

부분방전 광역감시를 위한 JAVA기반 진단플랫폼 개발

Development of a platform based on JAVA for partial discharge monitoring

진진홍*, 김광수**, 정준영***, 김광화****

Jin-Hong JEON*, Kwang-Su KIM**, Jun-Young JEONG***, Kwang-Hwa KIM****

Abstract - This paper deals with a platform for diagnosis monitoring of partial discharge based on Java virtual machine. This platform is designed for estimating diagnostic parameters of partial discharge signal and displaying Web-page on operating status. For Web-service, hardware of platform is based on a Strongarm processor and software base is designed on Linux and java virtual machine.

Key Words : JAVA virtual machine, diagnosis,, platform, partial discharge, wide-area network

1. 서론

전력기기 진단기술은 초기에 오프라인(off-line) 진단기술을 중심으로 개발되었으나, 최근에는 온라인(on-line) 종합진단기술의 중심으로 개발되고 있으며, 미래에는 고도화된 개방형 광역 온라인 진단기술로 발전할 것이다. 지금까지 발전된 온라인 진단기술에서는 전력기기에서 결함의 유무 및 종류를 파악하는 수준까지 발전되어 있으나 미래의 자동화된 개방형 광역전력 시스템에서는 전력기기의 결함 유무 및 종류뿐만 아니라 결함위치, 결함 위험 상태를 분석할 수 있는 수준의 진단기술이 개발되어야 할 것이다. 따라서 본 논문에서는 전력기기의 온라인 진단을 위하여 개발된 가상머신(Virtual Machine)기반 모니터링 시스템에 대하여 소개하고자 한다. 개발된 진단 플랫폼은 전력기기의 온라인 진단을 위해 측정된 부분방전 신호를 이용하여 진단을 위한 파라미터를 추정하고 추정된 결과를 인터넷을 통해 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 제작되었다. 개발된 진단 플랫폼은 연산처리를 위한 DSP 신호처리 부분과 웹서비스를 위한 VM 부분으로 구성되어 있다. VM부분은 스트롱암 기반의 플랫폼을 적용하였으며 리눅스 환경에서 자바 가상머신을 이용하여 웹 서비스를 구현하였다. 본 논문에서 제시된 기술은 향후 산업용 장치들의 웹 기반 진단 및 모니터링 기술에 이용될 예정이며 또한 스마트 센서 모듈 및 분산 제어 시스템 모듈 개발에 응용될 수 있다^[1-5].

2. 본론

2.1 진단 플랫폼

본 논문에서는 GIS 및 변압기와 같은 전력기기의 온라인 진단을 위한 VM(virtual machine) 기반 모니터링 시스템 개발 연구의 중간 결과에 대하여 제시하고자 한다. 개발된 플랫폼은 전력기기의 부분방전 파형을 추정하고 추정된 부분파형의 결과를 분석하여 전력기기 상태를 온라인 상태에서 인

터넷을 통해 실시간으로 모니터링이 가능하도록 설계하였다. 진단 플랫폼의 개념적인 동작 개요를 그림으로 나타내면 그림 1과 같다^[3-5].

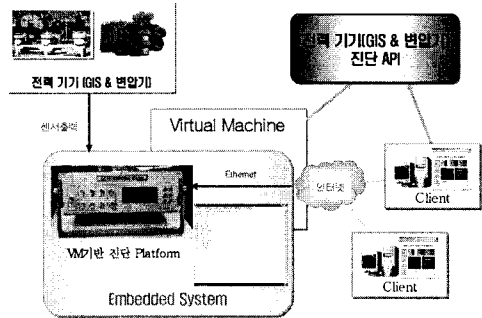


그림 1. VM기반 진단플랫폼의 동작개요

그림 1에서 나타낸 바와 같이 VM기반 진단플랫폼은 전력기기의 센서 출력을 입력으로 하여 입력된 신호를 처리하여 전력기기의 상태를 진단한다. 또한, VM을 기반으로하여 인터넷에 접속되어 있어 전력기기의 상태 진단 결과를 보고자하는 client들에게 진단된 결과를 진단 API를 통해 서비스할 수 있도록 하였다. 시작품은 신호 처리를 위한 신호처리모듈과 인터넷 서비스를 위한 VM 플랫폼 모듈로 구성되어 있으며 GIS 진단 알고리즘과 변압기 진단 알고리즘에 대한 성능 평가와 VM 모듈 개발을 위한 연구가 병행될 수 있도록 각각의 플랫폼을 개발하여 개발된 모듈을 독립적으로 개발한 후 개발된 모듈을 연계하여 그 전체적인 동작성능을 시험하였다. 개별적으로 개발된 모듈은 향후 진행되는 연구에서 하나의 플랫폼에 적용될 수 있도록 할 계획이다^[3-5].

2.2 진단 플랫폼의 구성

전력기기 진단 알고리즘을 적용하기 위한 모듈은 아날로그 입력을 받을 수 있어야 하며 받은 입력에 대하여 신호처리 알고리즘을 적용할 수 있어야 한다. 전력기기 진단에 사용되는 아날로그 입력 신호는 부분방전 신호를 사용하므로 고속 아날로그 인터페이스가 가능해야 하며 신호처리 또한 고속으로 이루어져야 한다. 이러한 특성을 만족시키기 위해서 신호

저자 소개

- * 正 會 員 : 한국전기연구원 산업전기연구단 선임연구원
- ** 正 會 員 : 한국전기연구원 산업전기연구단 책임연구원
- *** 準 會 員 : 경남대학교 컴퓨터공학과 박사과정
- ****正 會 員 : 한국전기연구원 산업전기연구단 그룹장

처리 모듈에 대한 플랫폼은 부동소수점 연산이 가능한 DSP(Digital Signal Processor)를 기반으로하여 설계하였다. 웹 서비스 기능을 수행하기 위한 VM 모듈은 java VM의 포팅이 가능한 OS가 지원되어야 하며 또한 TCP/IP 프로토콜 스택 및 ethernet 인터페이스가 용이한 플랫폼이어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 VM 모듈의 플랫폼은 Linux 지원이 가능하며 현재 PDA(Personal Digital Assistants)에 적용되어 ethernet 인터페이스가 용이한 스트롱암 계열의 프로세서인 SA1110을 기반으로 하여 설계하였다. 시작품의 구성도는 그림 2와 같다^[2-4].

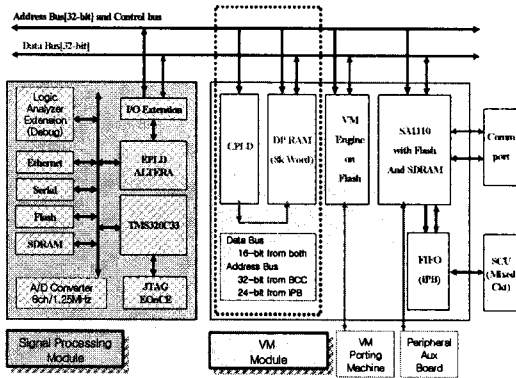


그림 2. 진단 플랫폼 구성도

그림 2의 구성도에 나타난 바와 같이 신호처리 모듈은 입력된 신호를 처리하기 위한 아날로그 입력부와 통신을 위한 통신 모듈, 내부 디바이스 제어를 위한 EPLD부, 외부 인터페이스를 위한 확장입출력(I/O extension)부, 고속 신호처리를 위한 DSP(TMS320C33)부, 프로그램 디버깅을 위한 JTAG부로 구성되어 있다. 인터넷 서비스를 위한 VM 모듈은 SA1110 프로세서를 기반으로 하는 플랫폼과 java interpreter 실행을 위한 VM 엔진부로 구성되어 있다^[3].

신호처리 모듈의 입력부인 아날로그 입력 부분은 전력기기로부터 측정된 부분방전 신호의 특성에 맞추어 설계하였다. 진단 플랫폼에 입력되는 부분방전 신호는 안테나로부터 수신된 부분 방전신호를 Peak Detect 모듈을 거친 후의 신호로 크기는 0V ~ 3.0V를 가지며 진폭(Pulse Width)는 20uSec인 신호이므로, 아날로그 입력 부분은 단방향 입력전압 범위(0V ~ 3.6V)와 최대 150KHz의 변환속도를 가지도록 하였다. 부분방전 신호의 위상 측정을 위해 기준 신호 입력을 TTL 신호로 받을 수 있도록 별도의 입력 채널을 할당 하였다^[3].

2.3 진단 플랫폼 시작품 및 사양

그림 3은 전면부 사진이다. 전면부는 입력신호의 기준을 제시하기 위한 기준신호 입력과 센싱된 PD신호를 읽어들이기 위한 8개의 입력 등 모두 9개의 아날로그 입력 채널과 시스템 동작을 제어하기 위한 6개의 버튼 입력을 가지고 있으며 시스템의 상태를 표시하기 위한 LCD 패널을 설치하였다.

그림 4는 내부 사진이다. 크게 전원부와 신호처리부, A/D 변환부, VM 모듈부로 구성되어 있다. 전원부는 220V 상용 교류전원을 24V 직류 전원으로 변환한 뒤 각각 직류 5V, ±15V로 변환하는 SMPS 모듈로 구성되어 있다. 5V 직류 전



그림 3. 진단 플랫폼(전면부)

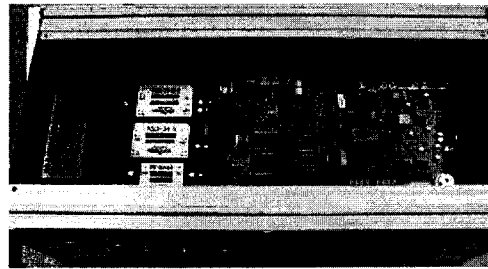


그림 4. 진단 플랫폼(내부)

원은 신호처리 모듈과 VM 모듈의 전원으로 사용되며 직류 ±15V 전원은 아날로그 채널의 전원으로 사용된다. AD 변환부는 전면 패널에 부착되어 있으며 입력 아날로그 신호의 변형을 최소화하기 위하여 아날로그 입력채널에 격결되어 있다. AD 변환 결과는 신호처리 모듈의 버스에 접속되어 디지털 형태의 신호로 신호처리 모듈에 전달되도록 하였다. 신호처리 모듈은 VM 모듈과 직렬 통신 버스로 연결되어 있다. 신호 처리 모듈에서 입력된 센서 신호를 진단 알고리즘에 적용시켜 진단 상태를 결과로 VM 모듈에 전달하게 된다. 전달된 진단 결과는 VM 모듈에서 인터넷을 이용해 볼 수 있도록 서비스 된다. 제작된 시스템의 전체 사양을 표 1과 같다.

표 1 진단 플랫폼 사양

| 항목 | | 사양 |
|-----------------|-----------|----------------------------|
| 입력 전원 | | 220Vac/60Hz |
| 아날로그 입력 | 센서 입력 | 8 채널, 1.25 MS/s, 0V ~ 3.6V |
| | 기준 입력 | 1 채널, TTL |
| 통신 | Ethernet | 1 port, 10baseT/100baseT |
| | Serial | RS-232C 1port, 56000 bps |
| | Debug | JTAG 1port |
| User Interface | 출력 | 16 × 4 LCD |
| | 입력 | 2 × 3 key-in |
| Case | | 19inch rack |
| Virtual Machine | java JVM | java ME 1.2, 2Mbytes |
| | OS | Linux Kernel Ver 2.4 |
| | processor | StrongArm SA1110 |
| | protocol | TCP/IP |

2.4 실험 결과

전력기기 진단 플랫폼의 동작 확인을 위해서 두 가지 입력 파형을 플랫폼에 인가하여 그 결과를 살펴보았다. 기본적인 동작 확인을 위해서 PD 신호가 일정한 위상에서 발생한다고 가정하고 검출된 PD 신호를 펄스 형태로 인가하였다. 트리거

신호를 위해서 기준 신호를 만들어 기준신호 입력에 인가하였으며 트리거 신호를 기준으로 일정 시간 지연을 가지는 펄스 신호를 만들어 채널 8번에 인가하였다. 인가된 신호와 트리거 신호는 그림 5, 그림 7과 같으며 각각의 경우에 진단 API의 출력 결과는 그림 6, 그림 8과 같음을 확인 하였다.

- 인가된 테스트 신호의 특성은 다음과 같다.
- TestCase 1 : delay 1msec, pulse width 100usec
- TestCase 2 : delay 4msec, pulse width 50usec

3. 결론

본 논문에서는 진단 플랫폼 시작품의 기본 구성을 제시하였으며, 기본 구성에 따라 제작된 시작품의 기본 동작을 확인 하였다. 진단 플랫폼의 기본 구성은 진단 신호의 처리를 위한 신호처리 모듈과 VM을 이용한 웹 서비스를 위한 VM 모듈의 두 부분으로 하였으며 각 모듈간에는 직렬 통신을 이용하여 주요 데이터를 전송할 수 있도록 하였다. 고속 신호 처리를 위해서 DSP를 사용하였으며 제작된 신호 처리 모듈은 트리거 입력과 8개의 신호 입력이 가능하도록 하였다. 각 신호 입력은 100kHz의 bandwidth를 가지도록 설계되었다. 진단 플랫폼의 user interface를 위하여 각각 입출력 도구로 LCD와 key-in 모듈을 사용하였다. VM 모듈은 하드웨어 플랫폼과 IVM의 소프트웨어 모듈로 구성되었다. VM 모듈의 하드웨어는 스트롱암 기반으로 구성하였으며 IVM 모듈이 설계, 제작되어 포팅되어 그 기본 동작을 시험하였다. VM 플랫폼은 java 기반의 API가 실행되는 기능과 인터넷 게이트웨이

의 기능을 수행하도록 설계하였다. 각각의 기능 수행을 확인 하기 위하여 테스트용 API를 제작하여 전체시스템의 동작을 확인하였다.

향후 연구에서는 제작된 시작품에 대한 정밀한 시험을 수행한 후 미진한 부분을 수정한 시작품을 제작할 예정이며 진단 결과를 visual하게 표시할 수 있는 API를 개발할 계획이다. 또한, 정밀한 진단을 위한 진단 알고리즘에 대한 연구가 진행되어 신호 처리 모듈에 포팅하여 진단 결과에 대한 정확도를 높이는 연구가 병행 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 산업자원부, 디지털 첨단 계측기기 개발 사업 1단계 2차년도 보고서, 2002. 9.
- [2] 한국전기연구원, 전력기기 광역 감시진단 시스템 개발 2차년도 보고서, 2003. 12.
- [3] 과학기술부, 전력용 변압기와 GIS의 부분방전 광역감시 및 지능형 진단기술의 개발, 국가지정연구실 1차년도 보고서, 2004년 6.
- [4] 전진홍 외, "네트워크 프로세서(MSC8101)을 이용한 광역 감시 진단용 플랫폼 개발", 대한전기학회 추계학술대회, pp. 503-506, 2003. 11.
- [5] 전진홍 외, "Java VM 기반 DC-DC 컨버터 진단 플랫폼 개발", 에너지공학회논문지 제13권 3호, pp190-195, 2004. 9

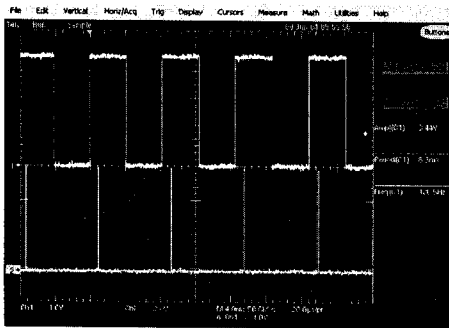


그림 5. TestCase 1의 입력 파형

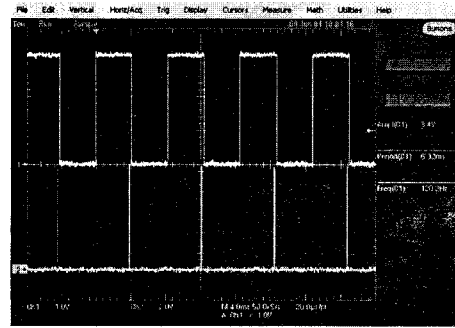


그림 7. TestCase 2에서의 입력 파형

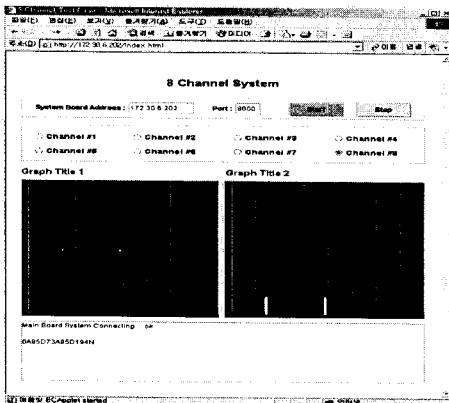


그림 6. TestCase 1에서의 웹 화면

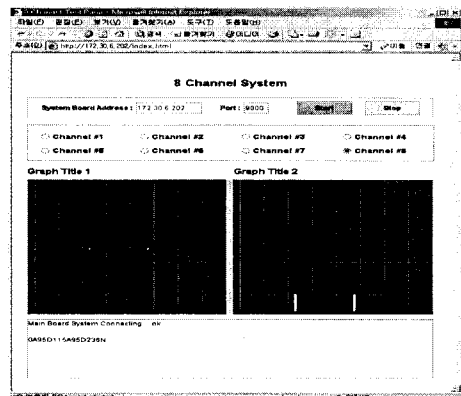


그림 8. TestCase 2에서의 웹 화면