

SCADA 시스템 이중화 알고리즘에 대한 연구

강동오*, 이강준*, 송원일*, 채지석*
한국수자원공사*

A case study on the algorithm of redundancy for SCADA system

Dong-oh Kang*, Gang-jun Lee*, Won-il Song*, Ji-seog Chae*
K-Water*

Abstract - SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) 시스템의 이중화는 자동화시스템의 운영측면에서 가장 중요한 부분 중의 하나이며, 본고에서는 발전통합운영시스템의 이중화 솔루션으로 적용된 이중화 프로그램의 알고리즘을 고찰해보고 개발된 프로그램이 당초 목적한 바대로 성능을 발휘하는지에 대해 시험을 실시하고 문제점을 도출하여, 향후 발전통합운영시스템이 안정적이며 최적화된 시스템이 되도록 발전시키는 것이 연구의 목적이라 할 수 있다.

1. 서 론

1.1 연구배경

본 연구는 발전통합운영시스템(I)에 적용된 이중화 기술(Redundancy)의 알고리즘구현과 분석에 대한 연구로서 발전통합운영시스템은 데이터 감시 제어의 핵심인 SCADA Server와 원거리에 위치한 발전소의 통합 감시·제어 데이터의 흐름인 네트워크 그리고 각각의 목적에 부합된 보조 시스템들로 구성되어 있다. 본 시스템에 적용된 이중화 기술로는 첫째 주 SCADA 서버에 이상발생시 예비 SCADA 서버로 자동 교체되어 서비스를 지속하는 하드웨어/소프트웨어 이중화, 둘째 WAN (Wide Area Network) 구간의 경로에 대해 HSRP(Hot Standby Router Protocol)를 이용한 네트워크 이중화, 셋째 주 통신회선에 장애 발생 시 예비회선 및 CDMA 회선을 활용하여 무 중단 서비스를 가능 하도록 하는 회선 이중화 기술로 구성되어 있다. 이에 상기의 하드웨어/소프트웨어 이중화를 구현하기 위한 SRED(Serial Redundant) 프로그램을 분석 및 보완하여 시스템 신뢰도 향상에 목적을 두고자 한다.

2. SCADA Server 이중화

2.1 이중화 모듈

이중화 모듈은 SCADA 서버의 주 노드 변화를 검출하여, SCADA S 서버중 주 서버에 동작 권한을 부여하는 소프트웨어 모듈을 말한다. 발전통합시스템에서 이중화 모듈은 발전기 감시/제어 및 중요 계산 데이터 처리 등 전반적인 SCADA 서버 기능과 연계되어 동작되며, 발전기를 원격 감시·제어하는 클라이언트 PC는 이중화 모듈에 의해서 결정되는 SCADA 서버의 주 서버 노드를 자동으로 추종하는 프로그램을 포함하고 있어, 클라이언트 PC는 항상 주 서버를 바라보며 동작하게 된다.

2.2 SCADA Server 이중화

SCADA 시스템은 규모와 기능, 옵션 등 여러 가지 기준에 의해 다양하게 구분할 수 있는데, 데이터베이스 유무에 따라 SCADA 노드와 View 노드로 나눌 수 있다. SCADA 노드는 현장의 디바이스와 직접 연결되어 I/O DRIVER, 혹은 OPC 서버를 통해 데이터를 받아들여 PDB(iFix의 데이터베이스)에 데이터를 갱신할 수 있는 노드를 말하며 View 노드는 SCADA 노드와는 달리, 직접 현장 디바이스와 연결되어 있지 않기 때문에 데이터베이스는 가지고 있지 않지만, 다른 SCADA 노드들과의 네트워크 연결을 통하여 특정 SCADA 노드의 데이터로 화면 및 공정제어 기능을 구현할 수 있는 노드를 말한다. 따라서 SCADA 노드와의 연결이 소실되거나 네트워크 연결이 끊어지면 데이터를 표시할 수 없게 된다. 이러한 경우를 위하여 SRED라는 솔루션이 개발되었으며, SRED는 주 SCADA 서버 장애시 보조 SCADA 서버를 Active 노드로 변경하여 데이터 손실과 데이터 공백 시간을 최대한 단축하였다.

데이터 취득을 위한 여러 경로를 구성하고 이를 인식하여, 하나의 경로와의 연결이 소실되면 자동적으로 다른 경로로 전환하여 결정적인 데이터 손실을 방지하고자 하는 개념에서 시작된 이중화는 View 노드 상

에서의 데이터 백업을 설정하는 방법 이외에도 SCADA, PLC 등 다양한 분야에서 그에 맞는 설정 환경 구성 하였다.

3. SRED 개선 알고리즘 적용

3.1 초기버전의 SRED 이중화

iWater 5 이전의 SCADA 서버는 iFix 3.5²⁾ 버전을 사용하였다. 시스템 구성초기에 이중화 구성 지원 자체가 없어서, iFix 3.5를 사용한 SCADA서버 이중화를 위해 SRED 응용프로그램을 개발하여 발전통합 운영시스템에 최초로 적용하게 되었다. 초기 SCADA 서버 구축시 Active-Standby 형태로 이중화 구성을 하지 않고 Dual 모드 형태로 이중화 구성하고, 이때 클라이언트 PC는 주와 예비 SCADA 서버를 각각 바라보는 현상이 발생되어 이를 해결하기 위하여 개발된 모듈이 SRED(Serial Redundant)이며 다음과 같은 기능을 수행한다.

- ① 두 개의 SCADA에서 실행되는 SRED 프로그램은 각각 자기 SCADA의 NSS(Network Status Server) Field를 접속한다.
- ② 예비 SCADA 서버에서 실행되는 SRED 프로그램은 주 SCADA 서버에서 실행되는 SRED 프로그램에 Request 신호를 송신한다.
- ③ 주 SCADA 서버의 SRED는 예비 SCADA 서버의 SRED에서 요청을 받으면 응답한다. 주기적으로 요청한 값에 응답이 없으면 주 SCADA 서버가 Fail한 것으로 간주하여 NSS의 Active SCADA를 예비 SCADA 서버로 변경한다.

주 SCADA 서버와 예비 SCADA 서버간의 Heart Bit 라인 구성은 Serial 방식으로 구성되었다. 초기버전 SRED 이중화 프로그램은 기능적 측면에서 Active-Active 모드지원이 지원되지 않고 일부기능이 최적화되지 않아 개선알고리즘 SRED를 개발 및 적용하게 되었다.

3.2 개선 알고리즘 적용 SRED 이중화

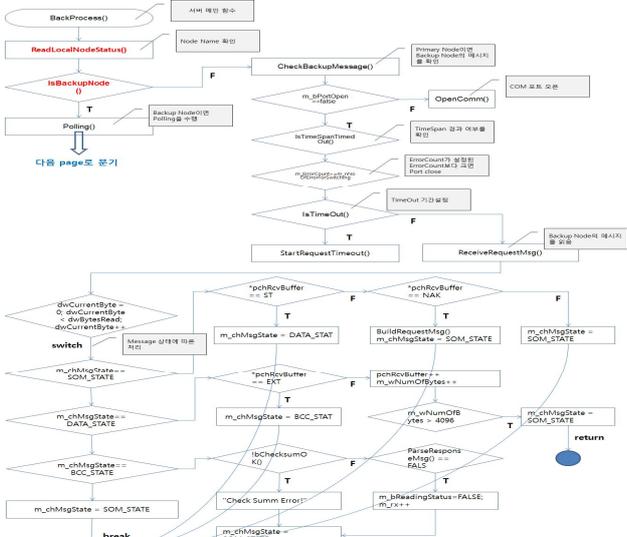
iWater 5 버전에서 적용된 SRED는 기존 iFix 3.5 버전에서 구현되는 모든 기능이 가능하며, 특히 SCADA 서버를 Active-Standby 모드에서 Active-Active 모드로 설비운영방법 변경이 가능하다.

구분	iWater 5 (SCADA Synch)	SRED (Serial Redundancy)
이중화	가능	가능
Failover	가능	가능
SCADA 역할	Primary - Active Backup-Standby	Primary - Active Backup-Active
역할수행	Active만이 SCADA 역할수행 Standby는 대기중인 SCADA	각 독립 SCADA 역할
Active 복귀	Failover가 발생되어야 Backup에서 Primary로 복귀	Primary 정상회복 자동확인 후 자동복귀 (Backup → Primary)
PDB 동기화	가능 (서버간 동기화 운영으로 간헐적인 PDB 깨짐현상 발생)	불가능 (서버간 독립적으로 운영되어 PDB깨짐현상 발생없음)

1) 발전통합운영시스템 : 한국수자원공사 본사에서 전국단위의 댐 설비를 통합운영하고 수집된 정보를 외부에 제공 및 분석 통계자료로 활용하기 위해 본사 및 현장에 구축한 시스템

2) iFix 3.5 : Intellution사에서 제공하는 프로세스 자동화 소프트웨어

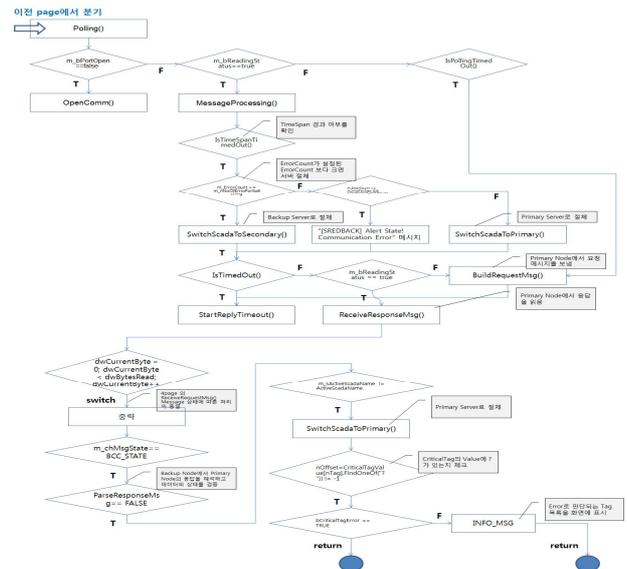
3.3 Flow Chart



〈그림. 1〉 Flow chart #1

Flow Chart 설명

- ReadLocalNodeStatus() : Local Server의 Node Name을 확인하고 Local Node가 주인지 예비인지 Node의 상태를 확인하는데 사용한다.
- IsBackupNode() : Node Name을 통해서 주 Node와 예비 Node를 확인한다. 주 Node이면 예비 Node에서 전송한 메시지를 확인하는 프로세스를 진행하고 예비 Node이면 Polling을 수행한다.
- ReceiveRequestMsg() : 주 Node는 Backup Node에서 송신한 메시지를 수신하고 메시지의 정확성을 검증한다. 통신상의 문제 및 에러를 검출하고 로그를 화면에 표시한다.



〈그림. 2〉 Flow chart #2

Flow Chart 설명

- Polling() : 예비 Node는 주 Node와 메시지를 송수신하면서 Error Count를 검출한다. Error Count가 SRED Config 파일에서 설정된 Error Count수보다 크면 Active Node를 예비 Node로 Fail-Over 시킨다. 통신이 정상화되어 Error Count가 발생하지 않으면 Active Node를 주 Node로 Fail-Over 시킨다.
- SwitchScadaToSecondary() : 에러 발생시 Back Node로 Fail-Over
- SwitchScadaToPrimary() : 주 Node와 정상적으로 통신이 시작되어 에러가 발생하지 않으면 주 Node로 Fail-Over 한다.
- ReceiveResponseMsg() : 예비 Node는 주 Node에서 응답을 수신하고 메시지의 정확성을 검증한다. 통신상의 문제 및 에러를 검출하고 로그를 화면에 표시한다. 또한 Active Node 상태를 비교하여 주 Node가 정상이면 Active Node를 주 Node로 Fail-Over 한다.

4. 이중화 시험

4.1 시험개요

이중화로 구성된 SCADA 서버의 기능은 동일한 PLC와 연결된 주/예비 두 SCADA 노드가 한 개의 View 노드로 데이터 경로를 이중화하는 것으로, View 노드는 주 노드와 예비 노드의 연결을 유지하며 실제 데이터는 Active SCADA 서버에서 취득한다.

Active SCADA 서버의 연결이 끊어지면 Non-Active SCADA 서버로 Failover되면서 데이터를 유지하며 SRED는 주 SCADA 서버를 Active 노드로 유지시키는 기능을 수행한다.

주 SCADA 서버의 물리적 장애 및 네트워크 장애가 발생시 예비 SCADA 서버로 Fail-over하여 Active 노드로 변경한 후 유지하고, 주 SCADA 서버가 복구되면 주 SCADA 서버로 Fail-over하여 주 SCADA 서버를 Active 노드로 변경하는 기능을 제공한다.

■ 시험환경

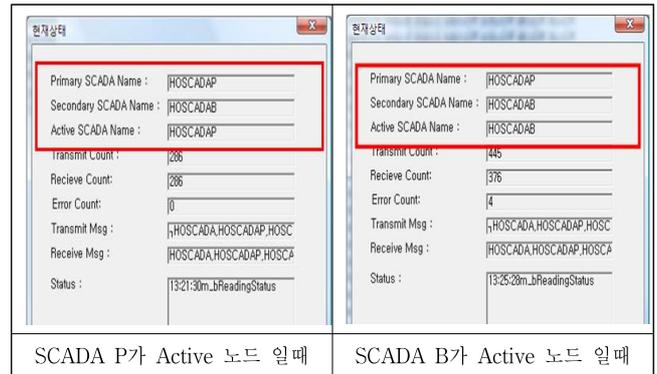
- ① SCADA Server PC 운영체제(OS)
 - Microsoft Windows 2008 Server R2
- ② SCADA(iWater 5.1 version) Configuration
 - Local Node Alias : HOSCADA
 - Primary/Backup Node Name : HOSCADAP/HOSCADAB

■ Test 시나리오

- ① 주(예비)SCADA 서버가 정상적인 경우
- ② 주 SCADA 서버에서 장애(물리적 고장 및 재시작)가 발생하여 예비 SCADA 서버로 Failover가 되는 경우
- ③ 주 SCADA 서버의 iWater가 종료되는 경우
- ④ 주 SCADA 서버의 SRED App가 종료되는 경우

4.2 시험결과

SCADA 서버에 업그레이드된 SRED를 적용 후 4가지 test 시나리오를 실행한 결과 모두 정상적으로 절체가 이루어 졌으며 Active SCADA 서버는 SRED App에서 확인이 가능하였다.



〈그림 2〉 SRED App - Current Status 확인

5. 결 론

Windows 2008 Server OS에 iWater 5.1버전에서 적용 가능하도록 SRED (Serial Redundancy) 프로그램을 업그레이드 하여 SCADA 서버에 적용 및 시험한 결과, 서버 절체 시 명확한 Node 절체 및 PDB 이중화 지원에 안정적인 결과를 보여주고 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] “발전통합운영시스템”, 한국수자원공사, 2004
- [2] “HMI/SCADA iWater 5”, 한국수자원공사, 2011