

네트워크 기반 자동화 변전소에서 SOAP을 이용한 IED간 정보교환 기술 연구

고윤석
남서울대학교

A Study on the Information Exchange Technology Between IEDs Using SOAP in Network Based SA System

Yun-Seok Ko
Namseoul University

Abstract - In this paper, autonomous information exchange methodology is studied between IEDs using SOAP protocol based on XML and PtP communication. Inference-based solution of the IED identifies the faulted zone autonomously from free information exchange among IEDs, transmits the operation information to the above SCADA system, also determines whether it executes or not for commands from the above SCADA. Finally, Inference-based solution is implemented using MS Visual C++ MFC, MS SOAP and MS XML. Availability and accuracy of the design is verified from simulation reviews for typical distribution substation.

1. 서 론

전력 시스템 분야에서도 계통운영의 안정성과 신뢰성 그리고 유지보수 계획의 효율성 제고를 위해 MA 및 RCM 개념의 도입이 검토되고 있으며, 그 일환으로 변압기, 차단기 그리고 개폐기 등에 센서 및 마이크로 프로세서 제어기술을 적용한 IED(Intelligent Electric Device)개발에 많은 연구노력이 집중되고 있다. IED는 유비쿼터스 환경하에서 센서로부터 수집되는 설비 및 계통운영 정보는 물론, 상호간에 정보교환 능력을 기반으로 다른 IED들로부터 제공되는 운전정보로부터 계통상태를 스스로 판단하여 내부적으로 사고가 우려되거나 자기 관할지역에 사고가 발생한 것으로 판단되는 경우 자율적 제어기능을 실행하고, 필요시 상태정보를 실시간으로 상위 감시제어 시스템에 전송한다. 또한 일차 고장제거 실패시 IED간 정보교환 능력을 기반으로 백업 시스템에 신속하게 정보를 제공하여 자율적으로 고장을 제거하도록 하며, 상위 감시제어 시스템으로부터의 제어명령에 대해 설비 자체상태를 자율적으로 판단하여 실행여부를 결정함으로써 사고파급효과를 최소화한다. 그러나 이러한 IED의 분산, 자율적 적용제어 개념의 실현은 기본적으로 네트워크를 기반으로 한 IED간에 자유로운 정보교환 능력에 기초하게 된다.

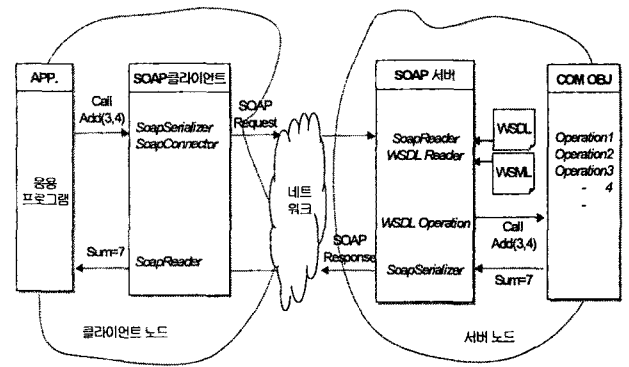
따라서 본 연구에서는 계통운영의 안정성과 신뢰성 제고를 위해 XML을 기반으로 하는 SOAP 프로토콜과 PtP 통신을 기반으로 IED간의 자율적 정보교환 방법론을 연구한다. IED의 추론기반 솔루션은 상호간의 자유로운 정보교환을 통해 사고지역을 자율적으로 판단, 동작하는 것은 물론 상위 감시제어 시스템에 운전정보를 전송하며, 상위 감시제어 시스템으로부터의 제어명령에 대해 설비 자체상태를 판단하여 자율적으로 실행여부를 결정하도록 설계된다. 끝으로, MS Visual C++과 MFC, MS SOAP, MS XML을 이용하여 IED의 추론기반 솔루션을 구현하며, 대표적인 배전 변전소에 대한 시뮬레이션 연구를 통해 설계의 유용성과 정확성을 검증한다.

2. SOAP의 기본 개념

SOAP은 RPC의 일종으로 XML로 포장된 메시지를 HTTP 방식으로 전송하기 때문에 방화벽에 자유로우며, 운영체제나 플랫폼 그리고 사용언어에 독립적인 장점을 가진다. 그림 1은 SOAP을 기반으로 하는 WEB 서비스 환경을 보인다. 먼저 클라이언트 노드에서 응용 프로그램 서부부터 Add(3,4)가 요청된다. 이때 서부부터 Add에 대한 웹 서비스 요청은 두 가지 방법으로 구현될 수 있는데, 하나는 직접 SOAP 클라이언트 오브젝트를 요청하는 경우이며 다른 하나는 SOAP 클라이언트 오브젝트내의 SoapSerializer 오브젝트, SoapConnector 오브젝트, SoapReader 오브젝트를 개별적으로 요청하는 경우이다. 물론 첫 번째의 경우도 내부적으로는 두 번째의 절차를 따르게 된다. 따라서 여기에서는 두 번째의 경우를 설명한다. 먼저 SOAP 클라이언트 오브젝트내의 SoapSerializer 오브젝트를 이용하여 클라이언트 요청함수 Add(3,4)에 대한 XML기반의 SOAP Request 메시지를 작성하고, SOAP Connector 오브젝트를 통해 HTTP 방식으로 통신경로를 개방시킨 다음, 서버노드로 그 메시지를 전송한다.

이때, 서버노드는 SoapReader 오브젝트를 이용하여 클라이언트로부터 제공되는 SOAP Request 메시지를 읽어 들여, 요청된 웹 서비스

스 오퍼레이션을 분석하고 WSDL Reader 오브젝트를 이용하여 WSDL 파일과 WSDM 파일을 검색한 다음, WSDL로부터 요청된 웹 서비스 오퍼레이션이 COM OBJ내에 존재하는지를 검사한다. 만약, 존재하는 경우 WSML을 이용하여 COM OBJ내의 오퍼레이션에 대한 인터페이스를 확인하여 WSDL 오퍼레이션 오브젝트로 하여금 오퍼레이션을 실행하도록 한다.

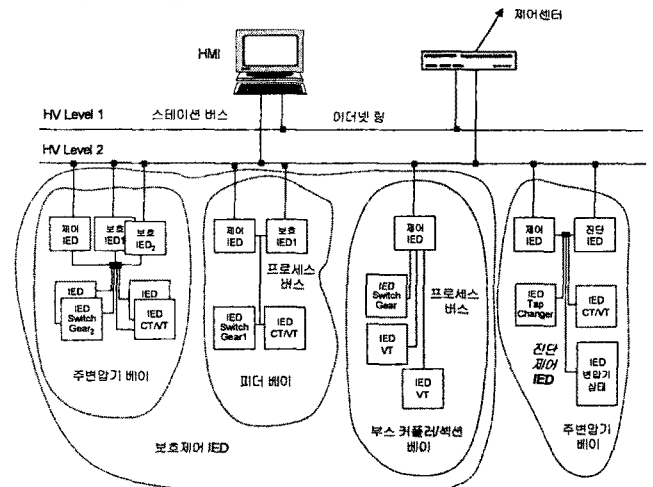


〈그림 1〉 SOAP기반 WEB 프로그램

3. 네트워크 기반 변전소 모델링

3.1 네트워크 기반 변전소 모델링

일반적으로 변전소는 수개의 전압레벨을 가질 수 있으며, 구조적으로 인접하였을 뿐만 아니라 보호제어 기능 측면에서 매우 밀접한 관계를 가지는 주변압기 베이, 피더베이, 부스 커플러 베이 그리고 부스 섹션 스위치 베이 등으로 구분할 수 있다.

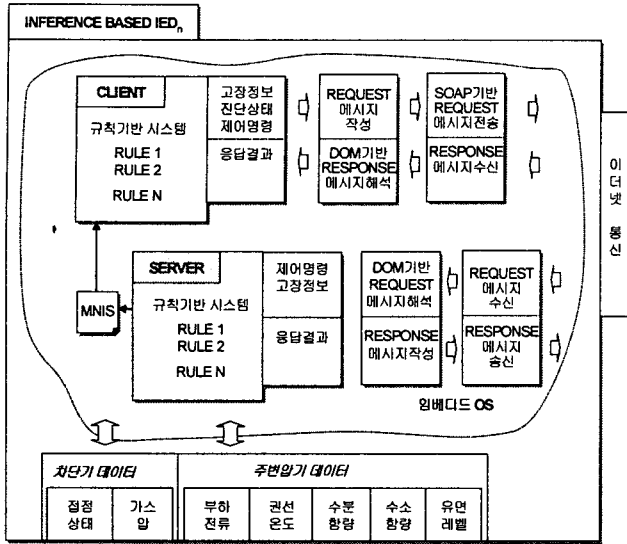


〈그림 2〉 네트워크 기반 변전소 모델링

따라서 통신 네트워크는 웹기반 환경하에서 IED간의 P2P 통신이 가능하도록 네트워크 구조로 설계되는데, 기본적으로 전압 레벨별로 스테이션 버스를 설계하며 각 전압레벨에 대해서 베이 별로 프로세스 버스를 설계한다. 즉 주변압기 베이, 피더베이, 부스 커플러 베이 그리고 부스 섹션 스위치 베이 별로 프로세스 버스를 설계한다.

4. 보호단절제어 IED 설계

보호진단제어 IED는 P2P 통신이 가능하도록 웹기반 환경하에서 추론기반의 클라이언트와 서버 구조로 설계한다. 특히 IED는 그림 6에 보인바와 같이 IED 상호간에 자유로운 고장정보 및 진단 정보교환을 위해 SOAP기반으로 설계된다.



〈그림 3〉 변전소용 IED 설계

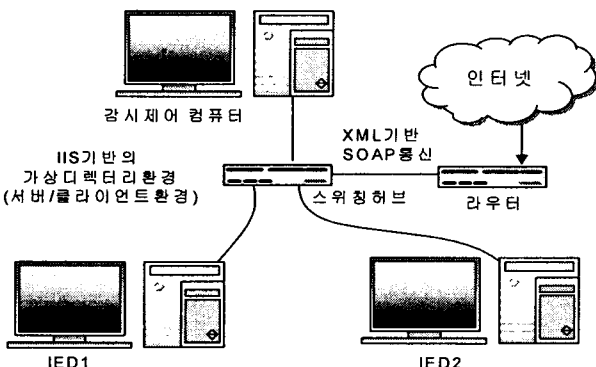
클라이언트는 보호제어, 진단제어의 경우에 따라 달리 설계되지만 그림 3에는 동일하게 포함되도록 표시하였다. 보호제어의 경우 CT로부터 제공되는 고장전류로부터 얻어지는 고장전류 감시상태 정보, 진단제어의 경우 주변압기 내장 센서로부터 제공되는 상태레벨정보, 제어 실패시 타 차단기에 대한 협조 제어명령 정보를 XML 기반의 SOAP 리퀘스트 메시지로 작성하여 서버에 전송하며, 서버는 이들 XML 기반의 리퀘스트 SOAP 메시지를 DOM 기능을 이용하여 분석한다. 만약, RULE 1에 따른 고장정보의 경우 수신된 메시지로부터 ID를 확인, RIEDS에 기록하고 RULE 4에 기반한 IED로부터의 제어명령 요구나 HMI로부터의 제어명령 요구의 경우 차단기에 개방 또는 투입명령을 내린다. 반면에 진단정보인 경우 메시지로부터 사에레벨을 변압기 ID와 상태레벨을 기록한다. 그리고 그 수행 결과를 SOAP 응답 메시지로 작성하여 클라이언트에 제공한다. 따라서 클라이언트는 이 응답 메시지를 DOM 기능을 이용하여 해석하여 실행 성공여부를 확인한다.

5. 시뮬레이션 평가

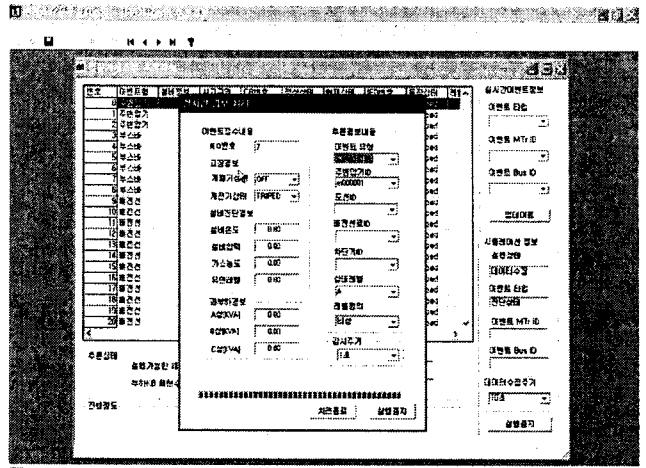
본 연구에서는 SOAP를 이용한 IED간의 정보교환기술에 대해서 연구하였으며, 배전변전소에 적용하는 문제를 다루었다. 따라서 그림 7에 도입된 154KV 배전변전소에 대해 SOAP 기반 정보교환 전략의 유효성과 적용 가능성을 검증한다.

5.1 시뮬레이션 시스템 구축

본 연구에서는 IED간의 자율적인 정보교환을 위해 제안된 방법의 유효성을 검증하기 위해서 추론기반 IED 솔루션을 비주얼 C++ 언어를 이용하여 설계, 모의하였으며, 또한 3대의 XP 윈도우즈 기반 개인용 컴퓨터를 네트워크로 연결, 네트워크 기반 시스템을 모의하였다.



〈그림 4〉 시뮬레이션 시스템 구성



〈그림 5〉 실시간 경보처리 TASK 화면

CASE 3] 리클로우저 보호구간 사고

피더상의 리클로우저 보호구간 사고가 모의된다. 해당 피더베이에 해당하는 CB가 고장전류를 감지한다. 또한 전위단 리클로우저가 고장전류를 경험하기 때문에 리클로우저 IED는 RULE 1에 따라 고장정보 메시지를 SOAP 메시지로 작성, 멀티 캐스팅 방식으로 네트워크 상에 전송하며, CB IED는 이 SOAP 기반 고장정보 메시지를 수신, RIEDS는 (IED5)가 된다. 따라서 IED는 RULE 3에 근거, 전위 부하단에 고장이 발생한 것으로 추론하여 자율적으로 타보호구간 모드로 동작, CB를 타보호구간모드 동작시간에 따라 차단명령을 내린다. 또한, IED는 이 이벤트 정보를 SOAP 메시지로 작성 실시간으로 HMI에 전송하게 되는데, 실시간 경보처리 TASK 화면은 이벤트 접수사실을 보인다.

6. 결 론

본 연구에서는 대규모 시스템 운영의 안정성과 신뢰성 제고를 위해 최근 인터넷 문서 표준이 되고 있는 XML을 기반으로 하는 SOAP 프로토콜과 P2P 통신을 기반으로 IED간의 자율적 정보교환 방법론을 연구하였다. IED의 추론기반 솔루션은 상호간의 자유로운 정보교환을 통해 사고지역을 자율적으로 판단, 동작하는 것은 물론 상위 감시제어 시스템에 운전정보를 전송하며, 상위 감시제어 시스템으로부터의 제어명령에 대해 설비 자체상태를 판단하여 자율적으로 실행여부를 결정하도록 설계하였다. 끝으로, MS Visual C++과 MFC, MS SOAP, MS XML을 이용하여 IED의 추론기반 솔루션을 구현하며, 대표적인 배전 변전소에 대한 시뮬레이션 연구를 통해 설계의 적용 가능성을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2005-B-116) 주관으로 수행된 과제임

〈참고 문헌〉

- [1] SIMENS, IEC61850을 적용한 변전소 자동화 파일럿 프로젝트.
- [2] SAT Automation, IEC61850 기반 변전소 자동화 솔루션.
- [3] Yantai DONGFANG 전자통신, IEC61850기반 변전소 감시 제어 시스템(DF3000 시리즈).
- [4] Erich W. Gunther, "A Practical Application of the IEC61850 Communication Standards", EnerMex Corporation.
- [5] IEC61850 Standards
- [6] Lars Andersson, K. P. Brand, Wolfgang Wimmer, "The Communication Standard IEC61840 Supports Flexible and Optimized Substation Automation Architectures", 2nd International Conference INEGATED PROTECTION CONTROL AND COMMUNICATION EXPERIENCE BENEFITS AND TRENDS, IV17-23, October 2001.
- [7] Lars Andersson, K.-P. Brand, Wolfgang Wimmer, "Some Aspects of Migration from Present Solutions to SAS based on the Communication Standard IEC61850", 2nd International Conference INEGATED PROTECTION. CONTROL AND COMMUNICATION EXPERIENCE BENEFITS AND TRENDS, IV24-31, October 2001.