

## 분산 계측 시스템을 위한 클라이언트-서버 아키텍처 구현 방안

### The Implementation Methodology of Client-Server Architecture for Distributed Measurement System

송민규, 변도영, 제도홍, 김광동, 노덕규, 오세진, 이보안  
Min-Gyu Song, Do-Young Byun, Do-Heung Je, Kwang-Dong, Kim,  
Duk-Gyoo Roh, Se-Jin Oh, Bo-Ahn Lee

**Abstract** - With the rapid development of the Internet over the recent years, in conjunction with the transmission protocol TCP/IP and the latest version of hypertext(HTML) facilities, new opportunities have come into existence for the use of the network for the remote control of experiments and the other practical systems in engineering education.

Using graphical software environments in client-server systems, remote control and monitoring system can be easily designed. Client-server systems have some general advantages when compared with simple Remote-Access Systems.

In this paper we present a client-server architecture for the distributed measurement system of instrumentation over the Internet. The proposed solution allows multi-user, multi-instruments sessions to be obtained by means of a queuing process and provides instrument lock capability. Client applications can be easily developed by using conventional high-level programming languages or well-assessed virtual instrumentation frameworks.

**Key Words** : Client-Server Architecture, Distributed System, LabVIEW, HTML

#### 1. 서론

분산 계측 시스템은 기존의 Laboratory에 네트워크 기술을 접목시킨 획기적인 개념으로 가상 실험실로 이해할 수 있을 것이다. 이를 통해 네트워크 상의 원격 사용자가 인스트루먼트를 다룰 수 있고 해당 인스트루먼트에 대한 제어 및 모니터링은 물론 그 결과에 대한 분석까지 수행하는 것이 가능하다. 기존의 방식에 비하여 활용 및 효율성 측면에 있어서 월등하기 때문에 현재 여러 대학 및 연구기관에서 이 분산 계측 시스템을 구축하여 운행중에 있다.

분산 계측 시스템은 원격에서 웹을 통하여 접속가능한 실제적인 실험실의 형태로서의 기능을 하기 때문에 이는 원격 교육에 적합하다 할 수 있다. 이로 인하여 전세계의 많은 대학 및 연구소에서는 이를 개발하여 운용중에 있으며 이는 앞으로 더욱 활성화 될 것으로 전망되고 있다. e-Learning의 한 형태에 해당하는 분산 계측 시스템의 활용이 이처럼 증가하게 된 것은 네트워크 기술을 접목하여 오프라인에서만 작업수행이 가능하던 기존의 방법보다 그 성능 및 효율성 측면에 있어서 월등하기 때문이라 할 수 있다. 실제로 사용자는 웹브라우저만 있으면 언제 어디서든지 자신이 원하는 작업을

수행하는 것이 가능하다. 분산 계측 시스템을 통하여 사용자는 원격에서 인스트루먼트 파라미터 설정은 물론 데이터 분석도 수행할 수 있다. 무엇보다 시간과 공간의 제약을 받지 않기 때문에 인스트루먼트 이용의 효율성을 배가시킬 수 있다는 것은 가장 큰 장점중의 하나이다.

분산 계측 시스템은 네트워크 상의 다수의 클라이언트와 서버 그리고 이와 GPIB 인터페이스로 연결되는 인스트루먼트로 구성되는데 원격에서 컴퓨터 네트워크를 통하여 실제 디바이스를 조작하고 그 결과를 모니터링하기 위해서는 이와 같은 구성요소가 적절히 통합되어야 할 것이다.

본 논문에서는 이를 위하여 LabVIEW를 기반으로 CGI, Javascript, HTML 등의 네트워크 기술을 사용하여 분산계측 시스템의 구현방안을 기술하려 하며 이에 필요한 인터페이스 아키텍처를 제안하고자 한다. 전체적인 논문 진행은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 분산 계측 시스템의 개요 및 원리에 대해 대해서 간략히 살펴볼 것이고 3장에서는 그 구현에 필요한 하드웨어 및 소프트웨어 인터페이스에 대해 논의하고자 한다. 그리고 4장에서 이를 기반으로 분산 계측 시스템의 구현 모델을 제안할 것이며 5장에서 결론을 맺도록 한다.

#### 저자 소개

송민규 : 강원대학교 전자공학 석사  
변도영 : 서울대학교 천문학 박사  
제도홍 : KAIST 전자공학 박사  
김광동 : 영남대학교 전기공학 학사  
노덕규 : 동경대학교 천문학 석사  
오세진 : 영남대학교 전자공학 박사  
이보안 : 제주대학교 에너지공학 석사

#### 2. 분산 계측 시스템의 개요 및 원리

분산 계측 시스템을 사용하면 기존에는 작업수행에 있어서 불가능하던 여러 문제점을 극복할 수 있다. 이로 인하여 현재 여러 대학 및 연구기관에서 분산 계측 시스템을 사용중에 있는데 본 절에서는 분산 계측 시스템의 필요성 및 구성요소

에 대해 간략히 살펴보고자 한다.

### 2.1 분산 계측 시스템의 필요성

분산 계측 시스템의 필요성이 대두되고 이의 활용이 늘어난 것은 네트워크 및 관련 하드웨어/소프트웨어 기술의 발전과도 연관이 있지만 무엇보다 오프라인상의 실험실에서는 얻을 수 없었던 효과를 얻을 수 있다는 것이 가장 중요한 원인으로 작용하였다.

분산 계측 시스템이 등장하기 전에 사용자는 작업 수행을 위한 시간, 공간에 있어서 제약을 받을 수 밖에 없었기 때문에 사용자가 원하는 자유로운 작업수행은 근본적으로 불가능하였고 인스트루먼트 이용에 있어서도 제한된 서비스를 받을 수 밖에 없었다. 이러한 문제점을 극복하고자 분산 계측 시스템이 등장하게 되었는데 이는 네트워크와 컴퓨터 시스템으로 연결된 인스트루먼트를 기반으로 사용자가 언제 어디서든지 작업수행을 할 수 있는 기능을 지원한다. 이러한 이점으로 인하여 분산 계측 시스템의 활용은 앞으로 더욱 증가될 것이고 e-Learning의 새로운 패러다임을 제시할 수 있을 것으로 전망되고 있다.

### 2.2 컴퓨터 기반의 제어 및 계측

기존에 사용자는 원하는 실험 수행을 위하여 물리적으로 존재하는 장비를 이용하였다. 제어 및 계측 작업은 물론 데이터 획득을 수동으로 해야 하는 이러한 형태의 인스트루먼트 환경에서 시스템 통합은 극히 제한되었고 작업 효율은 저하될 수 밖에 없었다. 이러한 단점 및 한계를 극복하기 위하여 고안된 것이 컴퓨터 기반의 제어 및 계측 시스템으로서 이를 통하여 사용자는 컴퓨터 기반의 제어 및 계측을 수행할 수 있다.

컴퓨터 기반의 제어 및 계측 시스템은 개방형 시스템으로서 역할을 하므로 네트워크를 통하여 다른 애플리케이션이나 디바이스로 연결될 수 있는 특징을 지니고 있다. 이러한 형태의 시스템에 있어서 소프트웨어는 핵심기능을 수행하는 반면 하드웨어는 소프트웨어에 대한 입출력 채널을 제공한다. 때문에 시스템은 가상 인스트루먼트 애플리케이션에 의해 유연하게 구현될 수 있다. 즉 구현된 애플리케이션 자체가 하나의 인스트루먼트에 해당하며 이를 통하여 제어 및 계측을 수행할 수 있으며 이로부터 분산 계측 시스템에 있어서 가상 인스트루먼트가 차지하는 비중을 알 수 있을 것이다.

## 3. 분산 계측 시스템 구성을 위한 인터페이스

분산 계측 시스템은 그 기능면에 있어서 클라이언트, 웹서버, 제어 애플리케이션, 인스트루먼트로 분류할 수 있으며 이를 구현하기 위한 애플리케이션 기술로는 LabVIEW, 자바 애플릿을 들 수 있으며 통신 기술로는 CORBA, HTML을 활용할 수 있다. 분산 계측 시스템이 기존의 Laboratory를 대체할 수 있으려면 이를 지원할 수 있는 유연한 시스템 구성이 선행되어야 하며 위의 구현 기술들이 유기적으로 조화되어야 한다. 본 절에서는 이러한 시스템 구성에 하드웨어와 소프트웨어로 분류하여 접근하고자 하며 이를 기반으로 전체 시스템의 동작 메커니즘을 살펴보고자 한다.

### 3.1 하드웨어 인터페이스 구성

분산 계측 시스템을 통하여 외부의 사용자가 로컬상의 인스트루먼트를 제어하기 위해서는 클라이언트, 서버, 인스트루먼트의 3가지 요소가 적절히 조화되어야 한다. 각 구성요소는 네트워크로 결합되어 전체적인 분산 계측 시스템으로서의 기능을 수행하게 되는데 이에 대한 개략적인 구성도를 도시하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

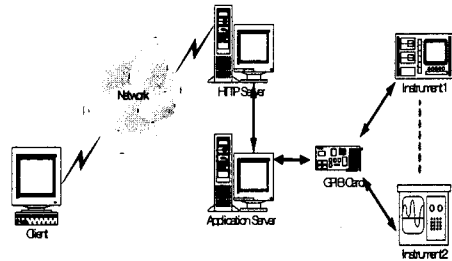


그림 1. 분산 계측 시스템 구현을 위한 시스템 구성

위 구성도로부터 서버는 네트워크를 통하여 클라이언트와 연결되며 로컬상에서는 GPIB 인터페이스를 통하여 인스트루먼트와 연결되는 것을 알 수 있다. 클라이언트, 인스트루먼트 두 요소와 인터페이스를 갖는 것으로부터 분산 계측 시스템에서 서버의 역할을 규정할 수 있는데 이는 기술하면 다음과 같다.

먼저 서버는 네트워크 상의 다수의 클라이언트로부터 수신되는 요청을 처리할 수 있어야 하기 때문에 웹 서버 기능이 구현되어야 할 것이다. 클라이언트는 인스트루먼트 제어 및 모니터링을 수행하기 위하여 이에 관련된 정보를 서버로 전송하는데 이는 이후 가상 인스트루먼트의 입력값으로 사용된다. 서버에 연결되는 두 번째 인터페이스로 인스트루먼트를 들 수 있다. 물리적 인스트루먼트를 컴퓨터 상에서 제어하기 위하여 이는 서버에서 실행되는 가상 인스트루먼트로 구현되어야 한다. 즉 가상 인스트루먼트를 통하여 사용자는 실제 인스트루먼트 제어를 수행하게 된다.

### 3.2 소프트웨어 동작 메커니즘

본 논문에서는 분산 계측 시스템 구현을 위한 소프트웨어 기술로서 자바, LabVIEW, HTML을 사용하고자 한다. 각 소프트웨어는 분산 계측 시스템의 기능을 구현함에 있어 각기 다른 역할을 하는데 이를 기술하면 다음과 같다. 먼저 인스트루먼트와 관련된 I/O 제어를 위하여 본 논문에서는 그래픽 기반의 프로그래밍 환경을 제공하는 LabVIEW 사용을 제안한다. 인스트루먼트 제어를 위한 LabVIEW 애플리케이션은 각 인스트루먼트 별로 서브 모듈로 구현되며 이를 통하여 클라이언트로부터 입력된 제어 및 모니터링 정보가 처리된다. 또한 리눅스상에서 실행되는 WWW 서버와 HTTP 서버를 통하여 분산 계측 시스템 구현에 필요한 웹 페이지를 구축할 수 있으며 사용자 인증 처리를 할 수 있는 데이터베이스 시스템도 필요할 것이다. 클라이언트에서는 자바 애플릿을 통하여 구현된 GUI 기반의 인터페이스를 통하여 분산 계측 시스템을 이용할 수 있다. 이렇듯 클라이언트, 서버, 인스트루먼트 세 구성요소를 소프트웨어로 구현하는 과정을 통하여 분산 계측 시스템은 완성되며 이를 통하여 사용자는 웹

브라우저를 통하여 자신이 원하는 서비스를 이용할 수 있게 되는 것이다.

### 3.3 제어 애플리케이션 구현

분산 계측 시스템에서 사용자는 컴퓨터에서 실행되는 프로그램 통하여 인스트루먼트를 제어하게 된다. 즉 사용자는 물리적 인스트루먼트의 복사본에 해당하는 애플리케이션의 조작을 통하여 해당 인스트루먼트에 대한 제어 및 모니터링을 수행하며 이러한 애플리케이션에 해당하는 가상 인스트루먼트는 분산 계측 시스템을 가동시키는 엔진이라고도 할 수 있는 것이다. 본 논문에서는 LabVIEW를 통하여 가상 인스트루먼트를 구현하며 이를 서버에서 실행되는 것을 제안한다. 이러한 구성을 통하여 각 가상 인스트루먼트는 GPIB 인터페이스를 통하여 인스트루먼트 제어 및 모니터링에 관련된 데이터를 송·수신하게 된다.

### 4. 분산 계측 시스템 구현을 위한 DCSS 모델

지금까지 분산 계측 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 구성, 그리고 동작 메커니즘에 대해 살펴보았다. 이를 바탕으로 본 절에서는 분산 계측 시스템 실제적 구현 모델을 제안하고자 한다.

분산 계측 시스템의 유연한 동작을 지원하고 시스템의 확장성을 고려하여 본 논문에서는 클라이언트-웹서버-컨트롤러로 구성되는 클라이언트-서버 모델을 제안하고자 한다. 이 모델은 그 기능면에서 두 개의 클라이언트-서버가 결합된 것과 동일한 기능을 수행하는데 클라이언트-웹 서버, 웹서버-컨트롤러라는 두 클라이언트-서버가 결합하여 분산 계측 시스템으로서 완벽한 기능을 수행한다. 이 두 쌍을 완벽하게 결합시켜 분산 계측 시스템을 구성하기 위하여 웹서버에서는 TCP 소켓 인터페이스를 구현하여야 한다. 이러한 시스템 구성을 통하여 분산 계측 시스템은 보다 유연한 기능 및 확장 가능한 성능을 얻을 수 있을 것으로 예상된다. 그림 2는 이렇게 제안된 분산 계측 시스템의 모델을 보여주고 있는데 소켓 인터페이스에 기반한 클라이언트와 서버 사이의 메커니즘을 확인할 수 있다. 웹 서버에서 실행되는 C 프로그램 모듈을 통하여 클라이언트, 웹서버, 컨트롤러는 전체 분산 계측 시스템을 구성하게 되며 이를 통하여 클라이언트로부터는 컨트롤러에게 인스트루먼트 정보를 전송하며 컨트롤러는 클라이언트에게 데이터를 전송하는 것이 가능하게 된다. 컨트롤러에서는 TCP 소켓을 지원하는 LabVIEW를 기반으로 Listen, Read, Write, Close의 네트워크 기능을 구현되어 사용되어질 것이다.

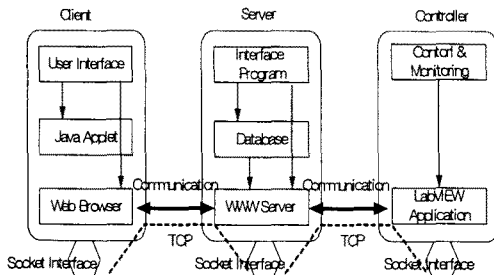


그림 2. 제안된 분산 계측 시스템 모델

클라이언트, 서버, 컨트롤러는 분산 계측 시스템에서 각각 사용자 인터페이스, 웹서버, 가상 인스트루먼트에 해당한다. 원격 사용자에게 해당하는 클라이언트는 웹 브라우저를 통하여 로컬상의 서버에 접속하며 서버에서는 이러한 사용자의 요청을 처리하기 위하여 웹서버를 구동한다. 웹서버가 송신한 인스트루먼트 정보는 컨트롤러에 전달되는데 여기서 실행되는 LabVIEW 애플리케이션을 통하여 인스트루먼트에 대한 제어 및 모니터링이 수행된다.

이러한 차별화된 기능을 수행하는 각 구성요소가 유기적으로 결합되어 분산 계측 시스템이 구현되며 이를 통하여 원격의 사용자는 언제 어디서든지 웹 브라우저를 통하여 자신이 원하는 작업을 수행하는 것이 가능하게 된다.

### 5. 결론

본 논문에서 우리는 분산 계측 시스템의 원리 및 구성 그리고 동작 메커니즘에 대해 살펴보았다. 또한 이를 구현하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어 구성에 대해 알아보았으며 후반부에서는 이의 구현모델을 제안하였다.

로컬상의 인스트루먼트를 원격에서 제어하기 위하여 네트워크와 연관된 소프트웨어, 하드웨어 기술이 사용됨을 알 수 있었다. 본 논문에서는 분산 계측 시스템의 구현모델로서 클라이언트, 서버, 컨트롤러로 구성되는 DCSS(Double Client Server Structure)를 제안하였으며 이를 구성하기 위하여 Java, LabVIEW, C, HTML을 사용하였다. 제안된 분산 계측 시스템 모델을 통하여 각 구성요소가 이에 부합되는 개별적인 기능을 갖는다는 것을 알게 되었고 이것이 유기적으로 결합하여 분산 계측 시스템을 구성한다는 것 또한 확인할 수 있었다.

분산 계측 시스템은 네트워크 및 하드웨어 소프트웨어 기술의 발달로 등장하였기 때문에 이러한 관련 기술이 발전함에 따라 그 비중 및 활용이 더욱 커질 것으로 전망된다. 분산 계측 시스템의 활용으로 인하여 얻을 수 있는 이점은 상당하지만 사용자가 언제 어디서든지 웹 브라우저를 사용하여 원하는 작업을 수행할 수 있다는 것을 가장 큰 장점으로 꼽을 수 있다. 하지만 분산 계측 시스템이 실제 실험실에서 직접 장비를 다루고 실험결과를 얻는 것을 완벽히 대체하지는 못하는 실정이고 바로 이것이 분산 계측 시스템의 마지막 과제라고도 할 수 있다. 이것이 극복될 때 분산 계측 시스템은 모든 사람들이 공감할 수 있는 획기적인 수단으로 자리잡을 수 있을 것이다.

### 참고문헌

[1] Chi Chung Ko, Ben M. Chen, Shaoyan Hu, Vikram Ramakrishnan, Chang Dong Cheng, "A Web-Based 분산 계측 시스템 on a Frequency Modulation Experiment", 'Application and Reviews, Vol. 31, No. 3, 2001  
 [2] K.Xue, P. Shi and L. Ma "가상 인스트루먼트 Technology Used in the BEPC Beam Diagnostic System"  
 [3] S.J. Lu, C. C. Ko, B.M. Chen and C. D. Cheng, "The Application of Streaming Video in Web-Based 3D 분산 계측 시스템"