

# 스마트 네트워크 카드를 이용한 계측기 원격 제어 시스템 설계 및 구현

박진호<sup>†</sup>, 정민수<sup>\*\*</sup>

## 요 약

계측기 장비들을 검증하기 위해서는 원기를 보유하고 있는 인증기관에 의뢰하여 장비의 이상유무를 검증 받게 된다. 디지털 계측기 같은 고가의 장비를 보유하고 있는 기업에게 이런 검증과정은 시간과 비용을 가져온다. 본 연구에서 제안한 '계측기-스마트 네트워크 카드 모델'은 디지털 계측기에 스마트 네트워크 모듈을 탑재하는데, 이 카드는 기존의 웹 어댑터에 원격지에서 프로그램을 적제, 삭제, 실행이 가능하도록 스마트 기능을 추가하여 원격검증 및 제어가 가능하다. 제안한 모델은 다수의 프로그램이 적제 가능하여 응용가치 또한 높으며, 국내외로 판매한 고가의 디지털 계측기 하나하나를 인터넷을 이용하여 원격제어가 가능하게 하고, 원격으로 검증 조건을 교체할 수 있도록 함으로써, 장비의 질과 경쟁력을 높일 수 있다.

## Design and Implementation of Remote Control System for Measuring Instrument using Smart Network Card

Jin-Ho Park<sup>†</sup>, Min-Soo Jung<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

To verify correct operation of measuring instruments, we request the verification of measuring instrument to the agency that holds inspection devices. This works requires time and cost to the company. For this reason, We proposed "Smart Network Interface Card Model" for remote control of measuring instruments. Our model based on Web adapter, can add, delete and change the program to an existing web adapter from remote system. Furthermore, more than one program can be loaded, and can be updated from the remote system of internet. And also we can change the verification requirement of measuring instrument, hence it makes more good quality and competitive power of instruments.

**Key words:** Smart Network Card(스마트네트워크카드), Remote Control(원격제어), S-NIC(스마트네트워크인터페이스카드), Smart Packet(스마트패킷), Measuring Instrument(계측기)

## 1. 서 론

범용 계측기 시장에서 애질런트, 텍트로닉스 등 외산 제품 독주 체제가 올해에도 계속될 전망이다. 관련 업계에 따르면 수년째 3000억원 이상 규모의

국내 범용 계측기 시장 중 70% 이상을 한국애질런트와 한국텍트로닉스가 점유한 것으로 알려져 있다. 요코가와, 르크로이, 로데&슈바르츠 등의 시장점유율도 10% 이상이다. 범용 계측기는 오실로스코프, 전원공급기, 디지털 멀티미터, 함수발생기, 주파수계수

※ 교신저자(Corresponding Author): 정민수, 주소: 경남 마산시 월영동 449번지(631-701), 전화: 055)249-2217, FAX: 055)248-2554, E-mail: msjung@kyungnam.ac.kr

접수일: 2008년 5월 14일, 완료일: 2008년 8월 13일

<sup>†</sup> 준회원, 경남대학교 컴퓨터공학과 박사과정

(E-mail: pch1111@kyungnam.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> 종신회원, 경남대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 본 연구는 2008년 경남대학교 학술연구 장려금 지원으로 수행되었음

기, 스펙트럼 분석기 등을 통칭하는 것으로 모든 전자제품을 생산할 때 기본적으로 활용되는 측정 장비들이다[1,2]. 범용 계측기를 생산, 공급하는 국내 업체로는 이지디지털, 이디, 지에스인스트루먼트, LiGnex1 등이 있다. 그러나 이들 국내 업체의 전체 시장 점유율은 10% 미만이다[3]. 특히 정보통신 등의 첨단 계측기 분야는 매년 10%이상의 고속성장 추세이며 대부분의 시장을 미국이 국내 계측기 시장을 잠식하고 있다. 이에 따라 국산 디지털 계측기의 경쟁력을 높이기 위해 새로운 기술, 빠른 처리 능력이 가미된 계측기 기술이 필요하다[4]. 현재 계측기 제품으로서 웹을 이용한 것은 단순한 데이터 전송 수준에 머무르고 있으며, 원격 제어 및 검증과 원격 지에서의 프로그램 적재, 실행 및 삭제는 불가능하다. 이에 부응하기 위해 본 논문에서 제안한 것이 디지털 계측기에 스마트 네트워크 모듈을 탑재하여, 고속의 데이터 처리와 원격제어기능을 탑재한다. 스마트 네트워크 모듈은 기존의 웹 어댑터에 스마트 패킷 처리 기능을 추가한 확장된 신 개념의 네트워크 카드이다[5]. 이 모듈은 산업용 계측기에 탑재되어 원격 제어를 가능하게 할 뿐만 아니라 다양한 프로그램을 적재, 실행, 삭제기능까지 포함하고 있어 그 활용 가치가 높다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 계측기 원격 제어 관련 모델들을 살펴본다. 3장에서는 계측기를 위한 새로운 원격제어 모델을 제시하고, 이를 설계 및 구현하였으며, 4장에서는 실험결과 및 성능평가하고, 5장에서는 결론을 논한다.

## 2. 관련연구

계측기를 위한 기존의 원격 제어 시스템 관련 모델에 대해 연구하였다. 기존의 모델은 다음과 같다.

### 2.1 계측기-PC 직접 연결 모델

그림 1의 직렬통신 모델은 계측기와 클라이언트 사이에 RS-232C를 이용하여 시리얼로 통신하는 방식이다. 일반적인 직렬통신 모델에서 조금 더 발전한 모델이 휴대용 계측기-PC모델이다. 스펙트럼분석기 중에 휴대용으로 만들어져 고가의 대형 벤치톱 분석기에서 볼 수 있었던 측정 기능과 성능을 제공하면서 휴대가 가능해 편리성을 제공한다. 자체 소프트웨어를 PC에 설치한 후 스크린 이미지나 트레이스

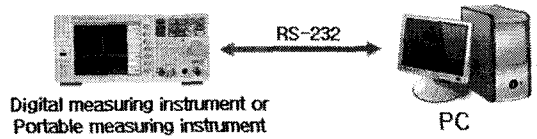


그림 1. 계측기 또는 이동식 계측기-PC 모델(기존모델)

데이터를 PC로 간단히 전송할 수 있는 기능을 가지고 있으며, PC와 휴대용 계측기는 RS-232로 연결되어 있다[6]. PC에 따로 소프트웨어를 설치해야하고, 하나의 소프트웨어를 설치하여 단순히 데이터를 전송하는 개념이고, 새롭고 다양한 소프트웨어 적재, 실행 삭제와 원격제어는 불가능하다.

### 2.2 계측기-서버 모델

그림 2의 계측기-서버 모델은 클라이언트와 계측기 사이에 서버를 두고, 서버는 계측기와 RS-232C를 이용한 직렬 통신으로 연결되어 있다. 서버는 일반적으로 인터넷이 가능한 범용 컴퓨터이며, 인터넷 통신과 직렬 통신을 교환하는 중계기 역할을 수행한다. 이 모델은 인터넷을 이용한 통신이 가능하다. 그러나 계측기마다 그 계측기의 모델을 위한 별도의 서버가 필요하고, 그에 따른 소프트웨어와 관리자가 필요하여 비용측면에서 비효율적이다[7-9]. 또한 계측기의 측정 데이터 정도만 통신할 뿐이며, 계측기 자체에 새로운 프로그램을 적재, 실행, 삭제는 불가능하다. 여러 대의 계측기를 서버에 연결할 경우 서버와 계측기가 RS-232C로 연결되어 있어, 근거리에 있는 경우에만 관리 가능하며, 별도의 관리 소프트웨어의 개발이 필요하다.

### 2.3 계측기-네트워크 인터페이스 카드 모델

그림 3의 계측기-네트워크 인터페이스 카드 모델은 계측기에 인터넷이 가능한 랜카드(NIC; Network Interface Card)를 장착하여 클라이언트와 인터넷 통신을 하는 방식이다[10,11]. 이 방식은 별도의 장비가 계측기의 내부에 탑재 가능하므로 설치가 용이하다.

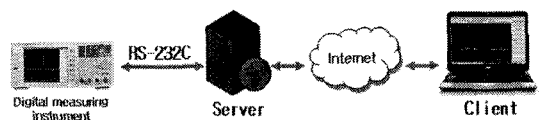


그림 2. 계측기-서버 모델(기존모델)

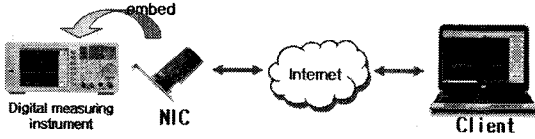


그림 3. 계측기-네트워크 카드 모델(기존모델)

그러나 이 방식은 인터넷을 이용한 간단한 데이터 전송만이 가능하다. 또한 디지털 계측기는 인터넷을 위한 TCP/IP 프로토콜을 디지털계측기의 운영체제 차원에서 지원해야 한다. 계측기의 운영체제에서 TCP/IP를 지원해야 하는 경우 계측기의 안정적인 측정에 심각한 영향을 줄 수 있다.

### 2.4 웹 어댑터 모델

그림 4의 웹 어댑터(Web-Adapter)모델은 계측기와 웹 어댑터 사이의 통신은 직렬 통신(RS-232C)을 하며 클라이언트와 웹 어댑터 사이에는 인터넷 통신을 한다. 이 방식은 TRIPP·LITE사가 자사의 UPS(uninterruptible power supply)를 모니터링하기 위해 독자적으로 개발한 네트워크 카드를 사용하고 있다[12]. 계측기-네트워크 인터페이스 카드 모델에 비해 계측기의 자원을 덜 사용하므로 신뢰성이 보장된다. 그러나 웹 어댑터 자체가 펌웨어로 제작되어 사용자가 원하는 시점에 어플리케이션을 적재하거나 변경하는 일은 불가능하다.

## 3. 계측기를 위한 원격 제어 시스템 설계 및 구현

### 3.1 원격 제어를 위한 새로운 모델 제안

본 논문에서는 앞 장에서 설명한 각 모델들의 단점들을 해결하기 위한 새로운 모델을 제안 하고자 한다. 우선 새로운 모델에 포함될 네트워크 카드를 '스마트 네트워크 카드(S-NIC; Smart Network Interface Card)'라 칭하겠다. 아래의 그림 5와 같이 계측기에 S-NIC를 두는 것이다. 기존의 랜 카드가

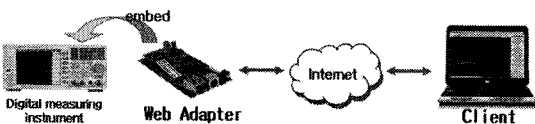


그림 4. 계측기-웹 어댑터 모델(기존모델)

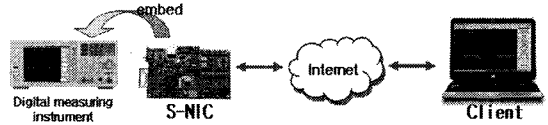


그림 5. 제안한 계측기-스마트 네트워크 카드 모델(제안 모델)

OSI 7계층 가운데 2계층을 지원한 반면 스마트 네트워크 카드는 TCP/IP를 지원하며 상위 계층인 어플리케이션 계층까지 지원할 수 있어야 한다. 이것은 디지털 계측기의 TCP/IP 기능을 사용하지 않음으로서 디지털 계측기의 통신 서비스에 대한 자원을 절약하여 측정의 신뢰도를 보장할 수 있다. 뿐만 아니라 S-NIC는 웹 어댑터의 기능을 그대로 가지면서 원격지에서의 명령어를 전송하여 수행하기 위해 스마트 패킷을 이용하였으며, 프로그램의 적재, 삭제, 실행이 가능한 새로운 모델을 제안하고 이를 구현하였다. 그림 6은 원격지에서 클라이언트가 인터넷을 이용하여 제3의 장소에 위치한 서버에서 파일을 S-NIC에 다운로드하여 계측기 안에 탑재된 S-NIC가 다운로드해온 프로그램을 적재, 삭제, 실행하는 개념도이다.

본 논문에서 제안한 '계측기-스마트 네트워크 카드 모델'의 기존모델들과의 차이점을 살펴보면 다음과 같다.

- 원격지에서의 프로그램 업데이트 가능
- 원격지에서의 추가적인 소프트웨어 탑재/삭제 가능
- 플랫폼에 독립적
- 계측기의 안정적인 측정 가능
- 원격제어로 인한 계측기의 성능저하 방지
- 원격지에서 쿼리를 받아들이고, 이에 대한 응답

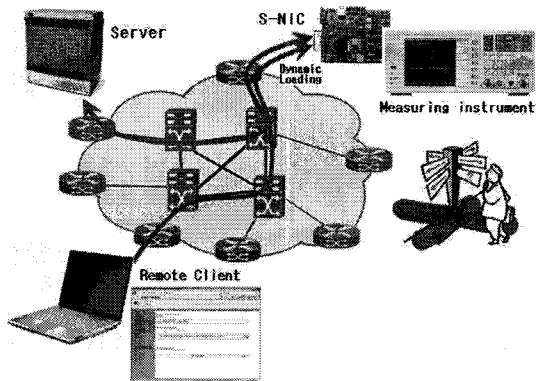


그림 6. 제안한 계측기-스마트 네트워크 카드 모델 개념도

(주파수 설정 등)

### 3.2 원격제어를 위한 효율적인 능동형 스마트 패킷 기술 제안

디지털 계측기를 위한 스마트 패킷은 인터넷을 통해 전송되고, 검교정 기능을 수행하기 위한 함축적인 명령어를 담고 있어야 한다. 또한 원격지에서 디지털 계측기의 검사 결과를 조회하거나 디지털 계측기에 새로운 값을 설정할 수 있는 제어기능을 담당할 수 있도록 패킷을 설계해야 한다. 이를 좀 더 원활한 통신과 효율적으로 관리하기 위해 스마트 패킷을 설계하였다. 스마트 패킷은 다시 헤더와 페이로드로 구성되어 있다. 그림 7에 보이는 효율적인 능동형 스마트 패킷 구조는 각 부분을 바이트단위로 결정하고 설계하였다. 웹기반으로 원격제어를 위한 통신이 이루어질 경우 스마트 패킷을 이용하게 된다.

효율적인 능동형 스마트 패킷 헤더는 다음과 같이 구성되어 있다. 'Classifier'는 스펙트럼 분석기를 위한 능동형 스마트 패킷 식별자로서, 'SASMART'라는 문자열을 가지며 길이는 7 Bytes이다. 'Version'은 스마트 패킷 버전(현재 1.0)을 나타내며, 길이는 2 Bytes이다. 'Command'는 스마트 패킷의 명령어를 나타낸다. 스마트 패킷 명령어는 LOAD, EXEC, DLTE이다. LOAD 명령어를 받았을 경우에는 스마트 패킷 처리기가 'AID(Application Identifier)'에 지정된 프로그램을 적재하는 LOAD 태스크를 호출, EXEC 명령어의 경우는 AID에 지정된 프로그램을 실행하는 EXEC 태스크를 호출, DLTE 명령어의 경우에는 AID에 지정된 프로그램을 삭제하는 DLTE 태스크를 호출하여 각각의 명령어에 맞는 처리를 한다. AID는 응용 프로그램 식별자를 나타내며, 스마트 패킷 처리기에 적재되어 있는 어플리케이션 식별자이다. 01~16까지의 식별자를 가진다. 'Payload'는 어플리케이션 실행에 필요한 파라미터 값들이 적재되어 있다[13].

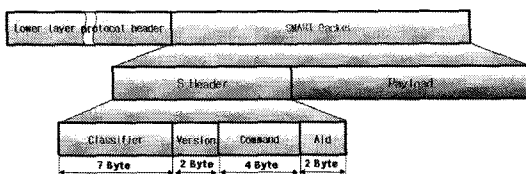


그림 7. 원격제어를 위한 효율적인 능동형 스마트 패킷 구조

### 3.3 계측기와의 통신을 위한 태스크 모듈 제안

본 장에서 제안한 시스템의 모든 처리는  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  기반의 스마트 네트워크 카드에서 동작하게 된다.  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  상에서 태스크 생성 및 관리를 하게 되고, 태스크 삭제 또한 마찬가지이다.  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 를 사용하게 된 이유는 원격제어를 하기 위해서는 여러 가지 처리를 하기 위해서 실시간 커널이 필요하고, 여러 가지 처리를 동시에 하기 위해 멀티태스킹을 지원해야 하며, 때로는 커널이 수행중인 태스크를 강제로 정지시킬 수 있어야 하기 때문이다.

원격제어를 위해 원격지에서의 원격제어 요청을 받아 처리하기 위해서 스마트 네트워크 카드에 전달 되면, 첫 번째로 스마트 네트워크 카드에서 스마트 패킷일 경우 스마트 패킷을 분석하여 명령어(3가지 명령어 LOAD, EXEC, DLTE)를 분류하게 된다. 그 이후 이에 명령어에 맞는 동작을 수행하게 된다. S-NIC에 태스크가 무한 루프로 수행중이기 때문에 언제든지 인터럽트가 발생하면 이에 맞는 동작을 수행하게 된다.

#### 3.3.1 LOAD 태스크

스마트 패킷의 'Command' 부분에 LOAD 명령어가 들어있을 경우, 'Payload' 부분에 원격지의 서버에서 다운로드해 올 URL도 같이 붙어서 전송하게 된다. 그리하여, URL에 위치한 프로그램을 다운로드하여 S-NIC에 저장한다. LOAD 태스크의 전반적인 처리 순서도를 보면 아래의 그림 8과 같다. 첫 번째로 LOAD 태스크는  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  함수를 이용하여 메시지 메일 박스와 세마포어를 생성한다. 메시지 메일 박스는  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 에서 제공하는 커널 오브젝트로, 태스크 또는 ISR에서 다른 태스크로 포인터 변수를 전송하는 역할을 한다. 즉, 다른 태스크와의 통신을 하는 역할을 한다. 그 다음 두 번째 순서가 메시지 메일 박스를 대기 상태(Waiting State)로 상태를 변환한다. 세 번째 순서로는 원격지의 서버에 접속할 URL과 다운로드하여 플래시 메모리에 적재할 파일명을 파싱하는 것이다. 파싱 후에는 HTTP로 전송할 HTTP Header를 생성하게 되고, 소켓 통신을 이용하여 소켓통신 환경 설정 후에 접속을 시도하게 된다. 접속이 완료 되면 인터넷으로부터 데이터를 다운로드 하게 되고, 플래시 메모리에 적재하게 된다. 이 과정을 모두 마치게 되면 세마포어를 반환한다.

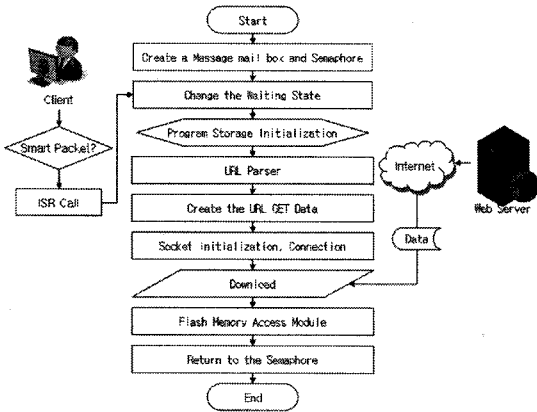


그림 8. LOAD 태스크 모듈의 순서도

다운로드 후 플래시 메모리 제어 모듈을 호출하게 되는데, 플래시 메모리 제어 모듈은 실제 S-NIC의 플래시 메모리를 삭제, 읽기, 쓰기 하는 것이다. 원격지의 프로그램이나 파일 등을 전송받아서 플래시 메모리에 저장되어 있는 웹페이지 파일이나 미들웨어 업데이트 등이 이루어 질 수 있다. 아래의 그림 9는 LOAD 태스크 과정 중에 원격지에서 다운로드 해온 다음의 과정인 플래시 메모리 제어 모듈의 처리 순서도이다. 플래시 메모리의 접근 처리 과정이 여기에 포함되어 있다. 먼저 디바이스를 오픈 한 후에 파일 이름을 체크하고, 미들웨어 파일인지 웹페이지 파일인지 아니면 그 외의 파일인지를 구분한다[14,15]. 파일 이름 체크과정이 끝나면 버퍼 저장해 놓은 원격지

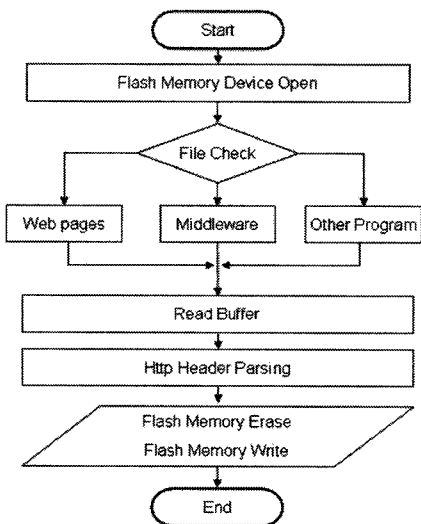


그림 9. 플래시 메모리 제어 모듈 처리 순서도

에서 다운로드한 파일을 읽어 들인다. 그 다음 순서로 HTTP 헤더를 잘라낸다. HTTP 헤더는 플래시 메모리에 적재할 필요가 없기 때문이다. 그 후의 과정에서 Fine-Grained 접근 방식으로 플래시 메모리를 삭제하고, 적재하게 된다[14,15].

### 3.3.2 EXEC 태스크

EXEC 태스크는 프로그램 실행 및 웹서버 모듈과 연동하는 역할을 한다. EXEC 태스크는 웹서버에서 POST를 전송하여 대기상태에서 동작 상태로 상태가 바뀌게 된다. 이때 웹서버는 PEND가 실행되어 대기 상태로 넘어가게 된다. 웹 서버 모듈은 EXEC 태스크가 완전하게 수행이 끝나고 나면 POST를 받아 동작 상태로 바뀌게 된다. EXEC 태스크는 스마트 패킷을 분석한 결과에서 AID를 정보를 알 수 있다. AID 정보는 Application Table에 저장되어 있는 프로그램들의 정보를 EXEC 태스크가 프로그램 실행에 필요한 함수 포인터 정보를 제공하고, 이 함수 포인터 정보를 이용하여 프로그램을 실행하게 된다. 16개 프로그램은 Application Table에 각 정보를 저장하고 있다. 명령어 수행 시 AID 식별 후 Application Table을 참조하게 된다. 그림 10은 스마트 패킷 분석 후 EXEC 커맨드 입력이 왔을 시 처리도이다.

### 3.3.3 DLTE 태스크

그림 11의 DLTE 태스크는 프로그램 삭제 관리 모듈이다. Client에서 전송된 정보를 통해 삭제하고자 하는 응용 프로그램의 AID 값을 알아낼 수 있다. 이 정보를 이용하여 DLTE 태스크에 Application

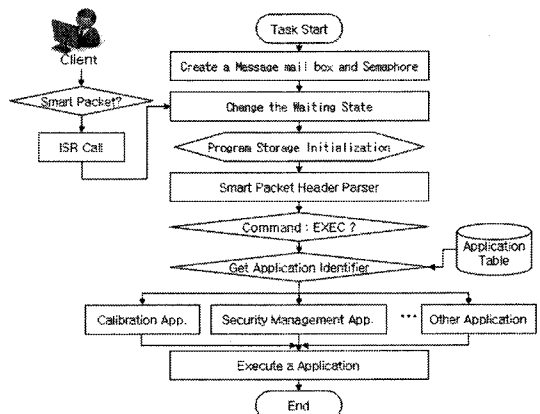


그림 10. EXEC 태스크 알고리즘

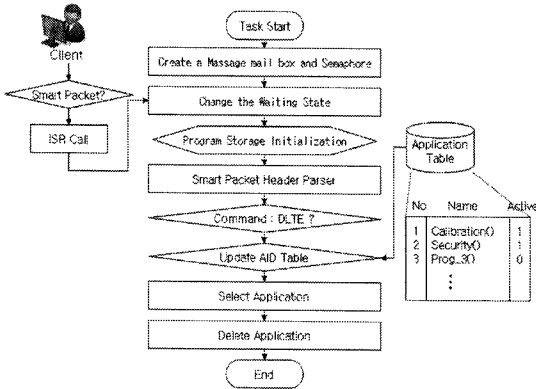


그림 11. DLTE 태스크 알고리즘

Table의 정보를 삭제 또는 상태를 삭제 상태로 변경할 수 있다.

### 3.4 스마트 네트워크 카드의 설계

스마트 네트워크 카드에서 통신처리 및 제어를 담당하는 CPU는 Altera사의 StartixII를 이용하여 구현하였다. 이 StartixII의 입력전원은 3.3v와 1.2V가 요구된다. 낮은 전압이 회로에 요구될 때에는 전원의 안정도가 고려되어야 한다. 또한, 고속 동작하는 FPGA는 순간적인 전원 변동이 심하므로, 이에 충분히 대응할 수 있는 입력전류를 공급할 수 있어야 한다. 이에 따라 스마트 네트워크 카드의 설계는 입력전압이 DC 10 ~ 20V 로 넓은 입력전압범위를 갖도록 했으며, 고속 동작 시 전원안정성을 위해 입력전류는 최대 3A로 설계하였고, 전원의 효율을 높이고, 공간을 줄이기 위하여 SMPS방식의 DC/DC converter

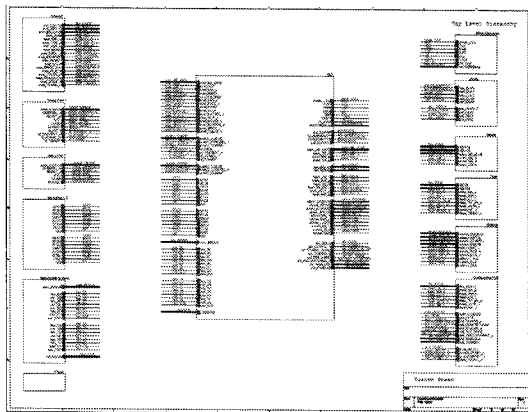


그림 12. 스마트 네트워크 카드의 최상위 레벨 시스템 계통도

사용하였다. 그림12는 설계한 스마트 네트워크 카드의 최상위 레벨 시스템 계통도이다.

## 4. 실험 결과 및 성능평가

### 4.1 개발 환경

하드웨어 개발환경은 스마트 네트워크 카드를 위한 개발 보드(Altera사의 Stratix II), Quartus-II, NIOS-II 코어와 기타 소프트 IP(Intellectual Property)로 구성되어 있다. Stratix II 보드는 FPGA 칩이 탑재되어 있으며, 기타 소프트 IP를 매핑시켜 마이크로 컨트롤러로 구성한다. 소프트웨어는 NIOS-II IDE(Integrated Development Environment, 통합 개발 환경)에 µC/OS-II를 포팅하여 개발하였다[14, 15,17].

### 4.2 구현

그림 13은 통합 개발 환경에 대한 화면이다. 이 개발 환경을 이용하여 제안된 스마트 네트워크 카드의 각종 동작을 설계하고 테스트할 수 있다. 왼쪽에는 실제로 구현한 파일들을 볼 수 있으며, 메인 창에는 구현한 소스의 일부분이다.

표 1은 구현된 파일들의 파일명들이며, 총 37개의 파일이다. 크게 헤더파일(.h)와 C파일(.c)로 구성된다. 각종 초기화, 태스크 구동 및 서버 접속, 명령어처리 등에 걸쳐 모듈별로 구현하였다. 구현된 파일 중 ro\_zipfs.zip파일은 웹페이지 파일들의 압축파일이다. 개발에 사용된 소스의 총 라인의 수는 약 7,300라인이다.

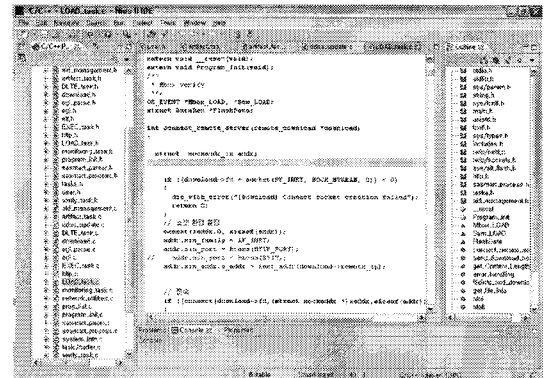


그림 13. NIOS-II 통합 개발 환경 화면(구현된 소스들)

표 1. 구현된 소스 파일들

aid_management.h	artifact_task.h	DLTE_task.h	download.h
egi_parse.h	egi.h	elf.h	EXEC_task.h
http.h	LOAD_task.h	monitoring_task.h	program_init.h
sasmart_parser.h	sasmart_process.h	tasks.h	user.h
verify_task.h	aid_management.c	artifact_task.c	ddns_update.c
DLTE_task.c	download.c	egi_parse.c	egi.c
EXEC_task.c	http.c	LOAD_task.c	monitoring_task.c
network_utilities.c	prog_list.c	program_init.c	sasmart_paser.c
sasmart_process.c	system_info.c	task_loader.c	verify_task.c
web_server.c	ro_zipfs.zip		

4.3 연동 테스트

연동 테스트는 아래의 그림 15의 시나리오와 같이 수행되었다. 그림 14에 나타나 있는 번호순대로 첫 번째로 사용자는 명령어를 포함한 스마트 패킷을 전송한다. 스마트 패킷을 받은 S-NIC는 스마트 패킷인지를 판별하며, 스마트 패킷일 경우 헤더를 체크한 후 패킷을 파싱한다. 그 후 3가지 명령 중 하나의 명령을 수행하게 되며, 파라미터를 체크한다. EXEC일 경우는 해당 프로그램(AID Table에서 검색)을 실행하고, DLTE일 경우는 해당 프로그램을 S-NIC에서 삭제하고, LOAD일 경우는 파라미터에 있는 URL로 이동하여, 프로그램을 다운로드하게 된다.

원격제어를 위해 사용자가 접속할 수 있도록 UI를 개발하였다. 아래의 그림 15는 사용자가 스펙트럼 분석기의 원격제어를 위해 접속에 성공한 화면이다. 오른쪽 그림은 프로그램을 로드해올 경우의 사용자 화면이며, 미들웨어와 UI를 업데이트, 프로그램 적재, 삭제, 실행을 할 수 있다.

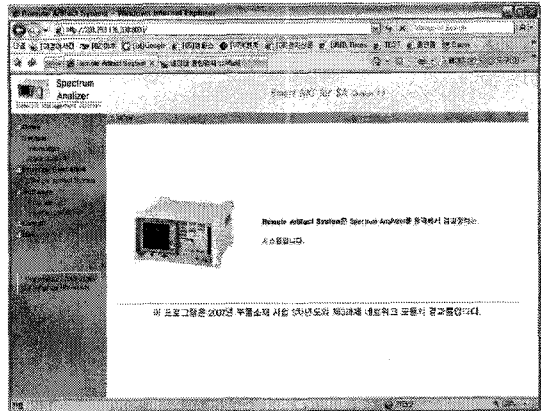


그림 15. 원격제어를 위해 사용자가 접속한 메인 페이지

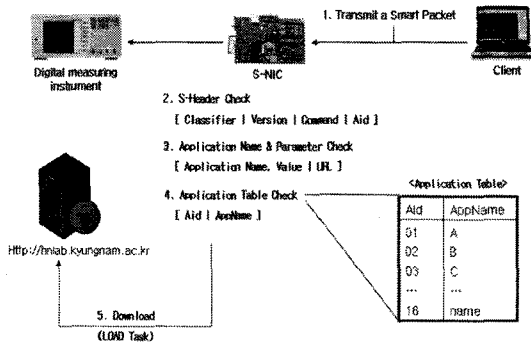


그림 14. 테스트 시나리오

4.3.1 LOAD 태스크를 이용한 프로그램 업그레이드 시스템 실험

LOAD 태스크의 테스트 시나리오는 사용자가 특정 서버에서 프로그램을 다운로드 해올 경우를 테스트했다. 본 연구에 의해 개발된 스마트 패킷을 이용하여, A지역에서 B지역의 파일서버에 접속하여 C지역에 있는 계측기에 프로그램 업그레이드를 실행하였다. 아래의 그림 16은 LOAD를 이용하여, 원격 서버에서 파일을 다운받고 프로그램을 다운로드 하여 업그레이드 완료한 프로그램 업그레이드 시스템의 테스트 결과이다.

4.3.2 DLTE 실험

아래의 그림 17은 DLTE 태스크에 의하여 원격으로 S-NIC내의 프로그램이 삭제가 진행 중인 화면이다.

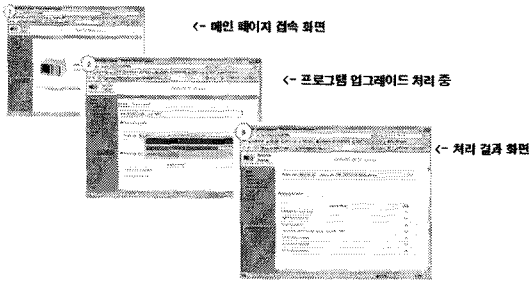


그림 16. LOAD 태스크를 이용한 프로그램 업그레이드 시스템 테스트 결과

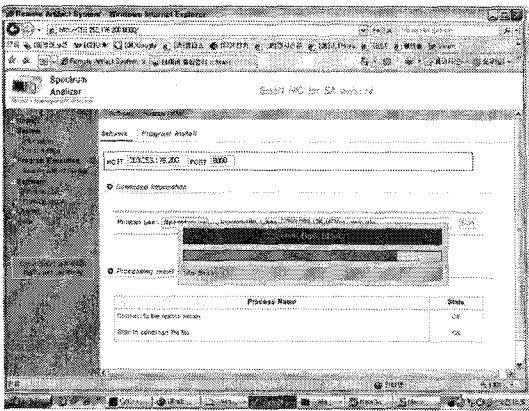


그림 17. DLTE 태스크를 이용한 프로그램 삭제화면

### 4.3.3 EXEC 실험

아래의 그림 18은 LOAD 태스크를 이용한 프로그램 업그레이드를 진행한 후 프로그램을 EXEC 태스크를 이용하여 재구동한 모습이다. 업그레이드한 결과를 눈으로 보기 쉽게 하기위하여 웹페이지도 교체

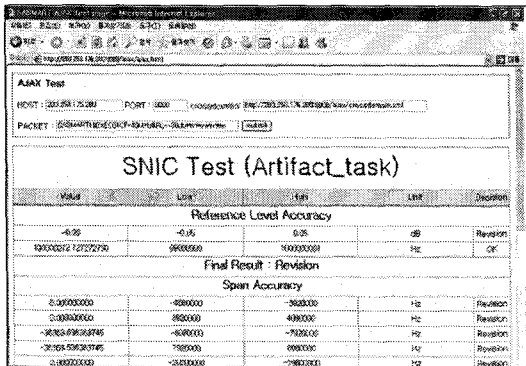


그림 18. EXEC 태스크를 이용한 프로그램(원격 검교정 시스템) 실행 결과

한 모습이다. 원격 검교정 시스템을 탑재하여 EXEC 태스크를 이용하여 실행한 화면이다. 호스트명과 크로스 도메인, 스마트 패킷을 입력하여 원격 검교정을 실시하였다.

### 4.4 기존의 모델과 제안한 모델의 비교분석

기존 모델들의 총체적인 단점들을 보면, 인터넷 불가, 계측기의 성능저하 유발 또는 정확한 측정에 방해, 비용에 비효율적, 새로운 어플리케이션 적재, 변경, 삭제 불가능한 단점들이 있다. 표 2는 기존의 모델들과 본 논문에서 제안한 모델의 기능을 비교한 것이다. 계측기 측면에서 볼 때 계측기 자체에 탑재되는 NIC의 경우 펌웨어는 탑재가 되나 새로운 소프트웨어를 탑재할 공간은 없다. PC나 서버의 경우 프로그램의 크기가 대용량 탑재가 가능하나 이는 계측기 측에 탑재되는 것이 아니며, 현재로서는 1:1로 연결하여 단순한 데이터 전송만 가능 할뿐이다. 패킷 필터링의 경우 스마트 패킷 또는 새로운 유형의 패킷이 전송되었을 시 그 패킷을 필터링 및 분석하여 처리할 수 있는 기능을 말하는 것인데, 이러한 기능을 가진 것은 S-NIC밖에 없다 그리고, 새로운 프로그램을 적재, 실행, 삭제 기능을 가진 것 또한 S-NIC밖에 없다. 따라서 제안한 ‘계측기-스마트 네트워크 인터페이스 카드-Client’ 모델이 여러 측면에서 우수한 성능 및 기능을 보이고 있다.

### 4.5 성능 평가

성능 평가는 계측기의 안정적인 측정을 위해 S-NIC의 성능을 측정하였으며, 태스크 개수와 태스크 프레임을 측정하였다. 여기서 태스크 프레임은 메모리에 적재된 각 태스크들의 Switching Time으로 정의한다. 아래의 그림 19는 μC/OS-II에서 제공하는 성능평가 프로그램으로 태스크 개수와 Task switch/sec를 나타낸다. 총 태스크는 32개를 생성하였으며, 초당 태스크 스위칭이 161번이다. 아래와 같은 공식으로 Task Frame을 도출해낼 수 있다.

$$TaskFrame = \frac{1sec}{TaskSwitch} = \frac{1sec}{161} = 6.21ms$$

결과적으로 Task Frame은 6.21ms이며, 태스크 32개를 생성하여 수행 중 태스크 프레임이 0.006초 정도 밖에 안 걸린다는 사실을 알 수 있다.



표 2. 제안한 모델과 기존 모델 비교 분석

Model Types	Performance	전송률	데이터 전송	원격 제어	S/W 사이즈	패킷 필터링	프로그램 적재, 실행, 삭제
(2.1) 계측기-PC 모델		19.2Kbps	○	×	×	×	×
(2.2) 계측기-서버-클라이언트 모델		12Mbps	○	○	×	×	×
(2.3) 계측기-NIC-클라이언트 모델		12Mbps	○	○	×	×	×
제안한 계측기-S-NIC-클라이언트 모델		12Mbps	○	○	Max. 2MB	○	○

(○: 가능, ×: 불가능)

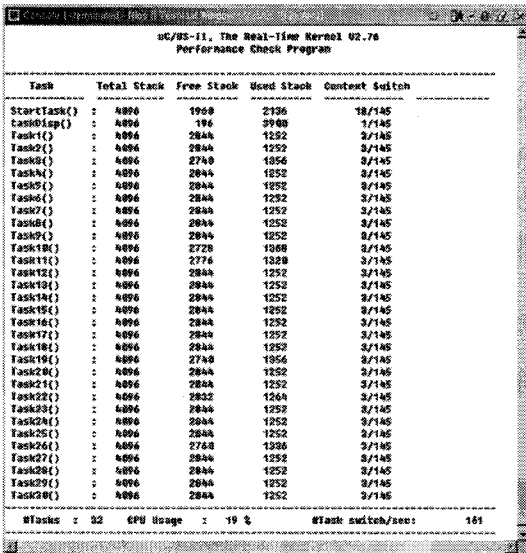


그림 19. 성능 평가 처리 결과 화면

## 5. 결 론

계측기에 대한 기술은 크게 아날로그에서 디지털로 플랫폼이 변하고 있고 계측기에 네트워크 기능이 탑재되고 있는 추세이다. 기존의 모델에서도 네트워크의 기능은 탑재하고 있으나 단순한 데이터 전송에 그치고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 디지털 계측기에서 S-NIC가 탑재되는 ‘계측기-스마트 네트워크 카드 모델’을 제안하고 이를 구현함으로써 계측기의 새로운 미래인 원격제어가 가능하도록 하였다. 다수의 소프트웨어를 탑재가능하며, S-NIC에 원격으로 프로그램의 동적 적재, 실행, 삭제가 가능하여, 미들웨어 업데이트 및 웹페이지 업데이트, 웹을 이용한 계측기 임대사업, 로봇 원격 모니터링, 원격점검, 계측기 모니터링 및 검교정 등 그 활용도가 무궁무진하다[18-20]. 또한 스마트 패킷의 필터링이 가능하여

일반패킷과 스마트 패킷을 분류한 후 스마트 패킷을 분석하여 그에 따른 명령어 처리가 가능하다. 제안한 모델방법은 계측기에 국한되지 않고 여러 가지 장비에도 응용 및 활용 가능 할 뿐 아니라, 필요한 프로그램 탑재가 자유롭고 편리한 이용방식으로 활용에 있어서의 가치는 높다.

## 참 고 문 헌

- [1] HEWLETT-PACKARD, *Spectrum Analyze Technique-Application Note 150*, Hewlett-Packard Development Company, 1989.
- [2] LIGnex1, *Spectrum Analyzer Manual*, LIGnex1 Corporation, 2004.
- [3] Soon-Wuk Choi, Etnews, <http://www.etnews.co.kr/news/detail.html?id=200801020119>
- [4] 설경수, 정준영, 정민수, “산업 계측기용 자바 기반 임베디드 환경의 최적화에 관한 연구,” *THESES COLLECTION*, Vol.21, No.2, pp. 303-312, 2003.
- [5] A. Jackson and C. Partridge, “Smart Packet,” <http://www.net-tech.bbn.com/smtpkts>
- [6] AGILENT, *Agilent E4444A BenchLink Spectrum Analyzer PC Software for Portable Spectrum, EMC, and Sweep/Ingress Analyzers*, Agilent Technologies Corporation, Jan. 2002.
- [7] NATIONAL INSTRUMENTS, *LabVIEW™ Remote Panel Server Connections Activation Guide*, National Instruments Corporation, Mar. 2003.
- [8] Seung-Jin Moon, “A Study on Network Module for Web-Based Multimedia Device,”

論文集(THESES COLLECTION), Vol.24, pp. 355-363, 2006.

[9] 박두영, LabVIEW™ 컴퓨터 기반의 제어와 계측 Solution, ohm사, 2002.

[10] AGILENT, *Agilent EXA Signal Analyzer N9010A data Sheet*, Agilent Technologies Corporation, Nov. 2007.

[11] AGILENT, *Specifications Guide - Agilent Technologies N9010A EXA Signal Analyzer*, Agilent Technologies Corporation, Jan. 2008.

[12] TRIPPLITE, <http://www.tripplite.com/products/powermgmt/index.cfm>

[13] Yoon-Sim Yang, Cheol-Sung Bae, Min-Soo Jung, and Young-Seok Lee, "The Design of Active Sensor Language on Active Network and Implementation of Its Interpreter," *Korea Multimedia Society*, Vol.6, No.7, pp. 1245-1255, 2003.

[14] ALTERA, *Nios II Software Developer's Handbook*, Altera Corporation, California, May. 2007.

[15] ALTERA, *Nios Development Board Reference Manual, Statix II Edition*, Altera Corporation, California, Sep. 2004.

[16] ALTERA, <http://www.altera.com/support/spt-index.html>

[17] Jean J. Labrosse, *MicroC/OS-II: The Real Time Kernel*, CMP Books, 2004.

[18] 윤영섭, 권광희, 류원열, 이승엽, 최현철, "PCS 중계기 제어용 원격 모니터링 RF 스펙트럼 분석기", *전자기술연구지*, Vol.22-2, 2001.

[19] 임성호, 김주만, "웹 서비스 기반 URC 로봇 원격 모니터링 기술의 설계 및 구현," *한국콘텐츠학회*, Vol.6, No.11, pp. 285-294, 2006.

[20] 홍원표, "Web을 활용한 원격제어 감시 및 원격 검침 LonWorks 시스템 구축에 관한 연구," *논문집 (JOURNAL OF TAEJON NATIONAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY)*, Vol.17 No.1, 2000.



박진호

2004년 2월 경남대학교 컴퓨터공학과 학사  
 2006년 2월 경남대학교 컴퓨터공학과 석사  
 2008년 2월 경남대학교 컴퓨터공학과 박사 수료  
 2006년 3월~현재 경남대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : Embedded, Smart Card, Java Card, Java Machine, 모바일 컴퓨팅



정민수

1986년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사  
 1988년 한국과학기술원 전산학과 석사  
 1994년 한국과학기술원 전산학과 박사  
 1990년~현재 경남대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야 : Java Technology, Java Machine, Home-Networking