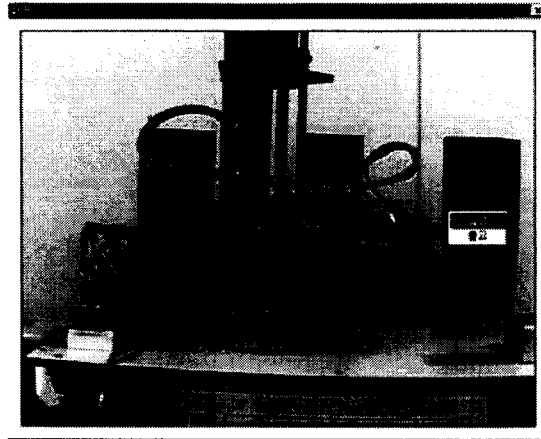
- ① Capture Button: 서버 컴퓨터에 자동창고 시스템의 영상전송을 요청한다. 이때 서버는 실시간으로 자동창고로봇의 움직임과 랙의 상태를 전송한다.
- ② CapEnd Button: 서버 컴퓨터에 영상전송 중지를 요청한다. 이때 화면창 은 정지된 상태로 서버에서 마지막으로 전송한 jpg파일이다.
- ③ Close Button: 화면창을 닫는다.
- ④ End Button: 영상제어판을 닫음과 동시에 서버와의 접속을 종료한다.



<그림 5> 영상 제어판 화면

3.1.2 실시간 영상전송 화면창

<그림 6>은 Capture Button을 클릭 했을 때 서버가 클라이언트에 전송하는 화면창으로 크기는 640*480으로 정해져 있다. 화면에 보이는 3개 랙의 각 층에 마우스를 위치시킨 후 오른쪽 마우스를 클릭하면 ‘입고’ ‘출고’ 메뉴를 가진 팝업창이 나타난다. 이때 작업자는 영상을 통해 즉시 랙의 상태를 체크하고 원하는 메뉴 즉 입고/출고를 선택하여 해당 메뉴를 클릭 한다. 해당 메시지는 마우스 클릭과 동시에 서버로 전송되고 서버는 해당 제어부호를 PLC로 전송한다. PLC는 서버로부터 전송 받은 제어부호에 해당하는 미리 입력된 응용명령을 준비시키고 PLC는 자동창고 로봇의 각 출력 센서 값을 읽어들이어 센서값의 조합에 적합한 출력을 내보내어 자동창고 로봇을 구동시킨다. 로봇의 구동은 다시 카메라를 통해 실시간 영상으로 클라이언트로 전송된다. 로봇의 구동을 확인한 작업자는 다시 영상을 통해 자동창고 시스템의 상태 정보를 시각적으로 확인하고 다음 작업을 수행하는 과정을 반복한다.

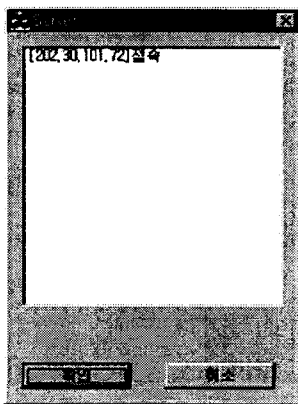


<그림 6> 영상전송 화면창 (입출고 조작 명령)

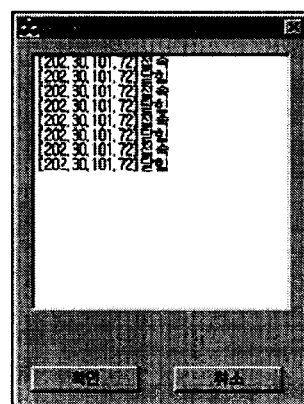
3.2 서버 프로그램

서버 프로그램 실행 시 초기 실행화면으로 '확인', '취소' 두개의 누름 버튼이 있다. 중앙에 위치한 텍스트창은 접속한 클라이언트의 IP 주소와 접속상태 지속 여부를 서버 관리자가 쉽게 알 수 있도록 기록된다.

서버프로그램 실행 초기화면에서 클라이언트가 접속했을 경우 보여지는 화면으로 <그림 7>은 접속컴퓨터, 즉 클라이언트의 IP 주소와 접속 상황을 보여주며 <그림 8>은 클라이언트접속 기록화면으로 서버 프로그램이 실행되어 종료될 때까지의 모든 클라이언트의 접속기록을 남겨 서버 관리자의 클라이언트 관리에 도움을 주기 위한 것이다.



<그림 7> 클라이언트접속 화면



<그림 8> 클라이언트접속 기록화면

3.3 시스템 수행 결과

개발된 시스템을 가지고 몇 가지 실험을 수행하여 보았다. 실험의 내용은 대부분 원래 설계된 동작을 제대로 수행하는가 하는 문제였고, 여기에서 큰 문제점이 발견되지는 않았다. 다만, 클라이언트가 너무 멀리 위치하는 경우(다른 게이트웨이를 사용하는 경우) 속도가 다소 느려진다는 단점은 나타났지만, 일단 클라이언트로부터 단순한 제어명령신호가 전송되면, 그 다음 작업은 서버 측의 PLC프로그램의 수행이므로, 이 부분에서의 속도차이는 크게 문제될 것이 없었다.

본 연구를 수행함에 있어서 개발초기 시스템설계 과정에서 WWW 방식을 고려하지 않은 것은 아니었으나, 실제 제조 현장에서 여러 작업자가 하나의 설비를 공유해서 동시에 각기 다른 형태의 작업을 진행하는 경우는 없다고 판단되어 클라이언트/서버 접속 방식을 사용하였다. 본 연구에서 개발된 시스템의 수행 결과로 자동창고의 정보를 실시간 영상을 통하여 수집하고 처리함과 동시에 자동창고를 제어할 수 있게 하는 등의 원격 조작 및 모니터링의 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 작업자의 업무이행 의사결정에 도움을 주어 신속한 업무 이행이 가능하였다. 다만 통신망의 수준에 따라 영상 처리 시간이 지체되는 점과 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램의 연동을 WWW 형태가 아닌 TCP/IP 프로토콜을 사용하는 점 등이 단점으로 나타났다.

실시간 영상을 이용한 자동화 장비의 원격제어는 PLC에 다운로드한 프로그램에 따라 제어 신호 및 방법이 달라진다. 따라서 PLC 프로그램을 수정 혹은 변경할 때는 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램의 약간의 수정-제어 부호의 수정-만으로도 PLC로 제어되는 다양한 형태의 자동화 설비에 대한 시스템 확장이 용이하다.

4. 결론

본 연구에서는 소형 자동창고를 대상으로 인터넷 환경 하에서 가상기업에서 절실히 요구되는 기능 중의 하나인 현장의 원격 통제 및 감시 기능을 수행할 '실시간 영상을 이용한 원격 제어 시스템'을 구현함으로써 지역적으로 떨어져 있는 기업이나 제조 현장간에 현장의 정보를 얻고 이를 통해 자동화 설비를 원격 조작 및 감시할 수 있는 글로벌 원격 제어의 프로토타입을 제시해 보았다. 이는 기존의 지역적, 독립적인 기능을 수행하던 자동화 장비에 인터넷 기반 기술을 접목시킴으로써 자동화 장비에 대한 활용도를 높이고 작업자, 자동화 설비의 분리를 추구함으로써 위해요소가 존재하여 작업자를 현장에 투입하지 못하는 상황에서도 매우 많은 효과를 거둘 수 있을 것으로 생각된다.

아울러 공작물의 흐름과 각 랙의 정보 등을 데이터베이스와 같은 다른 응용 어플리케이션을 실행하지 않고서도 작업자의 눈으로 직접 파악할 수 있기 때문에 이 프로그램 이외의 다른 어플리케이션의 개발과 도입, 작업자 교육에 따른 경제적 비용과 시간

적 손실의 절감, 제어 컴퓨터 용량의 간소화 등을 이룰 수 있다. 즉, '눈으로 보는 관리' 구현에 그 중점을 두었다.

또 하나, 현재 개발되고 있는 원격감시 시스템이나 가상현실을 이용한 작업지시 시스템들은 현장에 직접적인 작업 또는 행동을 취할 수 없으나 현장에 있는 구동장치에 작업지시를 정확하게 함으로써 가상공간과 현실 공간 사이의 벽을 제거하여 가상공간에서 의도한 바를 현실공간에서 실현할 수 있는 시스템을 구현할 수 있다.

5. 참고문헌

- [1] 공상훈, 한영근, 이교일, "가상기업을 위한 네트워크 기반가상생산시스템에 관한 연구", IE Interfaces, 13권, 4호, pp.639~645, 2000.12.
- [2] 김성훈, 인터넷 기반 POP시스템의 구현, 명지대학교 공학석사학위논문, 1999.
- [3] 박재홍, CORBA를 이용한 인터넷 기반 가상 가공 시스템에 관한 연구, 서울대학교 공학석사학위논문, 2001.
- [4] 야마구치 도시유키, 백영태 역, CIM시대의 POP시스템, 셋길출판사, 1995.
- [5] 이석희, 안중환, 윤중선, 이석, 생산자동화, 북스힐, 1999.
- [6] 이이표, 김병세, Microsoft Visual C++ Bible 6.0, 삼양출판사, 2001.
- [7] 정영수, 인터넷을 이용한 머시닝센터의 모니터링과 원격조작에 관한 연구, 서울대학교 공학석사학위논문, 1999.
- [8] M. P. Groover, 한영근 외 6인 역, 생산 자동화와 CIM, 시그마 프레스, 2002.
- [9] K. I. Lee and S. D. Noh, "Virtual Manufacturing System - a Test-Bed of Engineering Activities", Annals of the CRIP, Vol. 46/1, pp.347~350, 1997.
- [10] R. C. Luo and W. Z. Lee, "Tele-Control of Rapid Prototyping Machine Via Internet for Automated Tele-Manufacturing", Proceedings of International Conference on Robotics & Automation, pp. 2203~2208, 1999.
- [11] [http:// www.ed.co.kr/](http://www.ed.co.kr/)
- [12] [http:// www.lgis.co.kr/](http://www.lgis.co.kr/)

저 자 소 개

- 김석호** : 명지대학교 산업공학과에서 학사와 석사 학위를 취득하였다. 관심분야는 자동생산시스템과 인터넷 응용이다.
- 한영근** : 서울대학교 기계설계학과에서 학사와 석사, Pennsylvania State University 산업공학과에서 박사 학위를 취득하였다. 현재 명지대 산업시스템공학부 부교수로 재직 중이다. 관심분야는 자동생산시스템, Shop Floor Control, 가상생산 등이다.
- 박 강** : 서울대학교 기계설계학과에서 학사와 석사, Pennsylvania State University 산업공학과에서 박사 학위를 취득하였다. 현재 명지대 기계공학부 부교수로 재직 중이다. 관심분야는 Tele-robotics, CAD/CAM 등이다.
- 강경식** : 인하대학교 산업공학과에서 학사와 석사, 경희대학교 경영학과에서 박사 학위를 취득하였다. 현재 명지대 산업시스템공학부 교수로 재직 중이다. 관심분야는 생산계획 및 통제, 품질경영, 시스템안전 등이다.