Proceedings of KFIS Spring Conference 2004 Volume 14, Number 1

지능형 로봇의 제어를 위한 인터넷 기반 가상 실험실 구축

The Internet-Based Virtual Raboratory for Control of Intelligent Robot

조 상균, 소 제윤, 이 종인, 주 영훈
Sang Gyun Jo, Jea Yun So, Jong In Lee, and Young Hoon Joo

군산대학교 전자정보공학부

요 약

현재, 인터넷의 보급이 보편화되고 있다. 그래서 인터넷을 이용할 수 있는 기술과 장비가 개발되고 발전되어 가고 있다. 이러한 시대적 흐름을 공학 연구에서도 잘 이용할 수 있다. 언제 어디서나 인터넷을 쉽게 이용할 수 있다는 장점을 이용하여 수시로 지능형 로봇에 대한 실험과 그 결과를 얻을 수 있다. 뿐만 아니라 다른 실험장비에 대해서도 위와 같은 실험과 결과를 얻을 수 있다. 지능형 로봇은 제어 컴퓨터가 탑재 가능하여 랜 선의 제약을 받지 않는다. 다만 무선 인터넷이 가능한 공간에서만 실험가능하다. 본 논문에서는 지능형 로봇에 탑재한 제어 컴퓨터(클라이언트)와 일반 컴퓨터(서버)구조를 가지며 나중 제어 인터페이스를 구현한다.

1. 서 론

현재, 인터넷이 널리 보급되면서 네트워크 통신이 제어공학에도 많은 영향을 미치게 되었다. 이러한 계기로 공학을 연구하는 사람들 중에는 어떻게 하면 실험 장비와 실험 장소에 구애를 덜 받으면서 실험을 할 수 있을까? 하는 생각을 하는 사람도 생기게 되었고, 이를 위해 인터넷을 이용한 가상실험실이 생겨나게 되었다. 가상실험실은 인터넷상에서 실제 실험실과 같은 기능을 하게 만든 존재하지 않는 실험실이다. 1990년대 초의 인터넷의 보급 확산을 시발점으로 삼아 많은 이론적인 발전과 실제 구현 사례가 발표되었다. Weaver[1[와 Piguet[3]는 자바(java) 프로그래밍 언어를 사용하여 관측 시스템의 상황을 원격지로 전달하고 간단한 명령을 전송하는 시스템을 개발하였다. Leleve[2]는 인터넷을 통해 원격 조작되는 로봇 시스템의 전체적인 모델링을 연구, 이를 모의실험으로 검증 하였고 Young[4]은 인터넷을 통해 실시간으로 원격지의 제어 대상 시스템의 상황을 모니터링 하는 방법을 제안 하였다. 그러나 대부분의 연구 결과는 특정한 응용 분야를 대상으로 구축되어 일반적인 제어 이론의 실험 및 제어 공학 교육에의 활용이 용이치 않았다. 본 논문에서는 여러 제어 플랜트를 설정할 수 있고 그 특정 플랜트를 대상으로 여러 가지 제어 이론 및 퍼지 이론을 실험할 수 있는 환경을 구축한다. 그 중 본 논문에서 주요 제어 플랜트인 지능형 로봇은 이동이 가능하고 제어 컴퓨터가 탑재 가능하고 제어 컴퓨터는 랜 선이 필요 없는 wireless를 이용한다. 실제로 지능형 로봇에 필요한 제어 이론 및 여러 알고리즘(장애물 회피 알고리즘, 주행 알고리즘 등)을 적용하여 지능형 로봇을 제어하는 방법을 제안한다.

2. 가상 실험실 시스템

2.1 가상 실험실 시스템의 네트워크

그림 1은 본 논문에서 사용한 전체 시스템 구성도를 나타낸다. 인터넷에서 사용하는 통신 프로토콜에는 TCP, UDP, FTP, Telnet, HTTP등 여러 가지 방법이 있다. TCP/IP (Trans Control Protocol/Internet Protocol)는 인터넷상에서 가장 널리 사용되는 프로토콜이다. TCP/IP는 그 기반을 IP에 두고 있다. IP는 계층 3의 프로토콜(네트워크 프로토콜)로서 호스트에 대한 주소 체계와 데이터 패킷(데이터 그램)에 대한 라우팅을 담당하고 있다. IP는 데이터 링크에 위치하고 현재 사용되는 IP의 공식적인 버전은 IPv4이다.

TCP는 IP의 상위에 존재하는 접속 기반 전송 프로토콜이다. TCP는 전송된 모든 데이터들이 전송된 순

서대로 목적지 호스트의 애플리케이션 계층에 나타나도록 보장해준다.

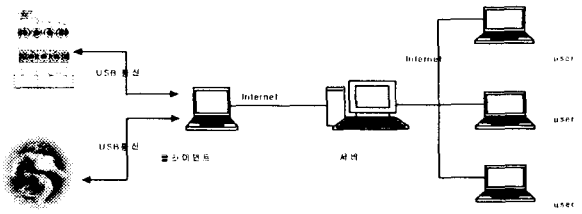

그림 1 전체 시스템 구성도

이 것이 본 논문에서 TCP를 사용하는 가장 큰 이유이다. UDP와 같은 방식은 TCP와는 다르게 지속적인 상태를 보장하지 않을 뿐 아니라, 체크섬과 같은 기본적인 기능 외에는 데이터의 무결성을 위한 기능들을 제공하지 않는다, 더블어 UDP에서는 네트워크의 과부하를 방지하는 기능을 제공하지 않으며 유실되는 패킷이 없이 모든 패킷이 전송되었는가도 보장해주지 않는다.따라서 명령어 전송을 위해서는 TCP방식이 적합하다.

2.3 JAVA를 이용한 서버 프로그램.

JAVA APPLET를 이용한 서버 프로그램은 클라이언트와 통신하기 위한 소켓 통신 부분, 제어 파라미터를 전송하기 위한 전송 부분, 그리고 클라이언트로부터 전송받은 데이터를 표시하고 그래픽으로 처리 하는 부분, 지능형 로봇을 제어하기 위한 명령어를 전송하는 부분으로 나누어진다.

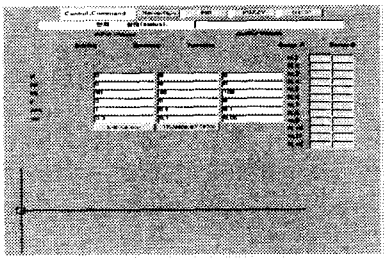

그림 2 Java applet으로 구현한
서버 프로그램

2.3.1소켓 통신(srver socket)

서버 프로그램은 특정 포트로 클라이언트가 접속하기를 계속해서 기다린다.

```
try{
        serverSocket=new ServerSocket(3000);
    textf1.setText("서버 소켓이 생성되었습니다");
}catch(IOException ei){
textf1.setText("서버 소켓 생성 실패");
}catch(NullPointerException ne){
textf1.setText("Nullpointerexception error");
}
try{
textf1.setText("클라이언트 접속 대기중");
        while(true){
Socket newSocket=serverSocket.accept();
 input=newDataInputStream(new
BufferedInputStream(newSocket.getInputStream())
);
output=newOutputStreamWriter(new
BufferedOutputStream(newSocket.getOutputStrea
m()));
textf1.setText("클라이언트가 접속했습니다")
output.write(re);
output.flush();
}}catch(IOException et){
textf1.setText("클라이언트를 기다립니다");
}catch(NullPointerException ie){
textf1.setText("NullPointerException Error");
}
```

serverSocket.accept(); 함수는 client가 접속할 때까지 program을 멈추겠다는 의도이다. java에서는 이렇게 program을 잠시 멈추는 것을 보고 block 혹은 blocking이라는 단어를 주로 사용한다. 이때 server는 client의 접속을 실제로 기다린다.

2.3.2파라미터 송신 및 데이터 수신

파라미터 송신은 지능형 로봇의 제어를 필요한 각종 파라미터 값을 송신한다. 새로운 제어 이득으로 로봇을 제어하기 위해서 사용자는 자신이 개발한 제어 이득을 파라미터 송신을 통하여 플랜트 제어 응용 프로그램에 제어 이득을 전달하고 이 파라미터들로 실제 로봇의 움직임이나 시스템의 결과를 확인할 수 있다. 로봇의 움직임이나 시스템의 결과는 플랜트 제어 응용 프로그램에서 얻은 데이터 값을 수신함으로써 알 수 있다.

2.3.3 수신된 데이터의 그래픽 처리

센서를 이용한 지능형 로봇의 주행 알고리즘 에서 수신된 데이터를 이용하여 로봇과 장애물이나 벽면과의 거리를 실시간으로 그래프로 나타낼 수 있다. 또한 로봇의 진행 방향이나 알고리즘이 잘 적용되는지도 확인 할 수 있다.

2.4 플랜트 제어를 위한 응용프로그램(VC++)

플랜트 제어 응용 프로그램 지능형 로봇을 제어하기 위한 기본적인 명령을 제어하는 부분, 센서를 테스트하고 센서의 값을 읽는 부분, 지능형 로봇의

영상을 캡쳐하는 부분, 서버에 접속하기위한 소켓 통신 부분, 그리고 서버로부터 수신된 파라미터를 나타내는 부분으로 나누어진다.

2.4.1 화상 캠을 이용한 영상 캡쳐

MFC에서 지원하는 vfw(vidoe for window)를 이용하여 초당 20 frame의 속도로 화면을 캡쳐할 수 있다. 영상을 이용하여 로봇의 시야나 로봇이 처한 환경을 알 수 있다. .

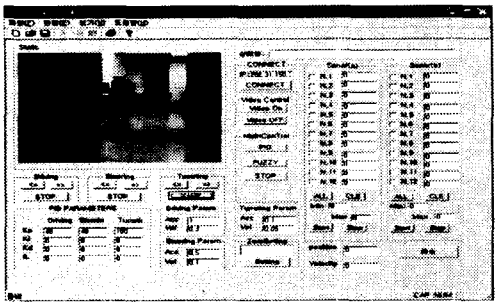

그림 3 플랜트 제어 응용 프로그램

2.4.2 클라이언트 소켓 통신

클라이언트는 서버가 열어 놓은 특정 포트로의 소켓 통신을 한다. 이을 위해서 클라이언트 소켓이 필요하다.

```
lstrcpy((LPSTR)temp,(LPSTR)m_strip.operator
const char*());
m_pClientSocket->Create();
m_pClientSocket->Connect(temp,3000);
```

클라이언트 소켓은 ip주소와 포트를 설정하여 서버에 접속할 준비를 한다.

2.4.3기본적인 명령 수행

제어 플랜트는 hanuri-rs 이동 로봇으로 기본적인 동작은 PID제어를 이용한 DRIVING, STEERING TUREET등으로 로봇이 전진하거 후진 또는 움직이면서 방향을 전환할 수 있다. 또한 로봇의 시야를 넓힐 수 있는 회전도 할 수 있다.

2.4.4 센서 데이터

지능형 로봇에 부착된 센서를 테스트하고, 센서를 이용한 알고리즘 적용 시 센서와 장애물이나 벽면과의 거리를 나타낸다. 여기에서 읽어 들인 센서 값은 사용자가 볼 수 있도록 서버 쪽으로 전송된다.

2.4.5 제어에 필요한 파라미터 값 수신

사용자에 의해 서버로부터 전송된 제어 파라미터 값을 수신하고 나타내며 로봇에 적용되는 여러 가지 제어 이론이나 퍼지 제어에 이용된다. 사용자는 이 파라미터 값을 변경하여 새로운 제어 이득의 우수성을 실험할 수 있다.

2.4.6 사용자가 도입한 여러 가지의 제어 기법 실행

사용자가 지능형 로봇에 적용시키는 여러 가지 제어 이론 및 퍼지 제어 대한 명령을 수행한다. 본 논문에서는 PID제어 이론과 퍼지 주행 알고리즘을 실행한다.

2.5 제어 플랜트의 구조

지능형 로봇은 동기식 바퀴를 이용한 이동 가능한 로봇이다. 그리고 화상 카메라를 이용하여 전방의 영상을 볼 수 있으며, 24개의 초음파 센서를 이용하여 장애물 회피 및 주행 알고리즘 구현이 가능하다.

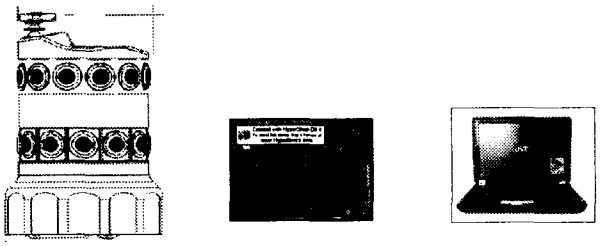

그림 4 플랜트 시스템 구성도

2.6 보안 인증

원격제어 프로그램을 구현하기 위해 사용된 자바 언어의 애플릿은 자체의 높은 접근성으로 인하여 다음과 같은 보안 제한을 받는다.

1) 애플릿은 로컬 컴퓨터의 디스크를 읽거나 쓸 수 없다.

2)애플릿은 원래 자신이 위치한 컴퓨터 외의 다른 컴퓨터와 네트워크 연결이 불가능하다.

3)애플릿은 로컬 컴퓨터에서 프로그램 실행이 불가능하다.

4)애플릿은 로컬 컴퓨터에서 공유 라이브러리를 호출할 수 없다.

본 연구에서 개발된 가상 실험실은 애플릿 프로그램을 이용한 소켓통신을 수행하므로, 위의 두 번째 보안 정책에 의해서 제안을 받아 구현이 난해하다. 그러나 본 연구에서는 인증 애플릿을 이용하여 이 문제를 해결하였다. 인증 애플릿은 정책 파일과 서명을 함께 애플릿과 제시함으로써 보안 인증을 받는 방법이다. 정책 파일은(policy file) 정책 파일

과 함께 실행되는 모든 애플릿이나 애플리케이션에 서명이 필요하도록 정의되어 질 수 있다. 서명은 애플릿이나 애플리케이션이 신뢰성 있는 소스이고 정책 파일에서 허가된 권한을 가지고 실행되는 것을 신뢰할 수 있다고 확인하는 방법이다. 인증된 애플릿이 실행되기 위해서는 최종사용자의 허가가 있어야한다. 다음 그림은 허가를 받기 위한 보안 경고 메시지이다. 신뢰성 **있**는 인증을 받기 위해서는 국제 인증기관에 인증허가를 받아야한다.

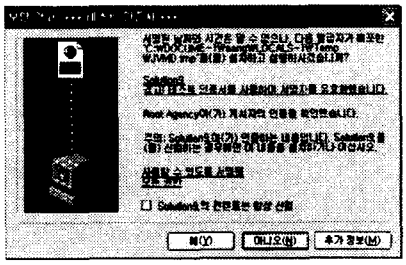

그림 5.보안 인증 그림

3.가상 실험실 구축

본 연구는 지능형 로봇을 가상 실험실에서 활용 가능한 실험 장치로 도입하였다. 지능형 로봇 PID 제어 기법과 퍼지를 이용한 벽면 주행을 기본적으로 제공한다. 가상 실험실의 사용자는 새롭게 개발된 제어이득을 입력함으로써 자신이 개발된 제어이론을 실험을 통해서 평가할 수 있다. 서버는 일반적인 웹 서버를 이용하였다. 다음은 가상 실험실의 플랜트 선택 페이지이다

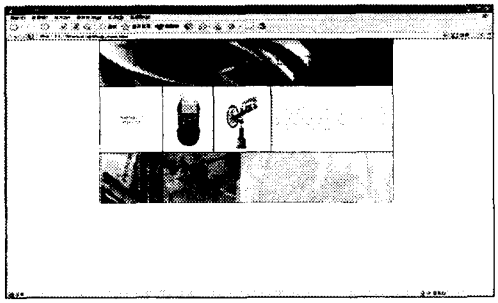

그림 6 플랜트 선택 페이지

지능형 로봇만이 아닌 다른 플랜트도 제어 할 수 있다. 둘 중 원하는 실험 장비를 택하여 사용자가 원하는 실험을 할 수 있다. 지능형 로봇은 PID 제어와 퍼지 제어방식을 두 가지 애플릿으로 제공하여, 웹을 통하여 제어 방법을 선택할 수이다.

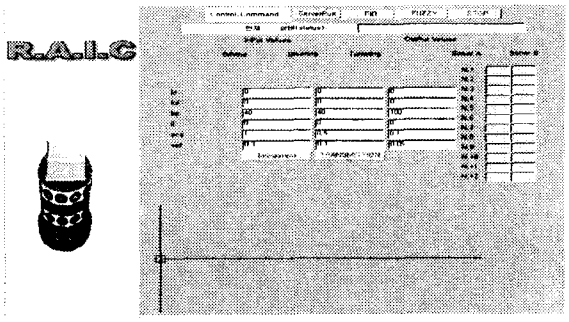

그림 7 서버 응용 프로그램 페이지

4.결 론

본 논문에서는 지능형 로봇을 위한 가상 실험실을 구축하였다. 또한 PID제어 및 퍼지 제어를 이용하여 지능형 로봇의 주행을 수행하였다. 향후 과제로는 여러 플랜트를 제어하기 위한 실험실을 구축하며 지능형 로봇으로부터 전송되는 영상을 원격지에서도 볼 수 있도록 하여 로봇의 상황을 좀 더 잘 알 수 있도록 할 것이며, 지능형 로봇의 여러 알고리즘을 개발할 것이다.

참 고 문 헌

[1] A. C. Weaver, "Monitoring and Control Using the Internet and Java", Industrial Electronics Society, IECON., Vol. 3, pp. 1152-1158, 1999.

[2] A. Leleve, P. Fraisse, P. Dauchez, and PF. Pierrot, "Modeling and Simulation of Robotic Tasks Teleoperated through the Internet," IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics, pp. 299-304, 1999.

[3] Y. Piguet and D. Gillet, "Java-based Remote Experimentation for Control Algorithms Proto- typing," American Control Conference, Vol. 2, pp. 1465-1469, 1999.

[4] C. P. Young, W. L. Juang, and M. J. Devaney, "Real-time Intranet Controlled Virtual Instrument Multiple-circuit Power Monitoring," Instrumenta- tion and Measurement Technology Conference, Vol. 2, pp. 673 -677, 1999.

[5] 주영훈, 김문환, 이호재, 박진배 "인터넷 기반 가상 실험실" 한국 퍼지 및 지능시스템 학회 2003,vol 13, No 4,pp 448~454