DC-DC 컨버터 진단을 위한 모니터링 시스템 개발

전 진홍, 김 광수, 정 준영, 김 광화
한국전기연구원 산업전기연구단

Development of Monitoring System for DC-DC Converter Diagnosis

JEON Jin-Hong, KIM Kwang-Su, JEONG Jun-Young, KIM Kwang-Hwa
Korea Electro-technology Research Institute, Industry Applications Research Laboratory

Abstract - 본 논문에서는 DC-DC 컨버터의 온라인 진단을 위해 개발된 java VM(virtual machine) 기반 모니터링 시스템에 대하여 소개하고자 한다. 개발된 진단 플랫폼은 DC-DC 컨버터의 온라인 진단을 위해 시스템 식별 기법을 이용하여 진단을 위한 파라메터를 추정하고 추정된 결과를 인터넷을 통해 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 제작되었다. 개발된 진단 플랫폼은 기존의 DC-DC 컨버터의 제어기와 직렬 통신으로 연결되어 있으며 웹을 통해 주요 제어 변수의 설정과 모니터링이 가능하도록 제작되었다. 웹 서비스를 위해서 StrongArm 기발의 플랫폼을 적용하였으며 리눅스 환경에서 java VM을 이용하여 웹 서비스를 구현하였다. 본 논문에서 제시된 기술은 향후 산업용 장치들의 웹 기반 진단 및 모니터링 기술에 이용될 예정이다.

1. 서 론

DC-DC 컨버터와 같은 전력변환장치를 포함하는 모든 산업기기는 광역화, 고속화, 유연성, 접근성 및 저비용의 특성을 지닌 정보통신 기반기술을 접목하여 기존 시장을 유지 내지 확장하기 위해 고부가가치, 고신뢰성, 저물류비를 추구하는 것이 기술 개발의 큰 흐름이 되고 있다. 특히 전력변환장치의 유지관리는 전기 에너지의 효율적, 안정적 이용이라는 측면에서 제어 자체의 디지털화와 더불어 감시/진단의 원격화 및 범용화를 위해 광역 네트워크로 대표되는 인터넷을 보다 효율적으로 이용해보고자 하는 방향으로 연구가 진행되고 있다[1-5].

본 논문에서는 DC-DC 컨버터의 온라인 진단을 위해 개발된 java VM(virtual machine) 기반 모니터링 시스템에 대하여 소개하고자 한다. 개발된 진단 플랫폼은 DC-DC 컨버터의 온라인 진단을 위해 시스템 식별 기법을 이용하여 진단을 위한 파라메터를 추정하고 추정된 결과를 인터넷을 통해 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 제작되었다. 개발된 진단 플랫폼은 기존의 DC-DC 컨버터의 제어기와 직렬 통신으로 연결되어 있으며 웹을 통해 주요 제어 변수의 설정과 모니터링이 가능하도록 제작되었다. 웹 서비스를 위해서 StrongArm 기발의 플랫폼을 적용하였으며 리눅스 환경에서 java VM을 이용하여 웹 서비스를 구현하였다. 본 논문에서 제시된 기술은 향후 산업용 장치들의 웹 기반 진단 및 모니터링 기술에 이용될 예정이다.

2. 본 론

2.1 진단 플랫폼의 하드웨어 구성

DC-DC 컨버터 진단 플랫폼은 크게 하드웨어 시스템 구성과 소프트웨어 시스템 구성으로 나누어진다. 하드웨어 시스템 구성은 그림 1, 그림 2와 같으며, 소프트웨어 구성은 개략적으로 하드웨어 시스템 구성에 기반하여 그림 3, 그림 4와 같이 구성된다[1,5,6]. 하드웨어의 설계 및 구성에 관한 상세한 내용은 참고문헌 [1,5,6]에 상세히 설명하였다.

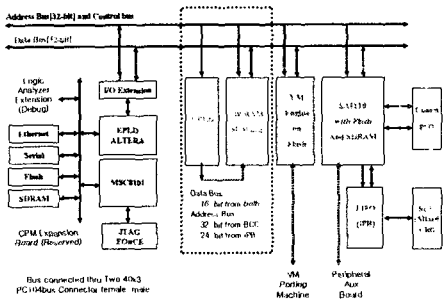

그림 1. 진단 플랫폼 하드웨어 구성

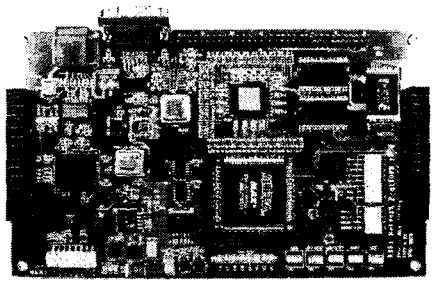

그림 2. 진단 플랫폼

그림 1과 그림 2에서 보는 바와 같이 진단 플랫폼은 직렬통신과 이더넷통신이 가능하도록 구성되어 있다. 직렬통신은 DC-DC 컨버터 타겟 시스템과 진단 플랫폼의 데이터 통신을 위해 사용된다. DDC 보드 시스템은 직렬통신을 통해 전송한 데이터를 이더넷 영역으로 재전송해 주는 게이트웨이 역할을 하고 있다. 따라서 DC-DC 컨버터 타겟 시스템에 대한 모니터링은 클라이언트가 DDC Board System으로 접속함으로써 가능하며, DDC Board System 접속방법은 웹브라우저를 이용한 이더넷 통신으로 누구든지 접속이 가능하다. 이때 DC-DC 컨버터 타겟 시스템의 모니터링을 위해 필요한 애플리케이션(S/W)는 DDC Board System에 접속함과 동시에 클라이언트에게 다운로드 되어진다[1,2,5].

2.2 진단 플랫폼의 소프트웨어 구성

애플리케이션의 모듈 구성은 그림 3과 그림 4와 같다. 그림 3은 타겟 시스템의 진단 모니터링을 위해 필요한 각종 모듈로서 크게 시스템 초기화 모듈, 데이터 입출력 모듈, 이산형 전달함수 식별모듈, 연속형 전달함수 변환 모듈, 특성계수산출 모듈로 구성된다.

Main Module은 System Operation을 시작하는 starting point 로서 DataReader, DataWriter, DataThread Module을 쓰레드로서 시작하고 종료하는

관리모듈이다. 시스템 초기화 모듈에서는 클라이언트와 DDC Board System과의 상호작용을 위해 필요한 각종 정보를 위한 초기화 모듈이 있다. 그리고 타겟 시스템과 DDC Board System 사이의 직렬통신을 위한 환경 정보 초기화 모듈 또한 포함되어 있다. 데이터 입출력 모듈은 직렬통신을 통한 데이터 입력모듈과 이더넷으로의 데이터를 출력모듈 두 가지로 구분되고 있으며, 이들의 데이터를 관리하기 위한 데이터 관리 모듈 또한 포함되어 있다. 데이터 관리 모듈에서는 Serial Comm. To Ethernet Comm. 수행시에 데이터의 손실을 방지하기 위한 데이터 임시 저장 역할을 담당한다. 그리고 시리얼로부터 입력되는 원시 데이터(Native Data)를 핸들링하여 클라이언트 영역에서 사용하기 편한 형태로 데이터를 변환하는 기능도 수행한다.

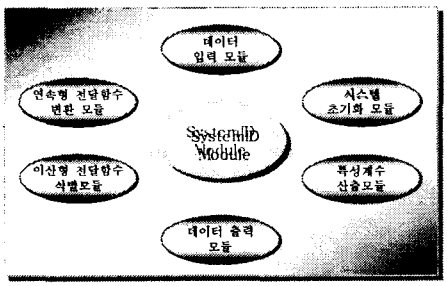

그림 3. DC-DC 컨버터 소프트웨어 시스템 구성

그림 4는 진단 모니터링의 결과를 사용자에게 보여주는 유저 인터페이스(User Interface:UI) 부분으로, DDC 시스템 정보UI, 모델추정UI, 모델진단추이 그래프 UI, 시스템 상태정보UI 로 이루어져 있다. DDC 시스템 정보 UI는 DC-DC 컨버터 타겟 시스템과 DDC Board System을 동작시키기 위한 시스템 정보 및 환경 정보를 설정하기 위한 부분이다. 모델추정 UI는 DDC Board System으로부터 전송되는 데이터를 진단 및 모델추정 모듈(이산형 전달함수 식별모듈, 연속형 전달함수 변환모듈, 특성계수산출모듈)을 수행함으로써, 출력되는 가공되지 않은 로우(Raw) 진단모델추정 결과를 나타내어준다. 모델진단 추이 그래프 UI는 모델 추정UI의 로우(Raw) 진단모델추정 결과를 사용자에게 보다 알기쉽게 인지 가능하도록 하는 그래프 타입의 UI이다. 시스템 상태 정보 UI는 DC-DC 컨버터 타겟 시스템이 전체적으로 동작함에 있어서 발생될 수 있는 이상유무의 상태를 나타내기 위한 UI이다.

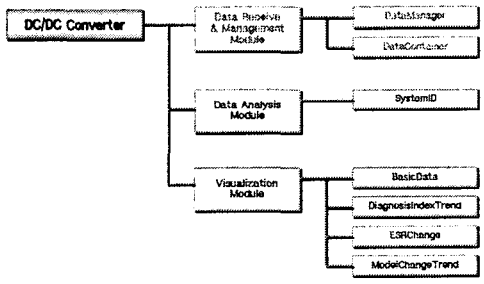

그림 4. 사용자 인터페이스 시스템

그림 5는 DC-DC 컨버터 모니터링 시스템의 전반적인 실행 동작 과정을 하드웨어 시스템 구성을 기반으로 하여 나타내고 있다. 여기에서 직렬통신 환경에서 이더넷 통신 환경으로 데이터를 전송하는 Data Manage 부분은 그림6과 같은 수행과정을 통해서 이루어진다.

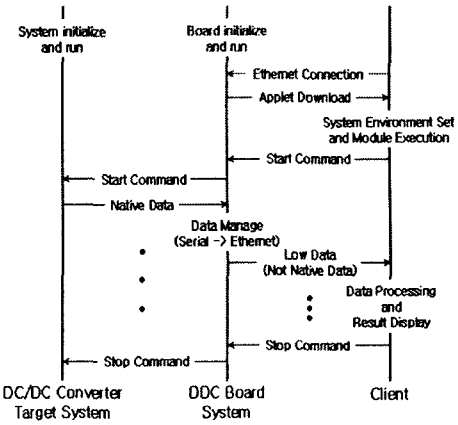

그림 5. DC DC 컨버터 모니터링 시스템의 실행

데이터 입력모듈에 해당하는 DataReader Module은 DC-DC 컨버터와 DataReader Module 사이의 직렬통신을 담당하고 있으며, 직렬 통신 초기화를 먼저 수행한다. 그리고 수신된 데이터의 정규화를 검증할 뿐만 아니라 검증된 데이터를 데이터 큐에 저장하고 DC-DC 컨버터로의 제어를 위한 제어 데이터를 송신한다. 그리고, 실제 데이터를 관리하는 Data Thread Module은 수신된 데이터를 ethernet 통신으로 라우팅하는 동안의 데이터를 잠시 관리하는 역할을 한다. 기본적으로 데이터의 추가, 삭제, 데이터 크기 정보 등에 대한 연산을 처리할 수 있으며, 내부적으로는 Data Module을 포함하고 있다. Data Module은 실제로 Data가 저장되는 vector type의 데이터 저장공간이다. 데이터 출력모듈인 DataWriter Module Ethernet 통신을 주로 담당하는 모듈로서, 큐 데이터 구조에 저장된 데이터를 ethernet 통신으로 전송하고, 전송된 데이터는 큐 데이터 구조에서 삭제하는 연산을 한다.

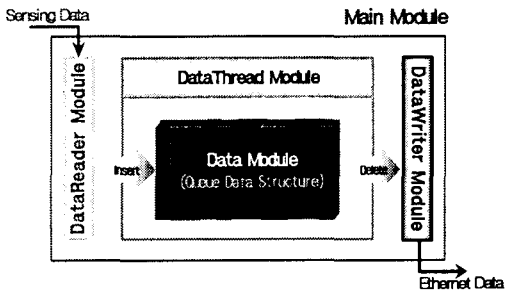

그림 6. 데이터관리를 위한 Structure

2.3 실험 및 결과

DC-DC 컨버터의 진단을 위한 시스템의 모델링 및 진단을 위해 적용된 시스템 식별 이론에 대한 설명은 참고문헌 [2,5,6]에 상세히 나타내었다. 시스템의 진단 알고리즘 적용을 위한 실험 방법을 간략하게 설명하면 다음과 같다.

시스템 식별을 위한 데이터 추출을 위해 디지털 제어기의 입력 기준값에 백색잡음(white noise)을 제어기의 입력으로 추가한다. 이 출력은 전력변환장치의 출력전압 Vout과 비교하여 그 값을 PI 제어기의 입력으로 둔다. PI 제어된 출력결과는 전력변환장치의 게이트 폭을 결정하는 값이 되고 결국 최종 출력전압 Vout에 잡음 성분이 반영되어 그 결과를 관찰할 수 있다. 이 때 입력성분에 추가된 백색잡음과 백색잡음에 의해 응답한 출력응답 성분을 비교하여 이를 추출해 내는 방법이다. 이렇게

얻어진 입력과 출력 데이터를 개발된 시스템 식별 프로그램에 적용시켜 주요 파라메터를 추정하였다[2,5,6].

진단 플랫폼 적용을 위한 실험 시스템의 구성은 그림 7에 나타내었다.

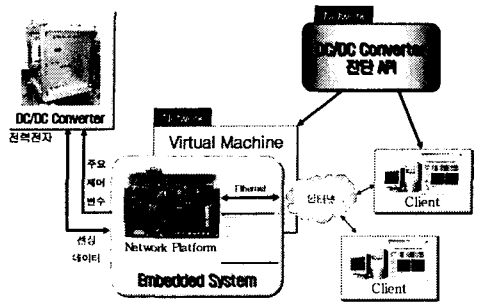

그림 7. 실험 시스템 구성

그림 7에 나타낸 바와 같이 진단 플랫폼은 DC-DC 컨버터 시스템과 직렬 통신으로 연결되어 주요 제어 신호와 센싱된 결과 데이터를 진단 플랫폼과 통신하게 된다. 통신된 데이터를 이용하여 진단 플랫폼에서는 진단 알고리즘을 연산하여 그 결과를 이더넷 통신 포트를 이용해 접속된 클라이언트에게 보내주게 되며 보내진 결과가 클라이언트의 화면에 표시되게 된다. 실험에 적용된 진단 알고리즘에 대한 순서도는 그림 8에 제시하였다.

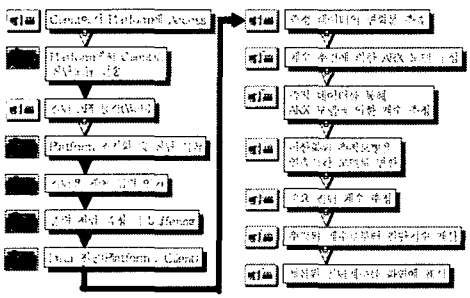

그림 8. 진단 API의 동작 순서

실험의 결과로 보여지는 진단 화면은 각각 그림 9, 그림 10과 같다. 그림 9는 진단 플랫폼의 초기화 완료와 이 때의 클라이언트 화면을 나타낸 것이다. 초기화 완료에는 플랫폼과 DC-DC 컨버터, 플랫폼과 클라이언트의 통신의 초기화가 이루어졌음을 나타내며 DC-DC 컨버터를 동작시킬 수 있는 준비가 완료되었음을 알려준다. 초기화가 완료된 후 동작 명령을 주게 되면 DC-DC 컨버터의 진단이 시작되며 진단된 결과가 화면에 실시간으로 표시되게 된다.

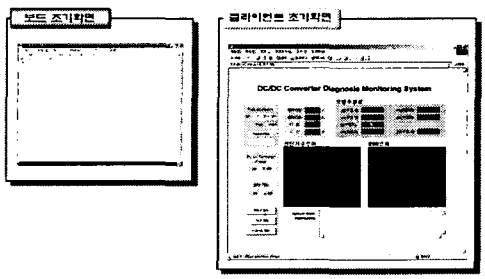

그림 9. 시스템 초기화 테스트 결과

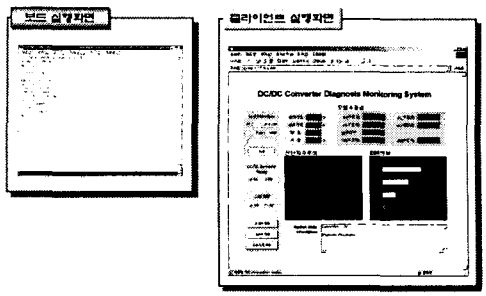

그림 10. 시스템 진단 중 표시 화면

그림 10은 DC-DC 컨버터의 온라인 진단화면을 표시한 것이다. DC-DC 진단의 결과는 파타메터 추정 알고리즘에 의해 추정된 주요 진단 지수의 추이와 ESR의 변화를 표시하며 현재 컨버터의 동작 상태를 표시하도록 하였다. 진단 지수는 Off-Line에서 계산된 Thresh-hold 값을 같은 화면에 표시하여 현재 상태가 어느 수준을 유지하고 있는지 알기 쉽도록 표현하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 DC-DC 컨버터의 온라인 진단을 위해 개발된 IVM 기반 모니터링 시스템에 대하여 소개하였다. 개발된 진단 플랫폼에 적용된 DC-DC 컨버터 진단을 위해 적용된 파라메터 추정 알고리즘과 플랫폼의 하드웨어적인 구성과 소프트웨어적인 구성에 대하여 설명하였으며 개발된 진단 플랫폼을 적용한 실험 결과에 대하여 소개하였다. 이러한 결과를 통해, 개발된 진단 플랫폼은 DC-DC 컨버터의 온라인 진단을 위해 시스템 식별 기법을 이용하여 진단을 위한 파라메터를 추정하고 추정된 결과를 인터넷을 통해 실시간으로 모니터링 할 수 있음을 보였다. 본 논문에서 제시된 기술은 향후 산업용 장치들의 웹 기반 진단 및 모니터링 기술에 이용될 예정이다.

[참 고 문 헌]

[1] 전진홍 외, "네트워크 프로세서(MSC8101)을 이용한 광역 감시 진단용 플랫폼 개발", 대한전기학회 추계학술대회, pp. 503-506, 2003. 11.

[2] 전진홍 외, "DC-DC 컨버터 진단을 위한 파라메터 추정", 대한전기학회 추계학술대회, pp. 177-180, 2003. 10.

[3] A. Landi, L. Sani, "Modulating function testing the performance of switch mode converter", IEEE. SDEMPED 01, Pp195-200.

[4] Amini Lahyani, etc, "Failure Prediction of Electrolytic Capacitors during Operation of a Switch mode Power Supply", IEEE Transaction on PE., Vol.13, No.6, Nov. 1998.

[5] 김태진 외 "기생저항변화를 고려한 DC/DC 컨버터 열화진단", 전력전자학술대회 논문집, 2003. 7, pp97-101

[6] 전진홍 외, "시스템 식별 기법을 이용한 DC DC 컨버터 파라메터 추정", 대한전기학회 추계학술대회, pp. 503-506, 2003. 11.