

## 디지털 계측기기의 원격검정기술

이병윤, 정준영, 김광수  
한국전기연구원

### Remote Inspection Technology for Digital Measurement Device

B.Y.Lee, J.Y.Jung, K.S.Kim  
Korea Electrotechnology Research Institute

**Abstract** - 오늘날 각종 분야에서 널리 사용되고 있는 계측 시스템은 계측 기능을 처리하기 위한 모듈들이 기존의 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 급속히 변화하고 있으며, 네트워크, 특히 인터넷과의 연결이 용이하도록 Ethernet 기반의 통신 모듈을 탑재하고 있는 추세이다. 본 논문에서는 Ethernet 기반의 네트워크 기능을 가진 계측 시스템뿐만 아니라 외부와의 통신 인터페이스를 가지고 있는 계측시스템에, 계측 시스템의 측정 오차를 평가할 수 있는 검정 모듈을 탑재함으로써 인터넷을 통해 원격지에서 계측 시스템에 대한 검정을 수행할 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 방식을 적용하면 계측 시스템에 대한 검정 방식을 오프라인에서 온라인으로 전환할 수 있어, 사용자와 제작자 모두 계측 시스템의 검정에 따른 시간과 물류비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라, 특히, 사용자는 보유한 계측 시스템의 검정 작업을 신속하게 처리할 수 있어 측정에 대한 신뢰성을 상시 확보할 수 있는 장점이 있다.

#### 1. 서 론

인터넷은 컴퓨팅 기술과 더불어 역사상 어떠한 기술보다도 급속히 발전 및 보급되고 있는 기술로 평가되고 있으며, 앞으로도 유비쿼터스 사회 구현을 위해 끊임없이 진화해갈 것으로 전망되고 있다. 이와 같은 시대적인 흐름에 맞추어, 각종 전기·전자 기기들은 경쟁적으로 유선 혹은 무선방식으로 인터넷이란 거대한 네트워크로의 연결을 모색하고 있으며 네트워크의 일원이 되는 것을 당연하게 받아들이고 있다. 계측 시스템도 예외는 아니며, 독립(Standalone)형 계측 시스템에서 디지털 임베디드 시스템 기반의 분산(Distribution)형 네트워크 계측 시스템[1-4]으로 진보하고 있으며, 결국 계측 시스템 역시 인터넷이라는 거대한 네트워크의 구성원이 되기 위한 방향으로 진화되고 있다는 것을 알 수 있다.

계측 시스템과 외부와의 통신 방식으로는 직렬통신 기반의 RS-232, 8bit 병렬통신 기반의 GPIB(IEEE-488), USB, Firewire, MXI 등이 있으며, 최근 LXI[5]가 새롭게 계측 시스템의 통신 표준으로 떠오르고 있다. 그 이유는 LXI가 GPIB 및 MXI와 같은 Test & Measurement 인터페이스에서는 불가능했던 피어 투 피어 및 네트워크 관리와 같은 기능을 활용하는 Ethernet 기술에 기반한 차세대 테스트 시스템 플랫폼으로서, 이것을 기반으로 한 계측 시스템은 사용의 편의성, 호환성, 확장성, 유연성 등의 장점을 제공하고, 투자 비용 대비 효과적인 테스트 시스템 생성 및 재구성성을 지원하며, 근거리 및 광역 분산 계측에 모두에 적합할 뿐만 아니라, 계측 시스템을 인터넷에 접속함으로써 원격 관리 및 운영을 할 수 있다는 점 등 때문이다. 이와 같은 장점들로 인해, 항공우주/방위, 자동차, 의료 및 소비자 가전 시장에서 전자제품을 지원하는 R&D 및 제조 분야 등으로 사용 영역에 확대되고 있다.

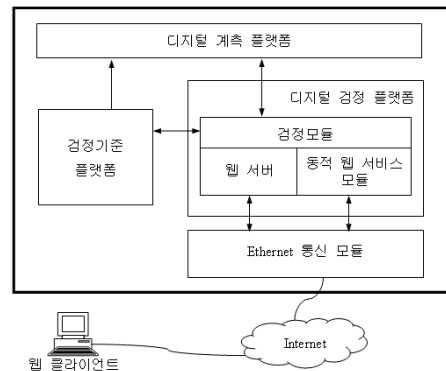
한편, 계측 시스템 사용자는 계측 시스템의 측정 정확도에 대해 의문을 가질 수 있으며, 특히 정밀 측정이 요구되는 경우에는 측정 정확도 확보가 무엇보다도 중요한 요소가 될 수 있다. 현재로서는 이러한 불확실성을 해소하기 위해 계측 시스템을 제작자 또는 검정 및 보상 서비스 기관에 보내어 계측 시스템의 측정 정확도를 확보할 수밖에 없는 실정이다. 따라서 계측 시스템의 운송에 따른 시간 및 비용 부담이 크고 부주의한 취급에 의한 계측 시스템의 파손 등이 발생할 가능성이 높아, 결과적으로 측정 작업의 지연과 더불어 생산성이 낮아지게 되는 등 여러 가지 문제점이 발생할 가능성이 커진다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있는 하나의 방법으로, 계측 시스템에 대한 인터넷기반 원격 검정 방법을 제안한다. 계측 시스템의 원격 검정을 위한 시스템은 크게 검정 기준 플랫폼, 디지털 검정 플랫폼 등으로 구성되며, 계측 시스템의 상황에 따라서 내장형 혹은 외장형으로 적용될 수 있다. 이하에서는 원격 검정 시스템의 구성과 동작 방식에 대하여 보다 상세하게 기술하고, 제안된 검정방법을 스펙트럼분석기에 적용한 사례 및 결과를 제시한다.

#### 2. 인터넷 기반 원격검정시스템 아키텍처 및 검정절차

##### 2.1 시스템 아키텍처

디지털 계측기기를 위한 인터넷기반 검정 시스템은 크게 디지털 계측 플랫폼, 검정 기준 플랫폼, 디지털 검정 플랫폼으로 구성된다. 디지털 계측 플랫폼은 스펙트럼 분석기와 같은 계측기기로서, 컴퓨터가 내장되어 있는 것을 대상으로 한다. 검정 기준 플랫폼은 디지털 계측 플랫폼의 검정에 필요한 기준전압이나 주파수와 같은 신호를 발생하는 부분과 외부와의 통신 담당 부분 및 신호 발생을 제어하는 부분으로 구성된다. 디지털 검정 플랫폼은 디지털 계측 플랫폼과 검정 기준 플랫폼이 검정 작업을 수행하기 위해 유기적으로 상호 작용할 수 있도록 지원하는 검정 모듈, 웹서버 그리고 동적 웹 서비스 모듈로 구성된다. 검정 기준 플랫폼과 디지털 검정 플랫폼은 디지털 계측기기에 내장 방식 또는 외장 방식으로 사용될 수 있으며, 특히, 디지털 검정 플랫폼의 경우는 별도의 전용 하드웨어를 사용하지 않고 디지털 계측 플랫폼 내부에 구성할 수도 있다. 이후에는 검정 기준 플랫폼과 디지털 검정 플랫폼을 통칭하는 경우에는 원격 검정 모듈이라고 부르기로 한다. 그림 1은 인터넷 기반 원격 검정 모듈 내장형 디지털 계측 시스템의 아키텍처를 도시한 것이다.



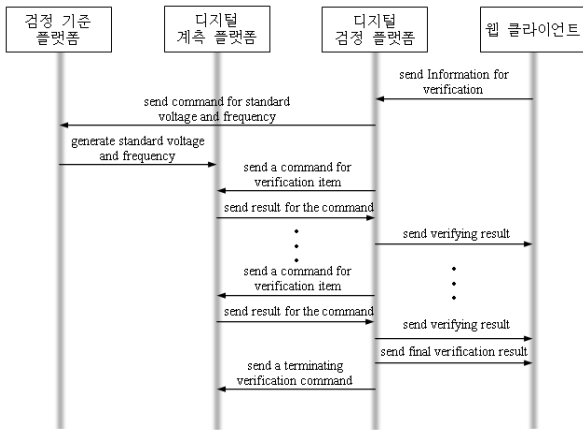
〈그림 1〉 인터넷 기반 원격검정 모듈 내장형 디지털 계측 시스템 아키텍처

그림 1에서 디지털 검정 플랫폼에 내장된 검정모듈은 크게 디지털 계측 플랫폼의 검정에 요구되는 기준 전압, 기준 주파수와 같은 기준 신호 생성에 필요한 명령어를 검정 기준 플랫폼에게 보내는 기능과 디지털 계측 플랫폼에 검정 실행 명령어를 순차적으로 전송하고 그에 따른 검정 결과를 수신하는 기능을 한다. 검정 기준 플랫폼은 검정모듈로부터 수신한 명령에 따라 기준 신호를 생성하여 디지털 계측 플랫폼에 제공하는 기능을 한다.

디지털 검정 플랫폼에 탑재되어 있는 웹 서버는 웹 클라이언트가 디지털 계측 플랫폼의 검정을 하기 위해 접속하는 경우 웹 기반 검정 실행 환경을 제공하는 기능을 한다. 동적 웹 서비스 모듈은 웹 클라이언트에게 검정작업에 대한 결과와 기준신호를 기반으로 검정결과를 보고하는 기능을 제공하며 Ethernet 통신모듈은 계측 시스템의 원격 검정을 실행하는데 필요한 통신 인터페이스이다. 디지털 계측 플랫폼은 기준신호와 검정 명령어를 가지고 검정항목을 처리하고, 처리된 결과값을 검정 모듈에게 보낸다.

##### 2.2 디지털 계측시스템의 원격검정절차

그림 2는 하나의 주어진 검정 항목에 대한 디지털 계측 시스템의 원격 검정 절차를 도시한 것인데, 만약 검정 항목의 수가 여러 개이면, 검정 시스템은 각각의 검정 항목에 따른 검정 절차를 수행하게 된다. 검정 절차를 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.



〈그림 2〉 디지털 계속 시스템의 원격 검정 절차

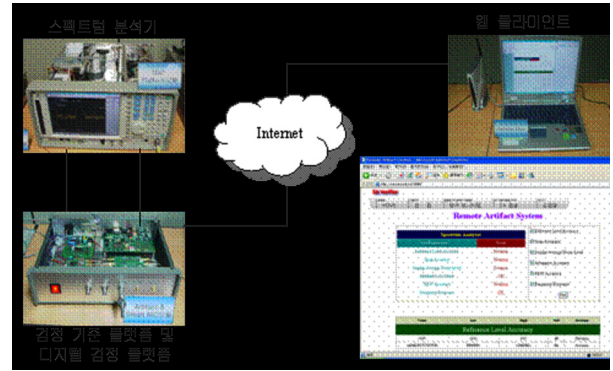
먼저 웹 클라이언트가 디지털 검정 플랫폼의 웹 서버에 접속하면 웹 서버는 웹 클라이언트에게 디지털 계속 시스템의 원격 검정을 수행할 수 있는 검정 실행 환경을 제공한다. 웹 클라이언트는 제공받은 검정 실행 환경에서 검정 항목을 선택하여 디지털 계속 시스템의 검정을 시작한다. 웹 클라이언트에 의해 선택된 검정 항목에 따라 디지털 검정 플랫폼은 검정 기준 플랫폼으로 기준 신호 발생에 필요한 명령어를 전송한다. 검정 기준 플랫폼에서는 수신한 명령에 따라서 기준 신호를 발생시켜 디지털 계속 플랫폼에 제공한다. 디지털 계속 플랫폼은 검정 기준 플랫폼에서 제공받은 기준신호를 입력신호로 사용해서 측정하고 그 결과를 저장한다. 디지털 검정 플랫폼은 디지털 계속 플랫폼에게 검정에 필요한 정보 전송을 요청하고 디지털 계속 플랫폼은 요청에 대한 처리 결과를 디지털 검정 플랫폼에게 전송해 준다. 디지털 검정 플랫폼의 동적 웹 서비스 모듈은 CGI(Common Gateway Interface)[6] 방식으로 구성되었으며, 디지털 계속 플랫폼으로부터 수신한 검정 프로세스에 대한 명령어 처리 결과를 동적으로 웹 클라이언트에게 전송한다. 선택된 검정 항목에 해당하는 검정 프로세스가 완료되면 검정 항목에 대한 최종 검정 결과를 웹 클라이언트에게 보낸다. 디지털 계속 플랫폼에 대한 검정은 항목별로 개별적으로 혹은 여러 개의 항목을 한번에 수행할 수 있다.

### 3. 원격 검정 사례

이 장에서는 원격 검정 대상인 디지털 계속 플랫폼으로 스펙트럼 분석기를 선정하고 이에 대한 원격 검정 시스템 구성도와 원격 검정 결과를 제시한다. 스펙트럼 분석기에는 1GHz CPU 기반의 컴퓨터가 내장되어 있고 운영체제로 윈도우 XP가 탑재되어 있으며, 외부와의 통신 인터페이스로는 GPIB와 RS-232C가 지원되나, Ethernet은 지원되지 않는다. 따라서, 디지털 검정 플랫폼은 별도의 보드를 사용하여 FPGA칩 Stratix II 에 NIOS II Core, uC/OS-II 운영체제와 기타 Soft IP를 매핑시켜서 제작하였다. 32-bit RISC (Reduced Instruction Set Computer) 임베디드 프로세서인 NIOS-II는 소프트웨어 코어가 유연성이 뛰어나며, 다양한 시스템에 적용 가능하도록 설계되어 있다. 한편, 스펙트럼 분석기용 검정 기준 플랫폼은 GPS 방식으로 동작된다.

그림 3은 디지털 계속 플랫폼인 스펙트럼 분석기를 위한 원격 검정 시스템 구성도를 나타낸 것이다. 그림 3에서 디지털 검정 플랫폼에는 하나의 Ethernet 통신 포트와 두 개의 직렬 통신 포트가 설치되어 있는데, Ethernet 포트는 웹 클라이언트와의 접속을 위해 인터넷에 연결되어 있고, 두 개의 직렬 포트는 각각 검정 기준 플랫폼과 스펙트럼 분석기에 연결되어 있다. 그리고 검정 기준 플랫폼에서 발생하는 기준 신호 출력단은 RF 케이블을 이용하여 스펙트럼 분석기의 입력 단자로 연결되어 있다.

제안된 원격검정기법을 스펙트럼 분석기에 적용한 결과를 표 1에 제시하였다. 표 1은 스펙트럼 분석기의 원격 검정 실행 모듈 처리 시간을 정리한 것이다. 제시된 6개의 원격 검정 항목에 대한 검정 프로세스 명령어 세트는 다수의 명령어들로 구성되어 있으며, 하나의 검정 항목을 처리하기 위한 다수의 명령어 처리는 일정한 시간을 필요로 한다. 여기에서 언급된 시간은 검정 항목의 프로세스에서 처리되는 명령어 세트의 명령어 개수와 상관이 있으며, 각 명령어를 처리하기 위해 필요한 검정 기준 플랫폼과 디지털 계속 플랫폼의 명령어를 실행하는데 필요한 지연 시간과 각 플랫폼의 처리 시간이 요구된다. 즉 처리해야할 프로세스 명령어 세트의 명령어 개수가 많을수록 처리시간은 길어지며, 본 실험에서 6개의 검정 항목을 처리하는데 걸린 시간은 대략 34분 37초 정도 소요되었다.



〈그림 3〉 스펙트럼 분석기의 원격 검정 시스템 구성도

〈표 1〉 원격검정모듈 실행처리시간

검정 항목	명령어 수	처리 시간 [sec]
Reference Level Accuracy	14	9
Span Accuracy	120	64
Display Average Noise Level	829	1240
Attenuator Accuracy	64	38
RBW Accuracy	120	124
Frequency Response	1,031	602
Total	2,298	2077

### 4. 결 론

오늘날의 계속 시스템은 컴퓨팅 환경과 네트워크 기술의 발전으로 인해 독립형 계속시스템에서 분산형 네트워크 계속시스템으로 바뀌어 가고 있다. 타임마켓이 중요한 전기·전자분야 및 측정 정확도 확보가 무엇보다도 중요한 요소가 되는 정밀 계속 분야의 경우 디지털 계속 시스템 사용자들은 계속기기의 성능 및 측정 오차에 대해 신속한 신뢰성 확보가 가능하기를 바라고 있다.

본 논문에서 디지털 계속 시스템에 원격 검정모듈을 내장 또는 외장 시키고, 관리자나 웹 클라이언트에게 능동적인 웹 검정 서비스를 제공함으로써 인터넷을 통해 원격지에서 디지털 계속기기의 검정 기능을 원활히 수행할 수 있는 방안을 제시하였다. 디지털 계속기기 사용자는 계속 시스템의 정기적 혹은 비정기적인 검정을 수행하여 계속 및 측정기능에 대한 신뢰성을 확보할 수 있으며, 제작자는 계속기기에 대한 검정 이력을 관리함으로써 사용자의 요구에 대응하여 이력관리서비스를 제공할 수도 있다. 향후, 검정 기준 플랫폼의 소형화, 저가화 및 고정밀도화에 대한 연구가 필요하고, 특히, 단순한 측정오차에 대한 검정 수준이 아니라, 원격 교정 및 보상 모듈을 탑재하기 위한 연구가 진행되어야 진정한 의미에서의 원격 검정, 교정 및 보상이 가능한 디지털 계속 시스템이 개발될 수 있을 것으로 생각된다. 마지막으로, 디지털 계속기기 고장 등을 파악할 수 있는 원격진단서비스를 사용자에게 제공하기 위한 연구도 진행되어야 할 것으로 생각된다.

### 〔참 고 문 헌〕

- [1] 네트워크 계측기 특2001-0001404, 삼성전자, 1999
- [2] 원격 계측 방법 및 그 장치 특2000-0016463, ET Comm, 1998
- [3] 네트워크를 이용한 구조물 계측 및 감시 시스템 특2001-0100502, 표준연, 2000
- [4] TCP/IP 프로토콜을 이용해서 전자 계측기들에 원격지접속 특2001-0041749, ABB, 2000
- [5] <http://www.lxistandard.org>
- [6] 남태희, "다양한 웹서버 환경 학습을 위한 CGI와 PHP활용", 2001