

VR을 이용한 인터넷 기반 원격 제어 시스템

차주현*, 이순길**, 전희연***

Internet-Based Remote Control System Using Virtual Reality

Cha, J.H.*, Lee, S.G.** and Jeoun, H.Y.***

ABSTRACT

This paper presents new type remote home automation that can control and manage bi-directionally and efficiently home appliances and home security systems in home through Internet. The system is used virtual reality technology to construct very easy user interface and used Internet as network for remote control. Here, the user interface is 3D GUI which gives user feeling to be at his home on web-browser, and also shows him present state of control objects at home. This system has been implemented on the basis of Java and VRML. In this paper we propose the internet-based remote control system, and show usefulness of the suggested system by applying to home automation system.

Key words : Remote Control, Internet-Enabled Engineering, Virtual Reality, Home Appliances, Home Security, VRML, Java

1. 서 론

최근 20년간 실질 소득의 증가와 풍요로운 삶의 추구를 위한 소비자의 구매 욕구가 늘어남에 따라 가전기기 및 방법, 방재에 관련한 다양한 전자기기들이 일반 가정에 폭 넓게 사용되고 있으며, 그 사용 종류에 있어서도 계속 증가하고 있는 추세이다. 또한 국민소득의 증가와 더불어 여행이나 사업상 주택을 비우는 일이 빈번해졌으며, 여성의 사회활동 참여가 눈에 띄게 증가하고 있다. 이와 더불어 가정에 설치되어 있는 수많은 가전기기나 방법, 방재 시스템을 효율적이고 안전하게 관리하는 것이 필요한 실정이다.

현재 가전기기과 통신망을 이용한 제품기술은 초기단계에 지나지 않는다. 기존의 가전기기 중 통신망과 관련된 기술은 외부에서 전화를 걸어 가정의 가전기기를 제어하는 수준에 머물러 있는 실정이다. 이와 같은 원격관리는 단방향 제어이므로 제어대상이 정확하게 제어되었는지에 대한 확인이 불가능하

며, 전화기 버튼에 의한 오동작과 적용대상 및 작동이 한정되어있는 문제점 등이 있다. 또한 핵심이 되어야 할 소프트웨어 기술면에서는 가전기기과 통신망을 연결할 때 발생하는 통신망의 부하 증가에 따른 프로토콜 설정 문제 및 표준화가 현재 이루어지고 있지 않다.

한편 표준화 작업이 진행되고 있는 인터넷 기술은 이미 일반화되어 원하는 사람이면 누구나 어디에서든지 손쉽게 사용할 수 있는 편리한 필수도구가 되었다. 인터넷 사용자는 인터넷을 통하여 지리적, 공간적 제약을 뛰어넘어 원하는 자료나 구매하고자 하는 제품을 손쉽게 손에 넣을 수 있게 되었다¹⁾.

이와 같은 견지에서 본 연구는 원격지에서 인터넷을 통하여 가정에 설치되어 있는 가전기기나 방법, 방재 시스템을 양방향(Bi-directional)으로 효율적으로 제어, 관리할 수 있는 새로운 형태의 원격관리 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 본 논문에서는 원격제어를 위한 통신망으로 인터넷을 이용하고 원격관리를 위한 사용자 인터페이스로 가상현실(Virtual Reality) 기술을²⁾ 이용함으로써 제어대상인 에어컨이나, VTR, 조명 등의 양방향 동작 제어가 가능한 인터넷 기반 원격관리 시스템을

*정회원, KIST CAD/CAM연구센터
**경희대학교 기계·산업시스템공학부
***KIST CAD/CAM 연구센터

제안하고, 이를 홈 오토메이션에 적용함으로써 본 시스템의 유용성 확인 및 시스템 구현 방법에 대하여 상세히 보고하고자 한다.

2. 시스템 구성

2.1 인터넷 기반 원격관리 시스템

Fig. 1은 본 연구에서 제안한 VR을 이용한 인터넷 기반 원격 홈 오토메이션 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 본 시스템은 사용자 인터페이스인 클라이언트, 데이터의 변화를 수시로 관찰하는 서버, 클라이언트부의 동작명령을 제어대상인 가전기기 등에 전달하는 제이기 등 크게 3개의 서브 시스템으로 구성된다.

본 시스템은 가상현실 모델링에 의해 생성된 가상의 제어대상(Virtual Control Object)과 지역적으로 멀리 떨어져 있는 실제의 제어대상(Physical Control Object) 간을 인터넷 망을 이용하여 양방향 동작제어가 가능한 원격관리 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.

즉 원격지에 있는 사용자가 Netscape, Explorer와 같은 웹 브라우저를 통하여 주택의 가상현실 모델을 VRML(Virtual Reality Modeling Language) 파일로 다운로드 받은 후, 이 가상현실 GUI 조작에 의해 실제 주택에 존재하는 제어대상인 가전기기나 방배, 방배 시스템을 관리하는 시스템이다. 이때 여러 사람이 하나의 대상을 동시에 제어하는 경우에도 서버부를 통하여 자동으로 동기화되며, 실제 제어대상에 대한 현재의 상태(Present State)를 항상 원격지의 가상의 제어대상에 보내는 양방향 동작제어를 하도록 구성된다.

따라서 본 시스템을 요약, 정리하면 다음과 같은 6가지 특징을 지니고 있다.

- (1) 웹 브라우저에 의한 손쉬운 접속

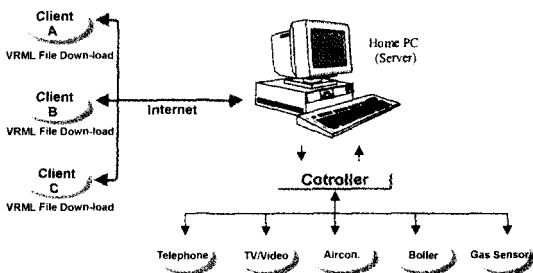


Fig. 1. Internet-based remote home automation using virtual reality.

- (2) 3차원 가상현실 GUI에 의한 신뢰성 있는 동작 제어 및 모니터링

- (3) 양방향 제어 및 모니터링

- (4) 다중접속의 동기화(Synchronizing) 기능

- (5) 가전기기의 객체지향 라이브러리화

- (6) 가전기기 및 방배, 방배 시스템의 표준화 (Plug & Play 기능 부여)

2.2 클라이언트

클라이언트는 원격지의 사용자가 서버에 접근하였을 때 실제적으로 그 가정에 들어온 듯한 가상체험을 만들어주며, 이러한 가상현실 GUI를 통하여 가전기기 등의 작동 메시지를 가정에 있는 홈 PC의 서버로 전달하기 위한 클라이언트 프로그램이다. 본 시스템의 클라이언트는 본 연구의 시나리오를 만족하기 위해 다음과 같은 기능을 가지고 있다.

즉 사용자의 일반적인 웹 브라우저 사용에 의해 세계 어느 곳에서나 자신의 홈 PC에 접속하여 실행할 수 있는 기능을 가지고 있으며, 또한 사용자의 편리한 인터페이스 환경 제사를 위해 3차원 가상현실 GUI 기능을 제공하며, 가정의 모든 가전기기의 현재 상태를 3차원 그래픽으로 실시간에 가깝게 관찰할 수 있는 기능 등을 포함하고 있다.

본 연구에서는 이러한 세가지 기능을 만족시키기 위해서, 인터넷 표준인 자바언어로 구현한 애플릿(Applet)과 3차원 가상환경을 제공하는 VRML Scene으로 클라이언트부를 구현한다^{2,5,11} 이에 대한 구현 방법에 대해서는 다음 장에서 상세히 설명한다.

2.3 서버

서버는 가상현실 클라이언트부를 통하여 전달받은 메시지를 실제 가전기기를 제어하는 제어기에 전달하는 홈 PC에 존재하는 프로그램이다. 본 연구에서 서버는 다음과 같은 세가지 기능을 가지고 있다.

먼저 본 시스템의 서버는 인터넷 상에서 자신의 고유 IP 주소를 갖는 웹 서버로서의 기능을 가지고 있다. 현재로서는 개인의 PC가 웹 서버로서 역할을 갖추는 것이 곤란하기 때문에, 개발의 편의상 홈 PC가 웹 서버로서 역할을 수행하도록 하기 위해 Windows NT 서버들 개발환경으로 채용하고 있다. 하지만 장래에는 웹 서버를 홈 PC와 분리시켜 이를 전문적인 웹 서버 관리회사가 관장하도록 하고, 홈 PC는 관리회사와 메시지 교환을 통하여 실행할 수 있도록 할 예정이다.

또한 본 서버는 자바언어의 멀티 스레딩(Multith-

reading) 기능을 이용하여 다중 접속자 처리 기능을 수행하며, 여러 클라이언트 애플릿과 메시지 교환을 위하여 서버 어플리케이션 또한 자바 언어로 구현된다. 또 하나의 서버의 주요기능으로는 제어기와 메시지를 교환하는 기능이다. 서버에서 사용하는 자바 언어는 시스템 보안상 하드웨어에 직접적으로 접근하는 것을 금하고 있기 때문에, 본 연구에서는 C 언어로 작성된 동적 라이브러리를 호출하는 방법을 사용한다.

2.4 제어기

제어기는 전술한 서버로부터 제어명령을 받아 실제의 가전기기 및 방법, 방재 시스템을 제어한다. 마이크로 프로세서와 주변 메모리는 가정내의 가전 시스템을 위한 버스 시스템을 통하여 가전기기과 통신 기기들을 연결하며 그 유연성과 확장성이 용이하도록 구성되었다. Fig. 2는 원격 제어기의 개념적인 연결 상태와 모식도이다. 그림에서 보여주듯이 다양한 네트워크 인터페이스를 통하여 주고받는 가상현실 정보와 원격제어를 위한 제어시스템이 본 연구가 지향하는 방향이다.

3. 시스템 구현 방법

본 시스템은 인터넷 상의 여러 최신 기술과 이를 기존의 제어기와 결합시킴으로써 그 효용 가치를 극대화할 수 있다. 시스템 구현을 위한 핵심기술로는, 제어대상인 가전기기 및 방법, 방재 시스템의 클래스화 작업, 각 클래스의 인터넷 통신 설정, VRML을 사용한 3차원 GUI, 클라이언트의 자바 애플릿과 VRML Scene의 결합, 제어기 개발, 제어기와 자바 서버 어플리케이션과의 통신설정 등이 있다. 본 논문에서는 인터넷 통신을 위한 클라이언트/서버의 구현 및 제어기의 구현, 시스템 간의 인터페이스 방법 등에 대해서만 상세히 보고하기로 한다.

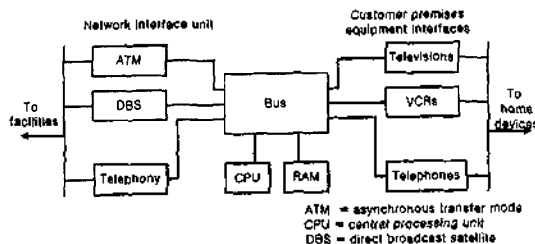


Fig. 2. Outline of remote controller.

3.1 제어대상의 클래스화

클라이언트/서버를 구현하기 위해서는 먼저 제어하고자 하는 대상의 클래스화 작업이 필요하다. 각 클래스들은 제어하고자 하는 속성(예를 들어 On-Off 등)과 제어기 작동을 위한 메소드(Method)로 구성된다. 또한 클라이언트의 요구사항에 대한 서버의 반응은 클래스 인스턴스(Instance) 속성 값의 변화에 의해 제어기로 전달되며, 동시에 다른 클라이언트와의 동기화도 수행하게 된다. 즉 제어에 관한 모든 정보는 서버에 존재하는 제어대상의 클래스 인스턴스 속성에 포함되어 있다.

Fig. 3은 실제 가정의 가전기기 및 방법, 방재 시스템을 기능별, 종류별로 나누어 클래스 계층화시킨 것이다. 이러한 클래스화는 객체지향 언어인 자바에 의해 작성되므로, 객체지향의 장점인 시스템의 확장성, 유연성, 코드의 재사용 등을 그대로 살릴 수 있다¹⁶⁾.

3.2 클라이언트/서버의 구현

본 시스템의 인터넷 통신 부분은 클라이언트/서버 모델의 소켓 통신을 사용하여 구축하였으며, 이러한 소켓 통신은 자바 언어의 Java.net 패키지의 Socket 클래스와 ServerSocket 클래스로부터 상속을 받아서 실현한다^{17,18)}.

전술한 바와 같이 서버는 다중 접속자를 처리할 수 있어야 한다. 이러한 기능은 자바 언어의 Thread 클래스로부터 상속을 받은 Data Input Thread 클래스와 Data Output Thread 클래스를 정의하여 구현하였으며, 각각의 클래스들은 한 클라이언트 접속 시에 각각 하나씩 인스턴스화되어 각 클라이언트를 다루도록 설계되었다.

클라이언트는 지속적인 서버의 변화를 지켜볼 수

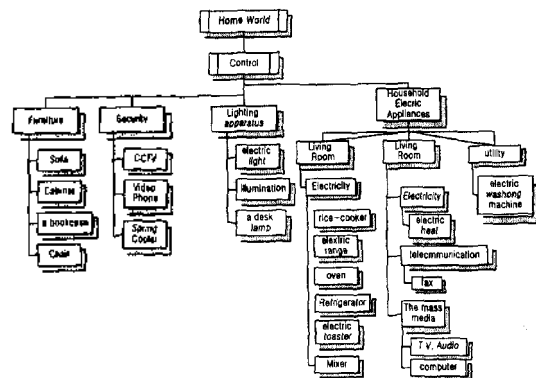


Fig. 3. Fig. 3 Class hierarchy of home facilities.

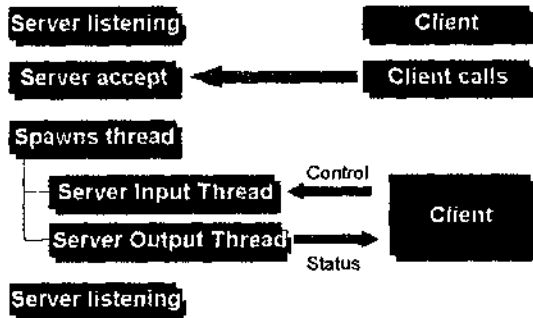


Fig. 4. Data flow between client and server.

있어야 하므로, 이러한 지속적인 변화를 관찰, 표현하기 위해 implements Thread를 수행한다. Thread 클래스로부터 상속받지 않고 implements 예약어를 사용하는 이유는 자바가 다중 상속을 지원하지 않기 때문이다. Fig. 4는 이와 같은 클라이언트와 서버 간의 데이터의 흐름을 나타낸 것이다.

한편 클라이언트의 사용자 인터페이스는 일반적인 2차원의 아이콘 GUI보다 더욱 공간적 현실감을 느끼게 하는 3차원 가상현실 환경을 사용자에게 제시한다. 3차원 가상현실 모델은 3D StudioMaxTM에 의해 작성되며, 작성된 모델은 플러그인(Plug-in) 프로그램인 "3DStudio Max VRML Exporter"에 의해 VRML 파일을 얻어낸다.

본 연구에서는 클라이언트의 3차원 가시화를 위해 VRML Scene을 사용하며, SGI(Silicon Graphics Inc.)의 CosmoPlayerTM를 VRML 브라우저로 채택하여 웹 브라우저에 플러그인하여 사용한다.

3.3 제어기 구현

Fig. 5는 원격 제어를 기능부의 블록 다이어그램으로 도시한 것이다. 가전기기와의 인터페이스는 전원선 혹은 트위스트 페어의 신호선에 의한 제어 명령 및 정보가 전달되도록 구성되며, 이 인터페이스를 통해 전달된 신호는 제어 채널 및 데이터 채널로 분리되어 제어기에 의해 처리된다.

제어기의 ROM은 기본통신 인터페이스 루틴 및 제어기를 관리하는 프로그램이 저장되어 있으며, 부가적으로 플래시 메모리에 의해 네트워크를 통해 전달되는 가변하는 프로그램에 의해 제어기 로직을 변경시키거나 제어기능의 업그레이드 또는 제어 프로그램의 일부 변경이 가능하도록 구성되어 있다.

내부 RAM은 제어 변수나 상태 변수, 그리고 통신에 필요한 데이터를 저장한다. 네트워크와의 연결 채널은 시리얼, ISDN, 이더넷 및 전화선 등과 같이

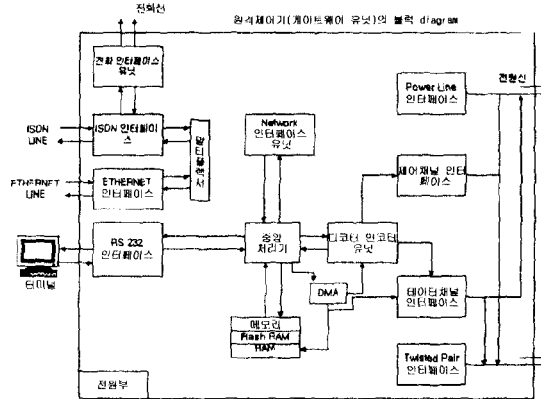


Fig. 5. System architecture of remote controller.

다양하게 구성할 수 있으며 그 채널의 설정은 통신 멀티플렉서를 통하여 결정하는 것을 원칙으로 하였다. 또한 가정 내에서의 모니터링을 위하여 터미널 또는 모니터 장치의 부착이 가능하도록 구성된다.

3.4 시스템 인터페이스

3.4.1 자바 애플릿과 VRML Scene의 결합

자바 애플릿과 VRML Scene을 HTML한 문서 상에서 제어해야 하므로 외부 환경과의 인터페이스를 제공해 주는 패키지가 필요하다. 이를 위해 본 시스템에서는 SGI의 EAI(External Authoring Interface)³⁾를 사용하여 자바와 VRML을 연결한다. Fig. 6은 자바 애플릿, VRML, EAI와의 관계를 나타낸 것이다.

3.4.2 서버 애플릿과 제어기 통신

서버의 제어명령은 홈 PC의 시리얼 포트에 의해 제어기로 전달된다. 그러나 자바 자체가 하드웨어를 직접 다룰 수 있는 함수를 제공하지 않기 때문에, 현재로서는 서버에서 제어명령을 직접 제어기에 전달하는 것은 곤란하나.

다행히, 자바 언어는 C코드와의 호환성을 만들어 주는 Native Method 호출기능을 가지고 있어, 기존의

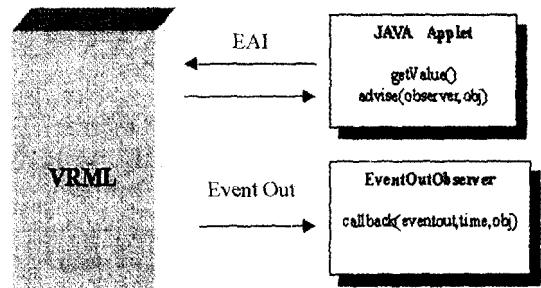


Fig. 6. Relation of Java applet, VRML and EAI.

C로 작성된 코드를 자바 형태의 DLL(Dynamic Link Library)로 구축하여 이를 자바 서버 코드에서 호출하면 C코드 내의 함수를 사용할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 시리얼 포트 제어함수를 자바 형태의 DLL로 구축한 Solutions Consulting사의 SerialPort 라이브러리를 사용하여, 자바로 작성된 서버 어플리케이션의 메소드로 호출하는 방식으로 제어명령을 제어기에 전달하도록 구현하였다.

4. 시스템 개발 사례

앞에서 설명한 바와 같이 본 연구는 원격지에서 인터넷을 통하여 가정에 설치되어 있는 가전기구나 방법, 방재 시스템을 양방향으로 효율적으로 제어, 관리할 수 있는 새로운 형태의 원격관리 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 장에서는 하나의 응용사례로 홈 오토메이션에 적용해봄으로써 본 시스템의 유용성을 확인해본다.

본 연구에서는 실제의 주택과 가전기구는 3D StudioMax에 의하여 3차원 가상주택이나 가상가전으로 모델링된다. Fig. 7은 실제 에어컨을 3차원 가상 모델링하는 장면으로, 가정에 존재하는 모든 제어대상들은 이와 같은 방법으로 모델링되어 서버에 저장된 후 관리된다.

원격지의 사용자가 인터넷 웹 브라우저를 사용하여 가정의 홈 PC에 접속하면, 홈 PC의 서버로부터 3차원 가상주택의 VRML 파일이 다운로드(Download)되어, 사용자의 웹 브라우저에 Fig. 8과 같은 3차원 가상주택이 가시화된다.

사용자는 마우스를 이용하여 가상의 주택공간에서 원하는 장소로 이동하거나 가전기구를 직접 제어할

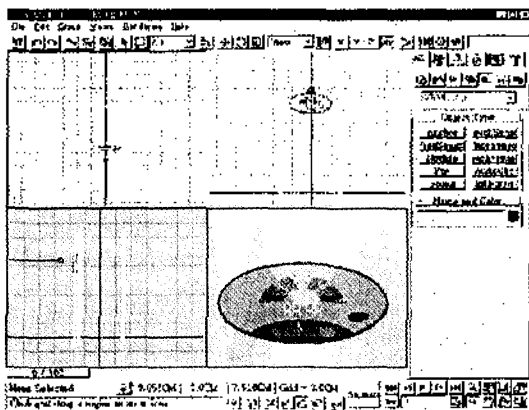


Fig. 7. 3D Max modeling.

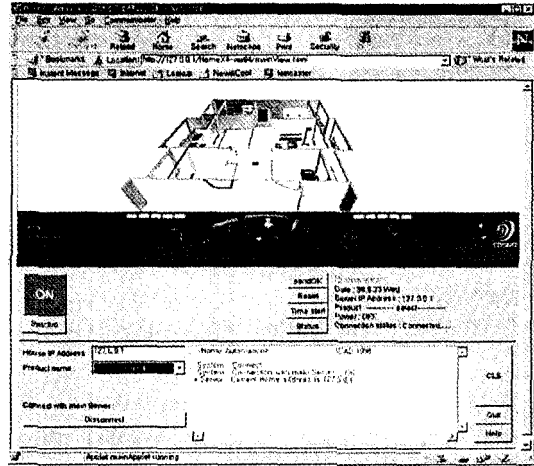


Fig. 8. Virtual home model on web browser.

수 있다. Fig. 9는 마우스를 이용하여 가상주택 내에 있는 가상의 전자밥통 앞으로 이동한 장면이다.

그림에서 가상의 전자밥통 스위치는 실제 스위치와 인터넷으로 연결되어 있어, 웹 브라우저 상의 전원 스위치를 클릭하면, 클라이언트는 서버에게 On 혹은 Off라는 메시지를 전달하게 된다. 서버에 이 메시지가 전달되면, 서버는 제어기를 통하여 실제 전자밥통의 전원을 On-Off시킨다.

또한 서버는 실제 전자밥통의 On-Off 상태를 감지하여 이를 메시지화하여 클라이언트의 가상 전자밥통에 보내고, 클라이언트는 이 메시지를 받아 가상 전자밥통의 On-Off 스위치의 색을 바꾼다. 한편 Fig. 9의 전자밥통 액정화면은 시간을 예약하고 현재 남

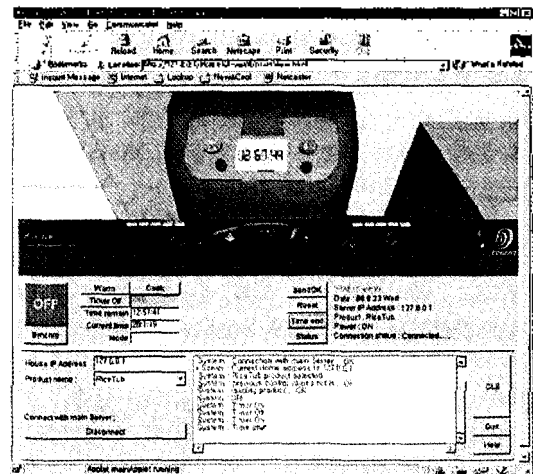


Fig. 9. Remote control of rice-cooker.

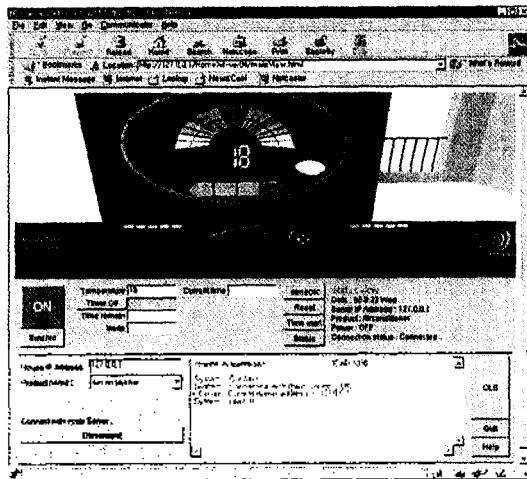


Fig. 10. Airconditioner control.

아있는 시간을 실제 밤통으로부터 2초단위로 보내온 시간을 그래픽으로 나타낸 것이다.

Fig. 10은 가상공간의 에어컨을 나타낸 것으로 인터넷을 이용하여 에어컨의 스위치를 동작하거나 온도 등을 제어할 수 있다. 화면은 에어컨의 온도를 직접 제어하는 장면이다.

동일한 방법으로 가전기기 뿐만이 아니라 방범, 방재 시스템에도 적용할 수 있다. 예를 들어 가정에서 가스가 누출되거나 화재가 발생하면 실제 가정의 가스센서가 작동하여 시그널을 보내면 가상주택의 방재 시스템이 구동되어 신호음이 울리게 된다. 이를 통하여 시스템 사용자는 실시간에 가깝게 주택의 현재 상황을 알 수 있게 된다.

이와 같이 본 시스템은 일련의 컴퓨터 처리 과정과 가상현실 기술을 이용하여 가정의 가전기기나 방범, 방재 시스템을 양방향으로 제어, 관리함으로써 보다 효율적인 원격관리 시스템을 구현할 수 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 원격지에서 가정에 설치되어 있는 가전기기나 방범, 방재 시스템을 보다 효율적으로 제어, 관리할 수 있는 새로운 형태의 원격관리 시스템

을 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

이를 위해 본 논문에서는 인터넷 기술과 가상현실 기술을 융합한 인터넷 기반 양방향 원격관리 시스템을 제안하였다. 본 시스템의 개발을 위해 자바로 구현된 클라이언트/서버 시스템과, VRML과 자바 애플릿에 의해 구현된 3차원 가상현실 GUI를 개발함으로써, 가상현실 공간에서 제어대상의 양방향 동작 제어가 가능한 인터넷 기반 원격관리 시스템을 실제로 구현하였다.

그리고 이를 홈 오토메이션 시스템에 적용해봄으로써 원격관리 시스템으로서의 본 시스템의 유용성 및 독창성을 확인하였다.

참고문헌

1. Ham, I. Y., Sounder, R. and Kumara, T., "Global Collaborative Manufacturing and the World-Wide Web", *IDMME'96 (Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering)*, 1996.
2. Hartman, J. and Wernecke, J., *The VRML2.0 Handbook*, Silicon Graphics Inc., 1996.
3. Marrin, C., *Proposal for a VRML 2.0 Informative Annex, External Authoring Interface Reference*, Silicon Graphics Inc., 1997.
4. Lemay, L. and Perkins, C. L., 한국 선 마이크로 시스템즈 편역, "자바 21일 완성", 정보문화사.
5. 최영규, "VRML이 자바를 만났을 때," 현대 우주항공(주).
6. Kim, W., *Introduction to Object-Oriented Databases*, The MIT Press, 1995.
7. Nagarathnam, N., Maso, B. and Srinivasan, A., *Java Networking and Awt Api Superbible*, The Waite Group Inc., 1990.
8. *3D Studio Max R2*, Autodesk KINETIX.
9. <http://www.cosmosoftware.com>, PLATINUM Technology Inc., 1998.
10. <http://www.megawolf.com>, SolutionsConsulting Serial-Port Lib, 1998.
11. Tyma, P. M., Torok, G. and Downing, T., *JAVA PRIMER PLUS*, Waite Group Press.
12. Marin, C., *Cosmo Player Developer Kit, External Authoring Interface Reference*, Silicon Graphics Inc., 1997.
13. Hughes, M. C. and Winslow, S. M., *JAVA Network Programming*, Prentice-Hall, 1996.



차 주 현

1984년 한양대학교 정밀기계공학과 학사
 1986년 한양대학교 정밀기계공학과 석사
 1994년 Tokyo Institute of Technology 정밀기계시스템 공학박사
 1986-1988년 일본 Fujikura Ltd. 연구원
 1989-1990년 KIST CAD/CAM 연구실 연구원
 1994-현재 KIST CAD/CAM 연구센터 선임 연구원
 관심분야: Intelligent CAD, Collaborative Design, Web-Enabled Engineering, VR 응용 기술



전 희 연

1995년 건국대학교 건축학과 졸업
 1996-현재 KIST CAD/CAM 연구센터 연구원
 관심분야: VR응용 기술, 3차원 그래픽 및 애니메이션, 분산환경 시스템



이 순 걸

1983년 서울대학교 기계공학과 학사
 1985년 KAIST 생산공학과 석사
 1993년 Univ. of Michigan 기계공학과 공학박사
 1994년~1996년 KIST 휴먼로봇센터 선임 연구원
 1996년~현재 경희대학교 기계·산업시스템공학부 교수
 관심분야: 로보틱스 및 제어, 생체역학, 원격제어, 메카트로닉스