

인터넷을 기반으로 하는 3차원 원격 계측 시스템의 설계

양필수, 김주환, 김성호
 군산대학교 전자·정보 공학부

Design of 3-Dimensional Remote Monitoring System Based on Internet

Pil-Soo Yang, Ju-Hwan Kim, Sung-Ho Kim
 Kunsan National Univ., School of Electronic & Information Engineering

Abstract - Most measuring devices are equipped with RS232 interface or GPIB interface for communicating with computers. If the measuring devices can be accessed by a server computer, the valuable information from the devices can be effectively shared with other computer via internet. VRML is a web based technology for specifying and delivering three-dimensional interactive visualizations over the internet through a web browser. This paper proposes a remote 3-dimensional monitoring system for digital multimeter equipped with RS232 interface by utilizing VRML.

1. 서 론

오늘날 산업현장에서 사용되고 있는 계측기의 대부분은 호스트 컴퓨터와의 정보전달을 위해 GPIB 또는 RS-232 인터페이스를 내장하고 있다. 때문에 별도의 주변기기의 추가 없이도 계측장비와 호스트 컴퓨터 사이의 네트워크 통신이 가능할 수 있었고 많은 산업분야에서 계측기들이 효과적으로 사용되고 있다. 하지만 지금까지 나와있는 계측장비를 위한 모니터링 시스템은 대부분 텍스트 형태이거나 2차원적 환경으로 제작되어 왔다. 그러므로 계측기로부터 들어오는 다양한 정보 데이터를 웹 상에서 원격의 사용자에게 전달함에 있어 현장성이나 유연성이 부족할 수밖에 없었고 원격의 사용자는 모니터링 되어지는 정보를 일련의 어떤 노력을 통해 재해석하는 수고를 감수해야 했다. 따라서 종전의 텍스트나 2차원적인 그래픽 형식의 단조로운 모니터링 방법에서 벗어나 버튼이나 점등효과, 계량장치, 탭크, 밸브, 모터 등과 같은 시각적인 객체들을 사용하여 3차원 환경을 웹 상에 구현함으로써 유연성 있는 객체기술을 사용자에게 제공하고, 다중 사용자 환경의 동기화가 가능하게 하기 위한 연구가 진행되고 있다.

VRML(Virtual Reality Modeling Language)은 인터넷에서 3차원 그래픽을 구현하기 위한 국제표준언어로서 서버로부터 전송된 데이터를 클라이언트의 웹 브라우저 상에서 3차원으로 표현을 가능케 하는 도구이며, 직관적이고 통일된 인터페이스를 제공한다[1]. 따라서 본 논문에서는 VRML을 사용하여 산업 및 계측현장에 설치되어 있는 RS232 인터페이스를 갖는 계측기를 인터넷을 통해 3차원적인 모니터링을 가능케 하는 시스템을 제안하고 이를 구현하고자 한다.

2. 시스템의 구성

현대사회는 컴퓨터 네트워크의 급속한 발달로 인터넷을 통해 거리에 상관없이 전세계 어디와도 데이터를 주고받을 수 있으며, 다양한 분야에서 이와 같은 네트워

기술을 이용하고 있다. 실례로 공장이나 산업현장에서는 작업현황을 확인하기 위해 네트워크를 통한 모니터링 방법을 사용하고 있다. 공장에서 작업현황을 모니터링 한다는 것은 관리자로서 하여금 현장에 상주해야되는 불편을 덜어주며, 인터넷 통신이 가능한 곳이라면 어디서나 현장의 상황을 점검할 수 있으므로 시간적으로나 공간적으로 많은 효율을 창출한다. 뿐만 아니라 인간이 접근하기 힘든 환경이나 여러 지역을 한곳에서 관찰해야 하는 상황에서 모니터링은 인간의 수고를 대신할 수 있는 좋은 대안이 될 수 있다.

본 연구에서 개발한 멀티미터 3차원 원격 모니터링 시스템의 구성은 그림 1과 같다.

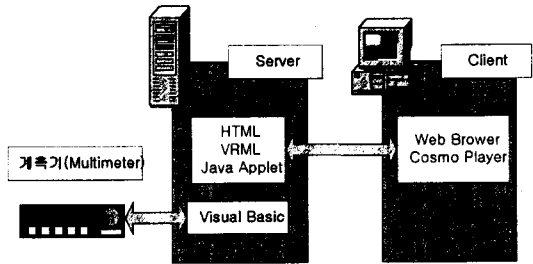


그림 1. 전체 시스템의 구조

전체 시스템은 크게 서버와 클라이언트, 그리고 계측기로 구성되며, 서버에서 구동되는 Visual Basic 프로그램은 계측기로부터 측정데이터를 읽어들이며, VRML 파일과 Java Applet은 서버에 접속한 클라이언트 컴퓨터에서 3차원 그래픽 처리를 가능케 한다.

2.1 VRML

VRML은 가상현실을 표현하는 언어라는 의미로 수년 전부터 연구되어 왔던 VR(Virtual Reality)에서 시작된 용어이며, 인터넷을 통하여 3차원의 모형을 구현할 수 있는 언어이다[2].

이는 Inventor 파일 포맷처럼 객체 지향적이다. Inventor 파일 포맷은 사물을 읽고 기록하는데 가장 우수한 언어 중 하나로 3차원 기하 뿐 아니라 MIDI 데이터와 각종 그래픽 데이터, 그리고 동영상 데이터인 MPEG 파일들도 담을 수 있다. Inventor는 3차원 그래픽 사물의 집합을 하나의 독립된 객체로 정의하는데 이를 노드라 한다. VRML도 이 노드를 사용한다. 노드 각각이 한 개의 사물들을 표현하며 이들이 모여서 하나의 가상공간을 표현하는 VRML 파일을 형성한다. 즉, VRML의 노드들은 객체 지향적인 특성을 가짐으로서 쉽게 3차원 그래픽을 표현할 수 있도록 한다.

본 논문에서는 이와 같은 VRML의 객체 지향적 특성을 이용하여 계측기를 웹 브라우저 상에 3차원적으로 표현할 수 있는 시스템을 설계하고자 한다. 3차원을 표현하기 위한 방법으로는 VRML 외에도 Java 3D나

Open Inventor 등과 같은 언어를 사용하는 방법이 있지만 VRML이 인터넷상에 3차원 그래픽을 표현하는 국제표준이라는 점과 이를 지원하는 브라우저나 저작도구, 포맷변환 프로그램 등이 다양하고 실용적이며 벤더의 영향을 덜 받는다는 점에서 이 언어를 사용하고자 한다.

2.2 VRML과 JAVA, EAI

VRML은 외부와의 상호작용을 통해 화면그래프를 동작으로 보이게 할 수 있는 스크립트 노드를 제공한다. 여기서 스크립트 노드는 이벤트 흐름에서 로직역할을 담당하는 노드로 주로 자바스크립트로 이루어진다. 이들 노드는 라우트문을 통하여 이벤트를 주고받으며 'DEF' 문으로 노드와 필드를 정의하여 외부세계와 상호연동 동작을 가능하게 할 수 있다. EAI(External Anthoring Interface) 규약은 VRML 세계와 외부 환경과의 인터페이스를 정의한 규약으로 외부에서 Java를 통하여 VRML 화면을 조작하는 방법을 제공한다[3]. 위 관계를 그림 2에 나타내었다.

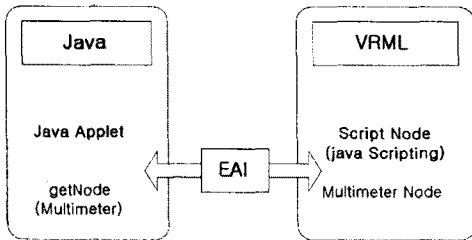


그림 2. VRML, EAI, Java Applet과의 관계

그림 2는 VRML과 Java간의 일반적 동작을 도시한 것으로 본 논문에서는 계측기로부터 계측된 데이터를 받기 위해 Multimeter라는 이름의 노드를 사용했으며, 이의 구체적인 동작은 다음과 같다.

우선 VRML파일에서 조작하고자 하는 Multimeter Node를 'DEF'문으로 정의한다. 그러면 Java Applet에서는 getNode() 메소드를 이용하여 EAI규약에 의거 Multimeter 노드의 페퍼런스 값을 스트링 형태로 전달 받게되고, 각각의 이벤트를 발생하여 VRML 세계의 eventIns로 보내 eventOuts의 현재 값을 얻게된다. 즉, Java Applet은 계측기와의 통신을 통해 계측 전압 값을 입력받아 동적 위치에 대한 이벤트 값을 eventIns를 통해 VRML 화면에 반복적으로 보내줌으로서 구현되는 VRML 세계가 동적으로 보이게 하는 것이다[3].

2.3 서버

서버는 클라이언트로부터 접속이 있는 경우 사용자에게 VRML로 작성된 멀티미터의 3차원 모델을 제공한다. 이를 위해 Visual Basic으로 작성된 계측 응용프로그램과 VRML, Java Applet 및 HTML 등의 파일이 서버에 존재해야 한다. Visual Basic으로 작성된 계측 관련 프로그램은 계측기로부터 계측된 데이터를 지정된 port를 통해 Applet 클래스에 전송하는 기능을 한다. 사실 Java에서 이런 기능들을 통합하여 사용할 수도 있지만 굳이 Visual Basic을 사용한 이유는 ActiveX Control 기능을 사용하여 손쉽게 계측기와 RS-232 시리얼 통신을 할 수 있다는 점에 기인한다. 그 외 Java Applet과 VRML파일은 상호 연동 하여 3차원 그래픽 환경을 생성하기 위해 사용되며 HTML파일은 클라이언트 접속 시 화면초기화를 위해 사용된다.

2.4 통신프로그램의 동작

서버와 클라이언트간의 동작 흐름을 나타내면 그림 3과 같다.

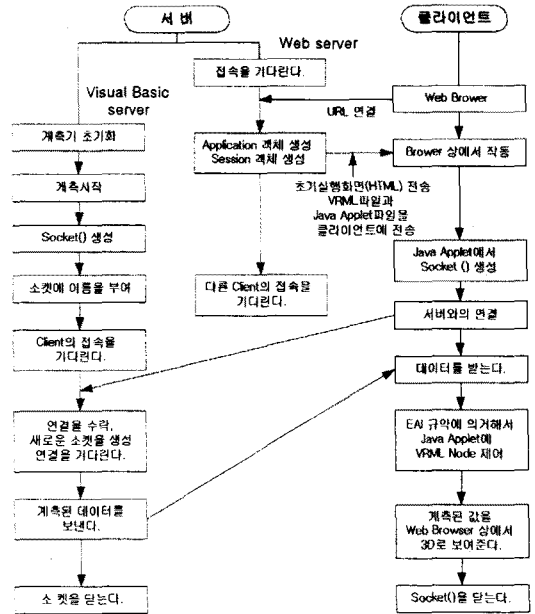


그림 3. 서버/클라이언트간의 동작 흐름도

그림 3에서 서버/클라이언트 동작순서는 본 논문의 통신 프로그램에서 사용한 방법이며 서버와 클라이언트 동작순서에 의하여 동작하지만 프로그램의 사용목적이나 기능에 따라 조금씩 달라질 수 있다. 전체 프로그램의 동작을 보면 다음과 같다.

먼저, 클라이언트 컴퓨터에서 웹 브라우저를 통해 웹 서버의 도메인으로 접속하게되면 웹 서버에서는 초기화면설정을 위한 HTML파일을 클라이언트 컴퓨터에 보낸다. 이때 HTML문서에는 VRML(.wrl)파일과 Java Applet(.class) 파일이 Embed되어 있어서 함께 전송되어 온다. 이후 웹 서버는 다른 사용자의 접속을 기다린다.

클라이언트에 전송되어진 HTML문서는 클라이언트 컴퓨터에서 해석되어져 브라우저 상에서 작동하게 된다. 이때까지는 아직 계측기로부터의 어떤 입력도 들어오진 않은 상태로 wrl파일의 'DEF'노드로 정의되어 있지 않은 노드들과 HTML파일이 실행되어 화면에 표현이 된다. 같은 시간대에 계측기 서버(Visual basic)에서는 주기적으로 계측기의 값을 읽어들이면서 클라이언트의 접속을 기다리게 된다.

다음으로 자바 애플릿에서는 서버에 계측 값을 요구하기 위한 소켓을 생성하고 서버에 계측 값을 요구하는 신호를 발생한다. 서버는 클라이언트로부터의 데이터 요구가 발생하게 되면 클라이언트와의 연결을 수락하고 다른 클라이언트의 접속을 기다리기 위한 새로운 소켓을 생성한 후 계측된 데이터를 접속된 클라이언트에 넘겨준다. 다시 이 데이터를 받은 자바 애플릿은 EAI 통신규약에 의거하여 VRML Node를 제어하게 된다.

마지막으로 클라이언트는 Java Applet과 VRML의 연동에 의해서 얻어진 계측 값을 웹 브라우저 상에 3차원으로 나타내게 한다.

3. 3D 원격 계측의 구현

3.1 계측데이터의 모니터링

원거리의 서버에 연결되어 있는 계측기에 대한 모니터링은 작업상황을 파악한다는 점에서 매우 중요하다. 만약 원격지에 있는 조작자가 작업 상황을 파악할 수 없다

면 계측기에 물려있는 장비의 오동작을 간과할 수밖에 없게 되고 실제 산업현장이라면 치명적인 위험을 초래할 수도 있게되는 것이다.

본 실험에서는 계측기의 동작을 확인하기 위한 방법으로 멀티미터의 계측 데이터를 수치적으로 계산하여 다시 조각지로 보내고 이를 3차원의 동적인 화면으로 표현하는 방법을 사용하였다. 멀티미터를 대상으로 한 본 논문에서는 크게 다루어지지는 않았지만 인터넷을 통한 모니터링은 네트워크 전달 지연시간문제를 갖는다. 원격의 조작지에서 계측기를 모니터링하고 장비를 제어함에 있어 네트워크의 불규칙한 전달지연시간은 계측기의 상황을 정확하게 파악하지 못하게 하고 잘못된 제어나 판단의 동기가 될 수 있다. 그렇기 때문에 모니터링 시스템을 설계함에 있어서 이런 점들을 고려해주어야 한다. 또한 3차원 그래픽 데이터를 취급함에 있어서 복잡한 그래픽은 엄청난 크기의 그래픽 소스를 생성하기 때문에 이를 어떻게 적절하게 처리하는가 하는 문제도 고려해주어야 한다.

3.2 3D 멀티미터 실험

본 논문에서는 계측기로 HP 34401A 디지털 멀티미터를 사용하였으며 전원공급장치로부터 나오는 전압을 계측하였다. 서버는 Visual Basic 5.0과 Java2.1, VRML 2.0을 사용하여 구축하였고 VRML 저작도구로서 Internet 3D Space Builder를 사용하여 멀티미터의 3차원 이미지를 만들었다. 웹서버에 접속후 클라이언트의 웹브라우저상에 나타나는 멀티미터의 화면은 그림 4와 같다.

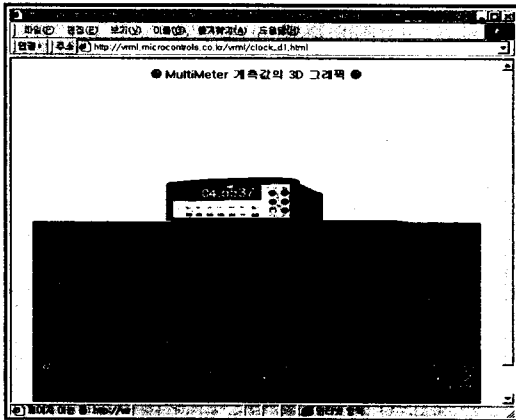


그림 4. 웹서버에 접속후 클라이언트 웹브라우저 상에 표시되는 3차원 멀티미터

그림 5(a)와 (b)는 본 실험에 사용된 서버와 클라이언트 컴퓨터 그리고 멀티미터와 파워서플라이가 상호 동작 중인 상황을 나타내는 그림이다. 그림 5(a)는 멀티미터와 파워서플라이가 연결된 서버 측의 동작을 보여주고, 그림 5(b)는 클라이언트에서의 동작을 보여주고 있다.



그림 5(a). 서버 측 컴퓨터와 계측기

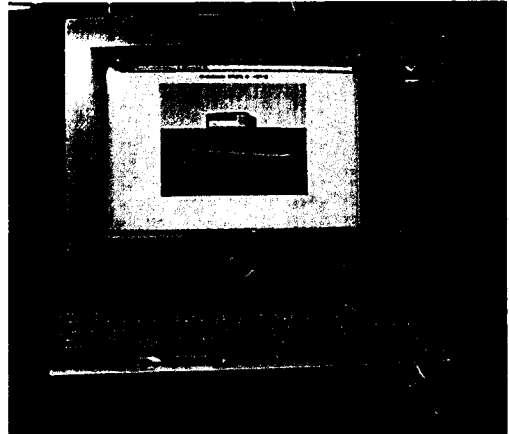


그림 5(b). 클라이언트

4 결 론

본 논문에서는 인터넷 3차원 그래픽 표준언어인 VRML을 사용하여 상용화된 공용망인 인터넷상에 서버/클라이언트 구조를 기반으로 하는 3차원 원격 모니터링 시스템을 구현하였다. 또한 멀티미터를 사용한 실험을 통하여 3차원 정보를 웹 상에 실시간으로 표현함으로써 그 유용성을 확인하였다. 그러나 원격에서의 실시간 계측이 가능하기 위해서는 네트워크에 필연적으로 존재하는 지연시간 및 그래픽 데이터의 처리방법에 대한 고찰이 요구된다.

또한 본 연구에서는 계측기와 서버가 RS232 통신으로 정보전달이 가능한 근거리 시스템의 경우를 대상으로 살펴보았다. 그러나 실제 계측현장에서는 계측기와 서버가 공간적으로 떨어져 있는 경우가 대부분이고 이러한 경우 본 연구에서 사용한 모니터링 시스템의 직접 적용은 용이하지 않다는 적용상의 한계를 갖는다. 따라서 웹서버와 계측기가 공간적으로 멀리 떨어져있는 경우에도 원격의 실시간 모니터링이 가능한 시스템의 개발이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 군산대학교 새만금환경연구센터의 지원에 의한 것입니다.

(참 고 문 헌)

- [1] 염창근, 박경환, "VRML을 이용한 3D 상호작용 가상공간 시스템", 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 1998년 2월
- [2] 고영덕, "VRML 2.0", 해지원, 1998년 7월
- [3] 김봉선, 김현동, 박홍성, "3차원 웹 모니터링의 최적화 연구", KACC, October, 1999
- [4] 정영수, 공상훈, 이교일, 한영근, "인터넷을 기반으로 하는 가상 가공 시스템과 원격 조작 시스템의 개발", KACC, October 1999
- [5] Lee A. Belfore, II, Rajsh Vennam, "VRML FOR URBAN VISUALIZATION", Proceedings of the Winter Simulation Conference, 1999, pp.1454-1459