

스카다시스템에 적용된 이중화기술의 구현과 분석에 관한 연구

허 선 구, 정 이 식, 임 재 일
한국수자원공사

<The Study on the Embodiment and Analysis of the Redundancy applied to SCADA>

Sun-Gu, Heo Lee-Sik, Jung Jae-Il, Lim
KOWACO Korea Water Resources Corporation

Abstract - 전국의 다목적댐 발전소를 본사에서 원격 감시·제어를 행함에 있어 네트워크·감시제어시스템의 연결장에서 결정적인 데이터의 공백시간을 최소화하기 위해 적용된 이중화기술을 소프트웨어/하드웨어적으로 분석하여 SCADA 시스템의 신뢰도 향상에 목적을 두고자 한다.

1. 서 론

본 연구는 발전통합운영시스템(SCADA)에 적용된 이중화기술(Redundancy)의 구현과 분석에 대한 연구로서, 스카다 시스템은 데이터 감시·제어의 핵심인 스카다서버와 원격리에 위치한 발전소의 통합감시·제어 데이터의 흐름인 네트워크, 그리고 각각의 목적에 부합된 서브시스템들로 구성되어 있다. 본 시스템에 적용된 이중화 기술로는 첫째, 통합센터(LAN)의 스카다서버대 View클라이언트 사이에 이중화된 LAN Port에 의한 하드웨어적 LAN Redundancy, 둘째, 두 대의 스카다서버간 이중화를 위해 백업스카다의 적용과 LAN Redundancy와의 상호 연관을 위해 적용된 SRED App를 적용한 소프트웨어적 서버 Redundancy, 셋째, 이중화된 WAN에 있어 라우터간 HSRP에 의한 DACOM, KT전용선의 WAN Redundancy와 전용선 Fail시 제3의 CDMA 무선통신 Backup시스템을 이용하는 기술이 구현되었다. 이에 상기의 하드웨어, 소프트웨어방식으로 구현/적용된 이중화기술의 상호 연관성을 분석하여 신뢰도 향상에 목적을 두고자 한다.

2. 본 론

2.1 발전통합운영시스템(SCADA) 개요

적용된 SCADA시스템은 네트워크, 스카다서버-클라이언트, 기타 서버, PLC로 구성되어 통합센터와 원격발전소의 원활한 운용에 목적을 두고 있다.

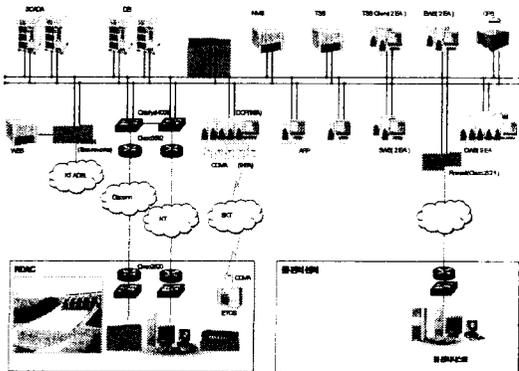


그림 1 발전통합운영시스템 전체구성도

2.2 이중화 기술 개요

본 시스템에 적용된 이중화기술은 기본적으로 Hot - Standby방식으로 Active된 서버에서 대기중인 Non Active된 시스템으로 공정데이터 및 알람 기타이력자료를 동기화시키는 형태로 구성되어 있다. 이 결정적인 데이터의 감시·제어의 장에서 적용된 이중화기술로 다음과 같은 내용에 대해 살펴보고자 한다.

2.2.1 LAN Redundancy

LAN Redundancy는 View노드와 SCADA서버 사이의 물리적인 연결방식을 이중화하여 즉, 이중화된 Switch - LAN Port에 의해 두 개의 물리적이고, 논리적인 LAN Backbone 과 Port(NIC)에 의한 두 개의 네트워크 경로를 설정함으로써 하나의 경로가 소실되면 자동적으로 다른 하나의 경로를 통해 데이터를 주고 받을 수 있는 구성이며, LAN Failover가 발생했을 경우의 여부는 다음과 같은 알람메시지를 통해 알수 있다.

< 19:24:00.0 [H100WS1] Switched network path to node HOSCADA from LAN_A1 to LAN_A2 >

구성방법은 SCADA와 VIEW노드에 각각 두 장씩의 네트워크 카드를 설치, 두 개의 독립된 네트워크 경로를 설정한다.

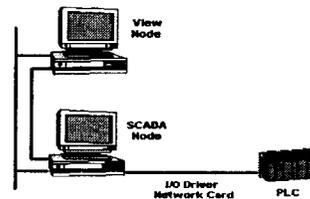


그림 2 별도의 카드로 구성된 LAN Redundancy

본 시스템은 기본적으로 TCP/IP 프로토콜로 구성되어 있으며, 상기와 같은 노드와 IP어드레스의 연결을 위해 각 View노드는 hosts파일을 갖고 있으며 파일의 내용은 아래와 같다.

```
localhost
127.0.0.1
172.17.10.101 HOSCADAP
172.17.10.101 HOSCADAP-R
172.16.10.102 HOSCADAB
172.17.10.102 HOSCADAB-R
```

각 View노드에 저장된 hosts 파일 내용

2.2.2 BACKUP 스카다

본 시스템에 적용된 MMI패키지로 IFIX가 적용되었으며 IFIX를 로딩하면 View노드는 Primary와 Backup 스카다 서버와의 연결을 시도하게 되는 데, Primary 스카다 노드는 View노드 기동시 데이터 취득을 위해 통

신하게 되는 SCADA노드를 말하며, Backup 스카다는 Primary와의 연결이 끊어졌을 때 전환할 노드이다. 만일, 양 노드와의 연결이 모두 성립되어 있다면 먼저 연결된 노드가 액티브 노드가 되며, 둘 중 하나만 연결이 되어 있다면 View노드는 그 노드로부터 데이터를 취득하게 된다. 일단, 뷰 노드가 백업스카다 노드로 전환되면, Primary와의 연결이 복구되더라도 현재 백업 스카다와의 연결이 끊어질 때까지 유지되며, 백업스카다 서버와의 연결이 소실되어야만 다시 Primary로 연결된다. 이러한 Failover기능은 자동과 수동 모드 두 가지로 지정할 수 있으며, 특히 자동 모드에서의 Primary 스카다 노드로의 전환은 백업스카다노드와의 통신이 끊어진 상태에서 Primary노드와 연결이 성립되어 있어야만 가능하다. 그리고 View노드에서의 어플리케이션들은 Primary와 Backup 스카다서버 노드명을 대체하는 Logical 노드명을 이용하여 두 대의 서버 가운데 현재 연결중인 SCADA서버의 Physical노드명을 대체하게 된다.

백업 스카다 시스템의 구성형태는 다음 그림과 같다.

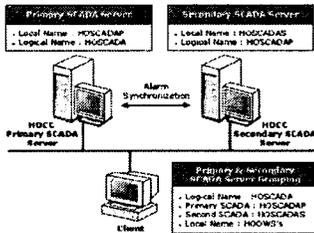


그림 3 View노드와 Primary, Backup SCADA 구성

2.2.3 SRED APP에 의한 Failover

IFIX의 이중화를 위해서는 동일한 구성으로 된 두 개의 SCADA노드를 하나의 논리 노드 이름(logical node name)을 부여 했으며 Backup SCADA에 의한 SCADA Server Failover기능에 있어 만일 일시적으로 네트워크에 장애가 발생하여 상호간의 이중화 체크를 할 수 없는 상태가 발생하게 되면 Secondary SCADA노드가 Active SCADA로 바뀌게 된다. 그러나 이러한 경우에 Primary노드도 Active로 남게 된다. 이렇게 두 개의 SCADA노드가 Active SCADA 노드가 되는 경우에는 View노드들이 어떤 SCADA노드와 접속되어 있는냐에 따라 서로 다른 SCADA노드의 데이터를 이용하게 된다. SRED(Serial Redundancy Module)은 위와 같은 경우에 IFIX의 Failover기능을 보완하기 위해 만들어 졌으며, 직렬 케이블로 연결된 두 개의 이중화 SCADA노드를 실시간으로 감시하면서 하나의 SCADA노드만 Active상태로 만들어 준다. SRED의 구성은 다음 그림과 같다.

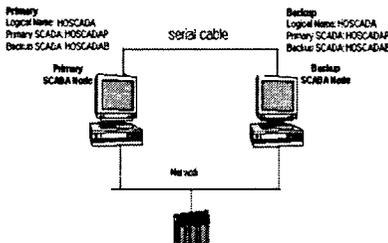


그림 4 Serial Redundancy Module 구성

상기에 적용된 LAN, Backup Server Redundancy을

종합하면 다음 그림과 같다.

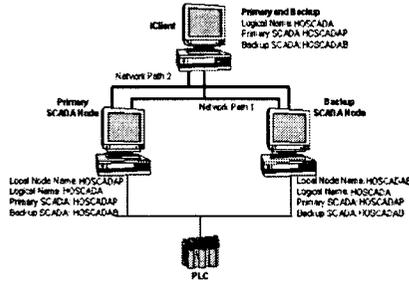


그림 5 IFIX Failover & LAN Redundancy

2.2.4 WAN 이중화

통합센터의 LAN과 원격발전소의 LAN간의 inter-networking함에 있어 본 시스템은 TDM(Time Division Multiplex)방식의 512kbps 전송대역폭을 가진 두 개의 회선으로 구성되어 있으며, 구성도는 아래 그림과 같다. 구성형태는 두 개의 전용선과 각 전용선에 연결된 라우터(Router), 디지털 전송부호화장치(CSU:Channel Service Unit), 화상처리용 Video Codec장비로 구성되어 있다.

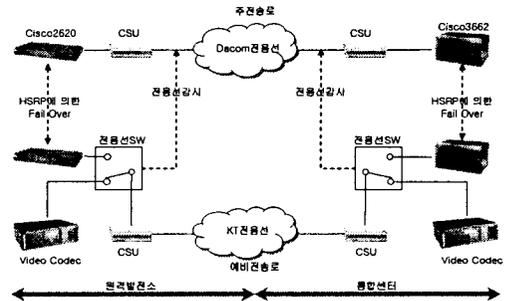


그림 6 WAN(Wide Area Network)구성도

운영형태는 주전송로가 정상인 경우에는 Dacom전송로를 통하여 스카다트래픽을 전송하고, KT전송로(예비전송로)를 이용하여 CCTV트래픽을 전송하고 있다가 주전송로에 이상이 발생하게 되면 전용선SW가 자동 절체되어 CCTV용 트래픽은 차단되고 스카다트래픽이 KT전용선(예비전송로)를 통하여 처리되어 스카다시스템에는 전혀 영향을 미치지 않도록 구성되어 있다.

통합센터 및 원격발전소 Router에 HSRP 구현

CISCO에서 지원하는 HSRP(Hot Standby Router Protocol)은 표준 프로토콜인 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)의 기능을 확장하여 개발된 프로토콜로, 안정적인 통신망을 구축하기 위해 라우터 2대로 Active라우터가 다운시 Standby라우터가 Active상태로 전환되면서 트래픽을 라우팅하여 주는 백업구성방식이다. 즉, 2대의 라우터 사이에 Hello프로토콜을 통해서 서로 상태를 감시하다가 Active로 동작하는 라우터가 일정시간 다운되어 있으면 Standby로 동작하던 라우터가 그 역할을 대신한다. Active라우터의 선정은 라우터 서로간에 Hello프로토콜을 보내면서 장비가 운영되고 있는지 다운되고 있는지 체크하면서 Priority도 같이 보낸다. 이때 Priority가 높은 라우터가 Active라우터가 되어 그 역할을 수행한다. 설정은 두 라우터에 각각 가상의 라우터를 설정하고 Active라우터로 설정할 라우터에 Priority값을 설정, Active라우터로 동작하던 라우터가 다운 시 Standby라

우터가 Active로 동작하다가 원래의 Active라우터가 다시 정상상태로 돌아올 경우 다시 그 라우터가 Active가 되도록 설정하여 주게 된다. 이때 각 단말, 사용자 또는 인터페이스상 되고 있는 스위치 등 Client측은 Default Gateway로 그 가상의 라우터를 경로로 잡아주게 되며, 그렇게 되면 하나의 라우터가 다운되더라도 전혀 문제 없이 다른 라우터가 데이터 처리를 대신하게 된다.

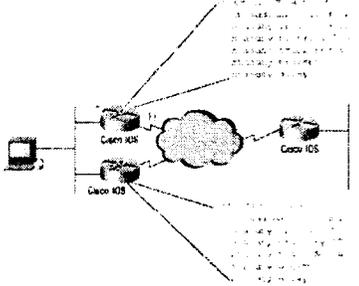


그림 7 시스코 라우터의 HSRP 구성도

2.2.5 CDMA Backup 무선통신

본 시스템의 원격발전소의 PLC를 제어하기 위한 세가지 경로가 다음 그림과 같이 표현될 수 있다. 통합센터의 스카다서버, 원격발전소의 스카다서버, 그리고 기존 스카다-네트워크 감시제어 기능과 독립적으로 무선망을 이용하여 직접 PLC를 감시·제어하는 체계로 구축되어 있다.

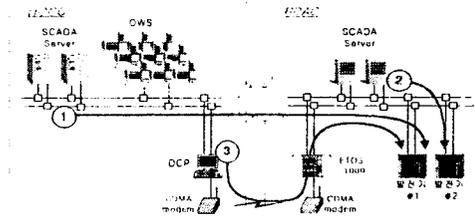


그림 8 감시·제어 구성도

두 전용회선(DACOM, KT)의 장애(Fault), 통합센터(HOCC)내 스카다서버 및 LAN 장애, 그리고 원격발전소(RDAC)의 스카다서버 장애 즉, 네트워크와 스카다시스템의 극단적인 경우에 CDMA(코드분할 다중화접속:Code Division Multiplex Access)망을 통해 아래 그림과 같이 WAN구간 백업라인 확보를 할 수 있다.

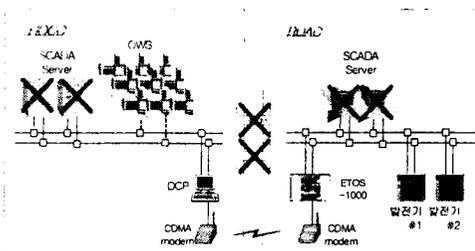


그림 9 CDMA망을 통한 WAN 백업라인 확보

통합센터 및 원격발전소의 스카다 서버 down시는 수동으로, 회선 장애 발생시 CDMA모뎀은 두 전용회선이 down되었음을 감지한 라우터로부터 자동 또는 수동으로 데이터 트래픽의 전송 역할을 넘겨 받게 된다. 또한

통합센터내의 CDMA모뎀들(다수의 원격발전소)은 각 원격발전소의 CDMA모뎀으로 calling하여 connection을 이루고 동시에 Serial(wireless)/Ethernet 변환장치인 memory mapped I/O 방식의 Gateway(ETOS:Ethernet TO Serial)를 통해 데이터를 전송하게 된다.

3. 결 론

본 시스템은 신뢰성있는 유·무선 네트워크와 안정된 windows2000의 운영체제 기술의 기반위에 강력한 MMI 패키지인 IFIX가 탑재된 시스템으로 결정적 데이터의 손실을 최소화 하기위해 하드웨어적/소프트웨어적으로 다양한 이중화기술이 적용되었다. 적용된 이중화 기술은 적극적인 이해와 관리를 필요로 하며, 이 이중화 기술의 기반위에 통합운영기술의 묘를 살릴 수 있을 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 한국수자원공사-한국하니웍(주), "발전통합운영시스템 1차 준공도서", SCADA Server 이중화, 2003년
- [2] 김상진, "계장제어시스템", 2001년
- [3] 한국수자원공사-한국하니웍(주), "발전통합운영시스템 2차 제안서", SCADA 서버, 2004년도
- [4] 한국수자원공사-한국하니웍(주), "발전통합운영시스템 1차 제출인사양서", 2002년도
- [5] 정진욱의1인, "데이터통신", 2002년도
- [6] 정진욱의1인, "컴퓨터통신", 2003년도
- [7] CISCO, "HSRP" www.cisco.com/kr