2006년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2006. 7. 12 - 14

SCL을 이용한 IED 신뢰도 향상 기법 구현에 관한 연구

김명회, 김해누리, 장대붕, 임성정, 이승재
명지대학교

The Research for IED's Reliability Enhancement Technology Implementation Using the SCL

Myong-Hoe Kim, Hae-NuRi Kim, Dapeng Zhang, Seong-Jeong Rim, Seung-Jae Lee
Myongji University

Abstract - 신뢰도 향상기법(System-based Reliability Enhancement Technology : SRET)이란 시스템레벨에서 IED의 신뢰도를 개선하는 방법이다. 변전소 자동화 시스템(SAS)에서 각 IED들은 각자의 역할에 충실하여 정상적으로 동작하여야 한다. 어떠한 IED에 이상이 생겼을 경우, 변전소 내 시스템에서는 그 IED의 이상 여부를 감지하고 그에 적절한 조치가 취해져야 한다. 본 논문은 IEC61850 기반 SCL(Substation Configuration description Language)를 이용한 SAS에서 같은 역할을 하는 백업 IED를 구성하여 임의의 사고에도 시스템 동작에 아무런 영향을 미치지 않는 시스템 신뢰도 향상 기법의 구현을 설명하였다. 제안한 기법의 효율을 검증하기 위하여 실제 시뮬레이터를 사용하여 시뮬레이션을 수행하고 그 결과를 수록하였다.

1. 서 론

변전소자동화를 구현하는데 있어 가장 큰 문제점은 IED마다 제작회사에 따라 각자 독립적인 기술로 IED를 개발하므로 원활한 정보교환이 어렵다는 점이다. 이를 극복하기 위하여 변전소내의 시스템 구조 및 통신 네트워크를 포함하는 통합표준이 필요성이 대두되었다. 변전소자동화 표준에 대한 연구는 1990년대 초반 미국과 유럽에서 동시에 시작되었다. 미국에서는 EPRI가 UCA2.0을 만들고 유럽에서는 IEC가 IEC61850을 개발하였다. 이 두 가지 표준은 UCA2.0의 데이터 모델과 서비스를 기반으로 하고 이를 포괄하는 IEC61850으로 통합되었다.

전력계통에 고장이 발생하였을 때 신속히 제거하지 않으면 건전한 구간으로 고장이 파급되어 광역정전으로 확대된다. 따라서 고장을 검출하고 제거하는 기능을 하는 보호 IED의 역할은 매우 중요하며 전력계통은 어떠한 경우에도 무 보호 상태로 방치되어서는 안된다. 그러나 IED에 하드웨어나 소프트웨어적인 고장이 발생할 수 있으므로 IED에 고장이 발생하더라도 이를 극복하고 계통보호 책무를 지속할 수 있어야 한다.

또한, 전력계통에서는 보호 IED의 고장에 대비하기 위하여 후비보호나 2계열화 방법을 사용하고 있다. 2계열화란 기기 자체의 신뢰도를 향상시키기 위해서 같은 기능의 장치를 중복하여 사용하는 것이다. 하지만 2계열화는 비용이 많이 들어서 초고압 전력설비에만 사용하고 일반적인 전력설비에는 사용되지 않는다. 따라서 현재 변전소 IED의 신뢰도를 향상 시킬 수 있는 제대로 된 방법이 없는 실정이다.

본 논문에서는 SCL을 이용한 IED 신뢰도 향상 기법을 구현하였다. 이에 Visual SCL 소프트웨어를 이용하여 SCD(Substation Configuration Description) 파일과 CID(Configured IED Description) 파일을 생성하고 이 생성된 파일을 활용하여 시스템을 동적으로 재구성하여 신뢰도 향상 기법을 실현하였다.

2. 본 론

2.1 SCL을 이용한 신뢰도 향상 기법

기존에 제안한 신뢰도 향상 기법에 대해 SCL을 이용하여 각 IED에 필요한 CID파일을 생성하고 어느 한 IED의 기능을 대체할 백업 IED와 테스트를 위한 TM(Trouble Manager) IED를 두어 동적인 시스템을 구현하였다. SCL을 이용하여 동적인 시스템을 재구성하여도 신뢰도가 높은 시스템이라는 것을 확인할 수 있다.

2.1.1 각 장치의 기능

SRET 시스템에서 사용되는 장치는 4가지로 구성된다.

먼저 스테이션 장치는 전체 시스템을 관리하는 장치로써, Bay IED들이 필요로 하는 SCD 파일과 CID 파일을 가지고 있고 그 파일을 Bay IED 중 TM에게 전송한다. 또한 TM에 의해 재구성 된 상태를 전송 받아 데이터베이스에 모든 상황을 저장하여 HMI가 접속하여 변전소의 상태에 대한 내용을 알 수 있게 한다.

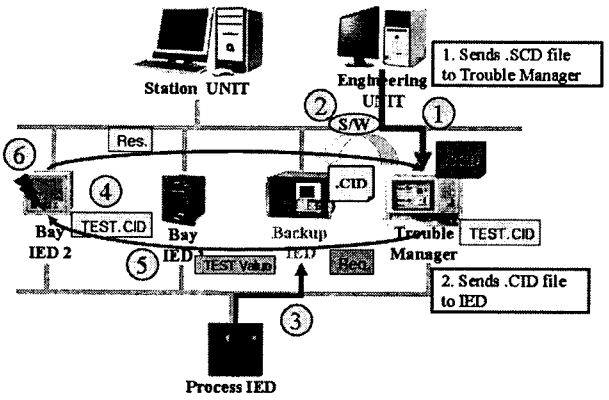
Bay IED는 TM로부터 CID파일을 전송 받은 후 실행을 시켜서 보호계전기의 역할을 한다.

또한 TM는 Bay IED들에게 테스트 패턴을 보내고 그 결과물을 받아서 자신이 가진 데이터와 비교 후, Bay IED의 내부적인 결함을 검출할 뿐만 아니라 데이터의 응답이 없을 경우, 하드웨어 결함으로 인지하고 스테이션 장치에게 결함이 발생한 Bay IED를 알려준다.

Process IED는 기존의 CT, PT의 역할을 하는 장치로써 스테이션 장치의 명령을 받고 Bay IED들에게 디지털 데이터를 보낸다.

2.1.2 동작 메카니즘

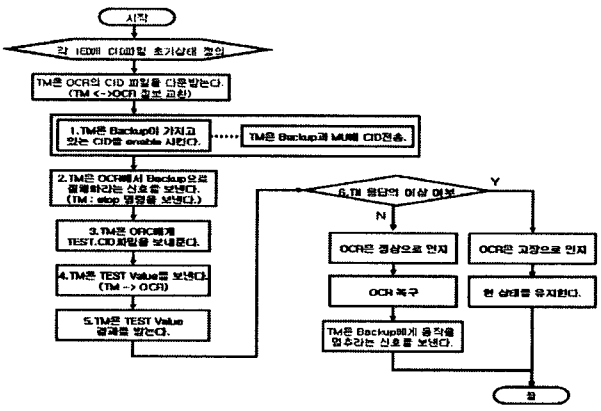
<그림 1>은 SCL을 이용하여 결함이 발생한 IED를 백업 IED로 대체하는 과정을 나타낸다. 다음은 시스템 동작 메카니즘에 대한 순서를 설명하였다.



<그림 1> 시스템 동작 메카니즘

1. TM은 엔지니어링 장치(E.U.)로부터 .SCD파일을 받는다.
2. TM은 백업 IED와 각 IED에 맞는 .CID파일을 전송한다.
3. 샘플 데이터 전송 경로를 백업 IED로 변경한다.
4. TM은 테스트 할 IED에게 TEST.CID 파일을 전송한다.
5. TEST Value를 보내고 응답을 받는다.
6. TM은 응답 결과를 분석하여 테스트한 IED의 고장 여부를 판별한다. 단, TM은 각 상황에 대해 스테이션 장치에게 통보한다.

2.1.3 TM에서의 결함 검출



<그림 2> TM 결함 검출 순서도

TM는 스테이션 장치로 부터 받은 CID 파일을 각 Bay IED에 전송한 후 각 IED를 실행 시킨다. 실행 된 상태에서 TM는 <그림 2>의 순서도에 맞게 IED의 결함 검출을 하게 된다.

2.2 SCL의 적용 방안

SCL을 이용하여 기존에 제안한 시스템에 적용하기 위해 Visual SCL 소프트웨어를 사용하고 동적 서버를 활용하였다.

2.2.1 프로세스 레벨

프로세스 레벨에서는 샘플 데이터가 Bay 레벨에 전송되는 과정에 있어서 필요한 경로 및 IP 주소, 전압, 전류 데이터 정보 등 관련된 CID 파일을 TM로부터 전송 받는다.

2.2.2 베이 레벨

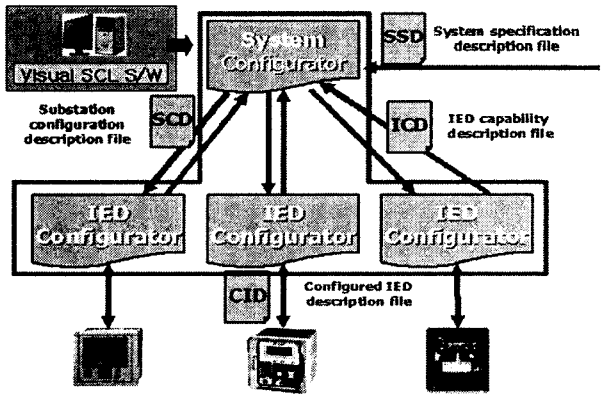
실제로 테스트할 IED가 있는 레벨로 같은 레벨 상에 TM IED를 두어 각 IED들은 데이터 전송 경로 및 각 IED 정보들을 제공 받는다. 또한 TM는 각 IED를 제어하고 테스트하여 고장 난 IED를 발견하고 백업 IED로 대체하는 역할을 한다. 그러므로 각 IED는 제공 받은 정보 파일인 .CID파일을 자동적으로 읽어 들이는 처리 모듈이 필요하다.

2.2.3 스테이션 레벨

스테이션 레벨은 TM에게 전체 시스템의 구성을 전송한다. 또한 하위단의 상태를 감시하고 상태가 변경되었을 시 운영자가 알기 쉽게 변경된 상태를 표시해 준다. 즉, 스테이션 장치는 TM로부터 상태가 변경되었다는 신호를 받음으로 상태를 변경할 수 있고 모든 데이터 및 상태 정보가 저장되어 있는 DB에 접속하는 HMI는 변경된 데이터를 운영자가 알아보기 쉽게 표시하여 준다. 실제적으로 스테이션 레벨에서는 시스템을 구성하는 모듈과 그 정보를 TM에게 제공할 파일을 생성하는 처리 모듈이 필요하다.

2.2.4 엔지니어링

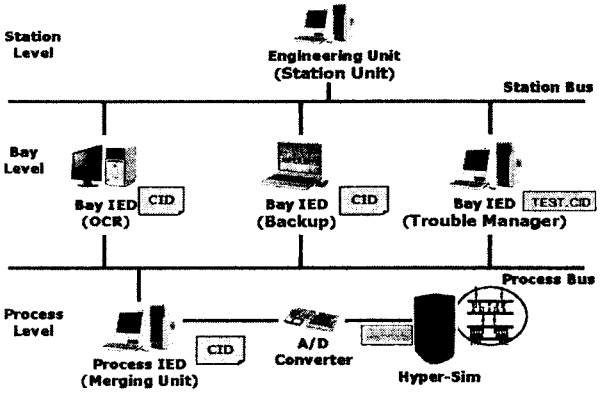
IEC61850의 핵심적인 개념 중의 하나는 엔지니어링이다. 엔지니어링은 여러 제작회사에서 개발된 다양한 IED를 모아서 하나의 변전소자동화 시스템을 구성할 때 각각의 IED의 역할을 정의하고 데이터 및 제어신호의 흐름을 정의한다. 이 기능을 수행하기 위해서는 시스템 구성기와 IED 구성기라는 두개의 소프트웨어가 필요하다. IED 구성기가 SCD 파일을 시스템 구성기로 전송하면 시스템은 외부로부터 SSD(System Specification Description)파일을 받아 ICD(IED Capability Description)파일을 만들어 IED로 전송한다. 이에 본 논문에서는 Visual SCL을 이용하여 시스템과 IED 부분을 한번에 해결하였다. Visual SCL의 Output 파일인 CID 파일은 TM가 받아 각 Bay IED로 전송하여 기능을 구현하게 한다. IEC61850에서는 이러한 엔지니어링 기능을 이용하여 IED를 교체할 수 있다. IED에 고장이 발생되어 백업 IED가 투입된 경우 엔지니어링 기능을 이용하여 백업 IED에게 고장 난 IED가 가졌던 역할을 할당하고 고장난 IED로 데이터를 받거나 주던 주변의 IED에게 시스템 구성을 변경하는 구성 파일을 다운로드 함으로서 시스템을 재구성 할 수 있게 한다. <그림 3>은 구성기 부분을 Visual SCL을 사용하여 기능을 대체하는 그림이다.



<그림 3> Visual SCL을 이용한 시스템 재구성 파일 생성

2.3 검증 시스템 구성

전력계통 실시간 시뮬레이터인 Hyper-Sim(Real Time Digital Simulator)[4]를 이용하여 계기용변성기에서 제공되는 아날로그 신호를 발생하고 프로세스 레벨의 병합장치(Merging Unit)는 개인용 PC로서 PCI 인터페이스 A/D 컨버터를 장착하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고 멀티캐스팅으로 프로세스 네트워크를 통해 샘플링 신호를 전송한다. Bay 레벨의 각 IED들은 Visual SCL 소프트웨어에 의해 생성된 CID 파일을 TM에 의해 전송받는다. 각 IED의 초기 상태가 정의 된 후 TM는 IED의 결함 검출 순서에 맞게 테스트를 하여 IED의 고장 유무를 확인한다. 테스트 패턴은 전력계통 과도현상해석 장비인 EMTDC를 이용하여 생성하였으며 IED의 종류에 따라 내부 루틴들을 모두 검사할 수 있도록 테스트 패턴 세트를 구성하였고 그 구성 파일은 Visual SCL 소프트웨어를 사용하여 각 IED에 맞는 TEST.CID들을 생성하였다. 각 IED는 PC로 구현하였고 동적인 서버를 생성하기 위해 SISCO 라이브러리를 활용하였다.



<그림 4> 시뮬레이션 구성도

3. 결 론

본 논문에서는 기존에 제안한 신뢰도 향상 기법을 XML 편집기인 Visual SCL을 사용하여 각 IED에 필요한 CID파일을 생성하여 적용한 후 동적인 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 제시한 방법은 운영자의 손을 거치지 않고 보호기능에 전혀 영향을 주지 않으면서 온라인 상태에서 자동으로 IED들의 고장유무를 검사하고 고장 발생 시 백업 IED로 고장 IED를 대체하여 시스템 레벨에서 결함을 극복한다. 본 논문에서 SCL을 이용한 시스템의 유용성을 검증하기 위하여 Visual SCL을 활용해 신뢰도 향상 기법을 수행하였으며 Bay 레벨 IED들의 동적인 서버를 생성하기 위해 SISCO 라이브러리를 사용하였다. 결과적으로 SCL기반의 시스템 재구성이 신뢰도를 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

[감 사 의 글]

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

[참 고 문 헌]

[1] D.P. Siewiorek and R.S. Swarz, The Theory and Practice of Reliable System Design

[2] Stucki, L. G., and G. L. Foshee, "New Assertion Concepts for Self-Metric Software Validation," Proceedings of 1975 International Conference on Reliable Software, 1975, pp. 59-71

[3] 이동욱, 진용우, 이덕수, 임성일, 이승재, "IEC 61850기반 변전소 자동화 시스템에서 IED의 결함 극복 방법", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, A권, pp. 152-154, 2005

[4] Hypersim Software Version 9.1, TransEnergicTechnologies, Membre du groupe Hydro-Quebec