

통합운영체계의 DSA적용 연구

조 남 빈
한국수자원공사 발전사업처

The Study on DSA of Intergrated Operating System

CHO.NAM-BIN
KOWACO Hydro-Power&Infrastructure Business Dept.

Abstract - Korea Water Resources Corporation (KOWACO) operates nine hydroelectric power stations on the Han River, Nakdong River, Geum River & Seomjin River Areas. KOWACO will take the lead in improving the efficiency of water resources supply. In this parer, KOWACO Generation Intergrated Operating System(GIOS) project will improve the generating plant, hydraulic structures, switchgear, and station controls, alarms and services for unmanned remote controlled operation by modern intergraed SCADA system.

Mordern SCADA is used to cover all computer systems designed to perform the following main functions:

- to collect data from industrial plant devices
- to process and perform calculations on the collected
- to present collected and derived data on displays on
- to accept commands entered by human operatros and act on them such as sending control commands to plant devices.

1. 서 론

국내 유일의 물관리 전문기관인 한국수자원공사에서는 체계적인 수자원종합관리를 위한 물이용의 효율성을 제고키 위해 공사의 종합상황실에서 전국의 발전설비를 중앙 집중통제를 위한 발전통합운영시스템(GIOS)의 구축을 추진중이다. 본 고에서는 국내 최초로 시도되는 전국 규모의 수력발전설비를 실시간 원격 제어키 위한 중앙 컨트롤 센터와 발전소별 단위감시제어시스템을 구축하여 기존통신 인프라를 이용한 전용 통신선로를 통한 실시간 연계 운영 계획에 적용된 최신기술 등을 적용사례를 중심으로 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 설계 개요

본 발전통합운영시스템은 컴퓨터화된 최신기술의 원격감시제어와 자료취득시스템에 의한 수자원 및 에너지관리 시스템으로써 다목적댐 및 발전소의 합리적인 운용을 목표로 최적의 시스템을 구축하여 국가적 공익기업의 책임을 구현하고, 국제적 시대적 최신기술을 적용하여 인간 존중의 첨단 자동화기술의 도입을 시스템 설계 목표로 하였다.

2.1.1 시스템 설계 조건

- (1). 신뢰도 (Reliability)
 - MTBF(Mean Time Between Failures)
 - 신뢰도 향상은 일반적으로 기능의 단순화,간략화 및 사용부품의 감소와 비례하며 예방보수가 커다란 변수로 작용될 수 있으므로 다음사항을 유의 한다.
 - 단 한 개의 부품의 고장이 시스템의 중요고장을 유발치 않을 것

-다중부품고장과 연쇄부품고장 (Cascad-component failure)이 발생치 않을 것.

(2) 보수율 (Maintainability)

- MTTR(Mean Time To Repair)
- 시험 및 진단기능
- 보수요원의 숙달
- 적절한 예비품과 시험기기
- 보수 설명서의 품질
- MTTR에 고려되는 시간
- 행정관리 시간
- 교통시간
- 보수시간

(3) 가동율 (Availability)

- 가동율 A는
- $A = \text{가동시간}/(\text{가동시간} + \text{정지시간})$
- 부품가동율(Component availability) Ac는
- $Ac = \text{MTBF}/(\text{MTBF} + \text{MTTR})$
- 설계 가동율
- 가동율 제고는 2중화,고신뢰도,신속한 유지보수에 의함
- 설계가동율(전체) : 0.998이상
- 중요기능 가동율 : 0.9995
- 일반기능 가동율 : 0.995
- 중앙제어소와 현장간 통신망 가동율 : 0.9999

(4) 중복 설계 (Redundant design)

8시간 이내에 보수 가능한 경우 99.99%의 최소 가동율을 필요로 할 때 병렬 요소의 MTBF는 10^3 이고, 직렬요소의 MTBF는 10^5 이 요구됨.

(5) 시스템의 확장성 (Expandability)

확장성의 단계는 - 완전한 결선과 기기가 설치된 예비점(Point,spare),- 결선 공간확보 기기 미설치된 결선점(Point,wired), - 공간만을 확보된 예비 공간점(Point,spare only)의 확보등 3단계로 구분하며, 시스템의 요구 성능은 다음과 같다.

- CPU 이용율 : 40%(평균부하),50%(최대부하조건)
- 예비 기억 용량 : 50%(주기억), 100%(보조기억)
- 디스크 I/O 이용율 : 25%

2.1.2 시스템 설치 및 환경

(1) 설치시 고려사항

- 단위제어소 장치 설치
- RTU시험기를 이용 중앙장치 설치전 현장설치 완료
- 중앙제어소 설치
- 주요부분 : 공급자의 공장승인과 선적전 시운전
- 기타부분 : 무정전 전원장치,현장파 원격시스템 통신 인터페이스

- 소음(acoustic noise)

Mil-Std1472 고려(기준초과시 대화관란 및 피로증가)

- 제어실 : NC-30 db이하
- 유지보수지역 : NC-45 db 이하
- 통합제어소 시설 조건
- 특별한 환경조건과 전원공급장치 필요
- 약세스 플로어가 설치된 컴퓨터실 : 500m²
- 무정전 전원장치(축전지부 40kVA CVCF)

- HVAC(Heating, Ventilating, Aircondition)
- 에어컨 : 75,000BTUs
- 항온항습기
- 병렬운전 계획
- 기존 시스템과의 병렬운전 계획
- 기존 RTU와 신규 시스템의 통신 시험

2.1.3 기타 시스템 요구사항 검토

- 시스템 요구사항의 검토에는 다음사항을 고려하였다.
- 신규 시스템의 목표 및 초기, 장기를 고려한 수행업무
 - 시스템의 평균수명을 고려한 교체시기의 제시
 - 설비 및 운영상 제 조건
 - 설비확장계획 및 신규설비로의 절차과정

2.2 발전통합운영시스템(GIOS)의 구성

2.2.1 시스템구조(STRUCTURE)

수자원공사의 발전통합운영시스템은 2단계의 계층구조를 갖는 실시간 원격제어시스템으로 상위레벨인 수자원공사의 본사에 위치하는 전국단위의 시스템과, 다목적댐 현장중에 위치한 다음단계의 시스템으로 이루어진다. GIOS 시스템의 계층구조는 다음과 같이 구성된다.

- Head Office Control Center(HOCC)
- Remote Data Acquisition and Control(RDAC Multipurpose dam(MPD))
- Data communication with KOWACO's Management Information System(MIS)
- Data communication with KEPCO NEMS

2.2.2 GIOS의 주요 기능

(1) Head Office Control Center(HOCC)의 기능
통합운영센터(HOCC)는 성능 요구수준을 만족할 수 있는 하드웨어와 소프트웨어의 통합시스템으로 구성되어 필수기능과 일반기능으로 분류되는 다음의 기능을 수행하게 된다.

- 가. 필수 기능(Critical Functions)
- Data Acquisition and Control(DAC)
 - Man- Machine Interface(MMI)
 - Data communication with KEPCO
 - Hydro Generation Control(HGC)
 - Historical Data Recording(HDR)
 - Work Permit Processing (WPP)
 - Dam Maintenance Management (DMM)
 - Operating Reports
 - Online Database Maintenance (ODBM)
 - Online Graphic Display Maintenance(OGDM)
- 나. 일반 기능(Non-Critical Functions)
- Engineering Studies
 - Operator Training Simulator(TSS)
 - Software Development and Testing
 - Offline Database Management
 - Offline Graphic Display Maintenance
 - Hardware Maintenance

(2) RDAC 의 기능

- 가. 필수 기능(Critical Functions)
- Data Acquisition & Control
 - Man-Machine Interface
 - Generating Unit Control(GUC)
 - Online Database Maintenance
 - Online Graphic Display Maintenance
- 나. 일반 기능(Non-Critical Functions)
- Engineering Studies
 - Software Development and Testing
 - Offline Database Management
 - Offline Graphic Display Maintenance
 - Hardware Maintenance

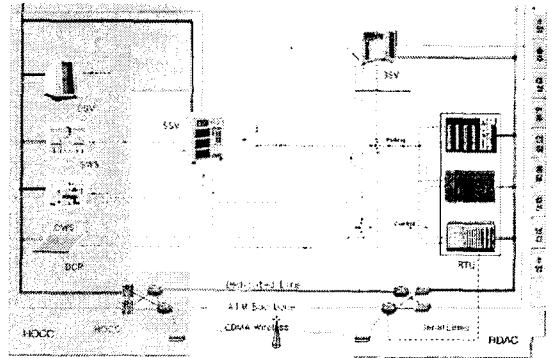
2.3 The Head Office Control Center(HOCC)

2.3.1 HOCC CONFIGURATION

중앙제어센터(HOCC)는 SCADA서버(SSV), DB서

(DSV), 운영자직스테이션(OWS), 관리자직스테이션(SW S), Operator Training Simulator(TSS), 비상제어장치(DCP), 디바이스 드라이버 및 산업표준LAN을 지원하는 스위칭HUB와 RDAC과 신호전송(WAN)을 지원하는 ROUTER등 모든장치들이 이중화로 구성되어 있다.

2.3.2 SCADA SERVER(SSV)의 실시간 집중제어
센터 시스템과 단위자동화시스템은 자체적으로 실시간 DB를 보유하며, 그 시스템을 SCADA서버라 한다. SCADA서버는 HOCC시스템에 OWS, SWS, TSS등에 표현되는 정보의 근간이 되는 HOCC시스템에서 가장 중요한 역할을 담당하는 STATION이다. HOCC SCADA SERVER는 RDAC SCADA SERVER로부터 실시간적으



<그림-1> GIOS의 신호흐름

로 정보를 받아 DB에는 이력정보를 전송하고, OWS, SWS에는 모니터링 또는 제어정보를 전송하며 고장자동통보시스템에는 각종 고장정보를 전송한다. 각 서버간에는 정보를 공유하여 각 댐의 정보를 통합 시스템에서 통합관리하는 것이 가장 큰 목적이다. SCADA SERVER는 시스템 다운시를 대비하여 기본적으로 이중화로 구성되며, 두 시스템간에는 정보의 동기화로 구성되며, WEB 및 시뮬레이션 시스템과 연동토록 구축한다. HOCC와 RDAC RTU와의 실시간 제어 동작은 <그림> "GIOS 신호 흐름"과 같이 HSS, RSS 그리고 DCP가 동시에 이루어진다. 제어인 경우 RSS에서 제어 신호가 RTU에 전달되거나 RTU내에서 CONTROL MODE에 따라 선택적으로 우선 순위가 정해져서 기존 RTU의 제어 PLC LADDER PROGRAM에 전달 된다.

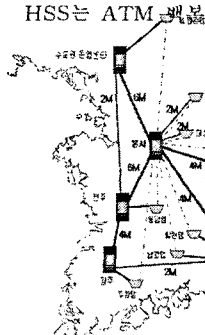
제어 모드가 RSS인 경우 기존 PLC PROGRAM이 수행되고, DCP가 제어권을 가질 경우 제어 명령을 기존 RTU의 제어 LADDER PROGRAM이 참조하는 주소에 전달한 후 제어가 수행되는 방식이다.

2.3.3 GIOS 신호전송

(1) 통신 경로(WAN)

HSS는 ATM 백본 혹은 전용회선을 거쳐 RDAC Router와 Switching HUB를 거쳐 RSS로 전달되어 RSS가 RTU를 제어하게 된다.

- 이중회선
<그림-2>와 같이 평상시에는 ATM 백본과 전용회선을 통해 HSRP라는 방식으로 일부회선 장애에도 자동절제되어 중단없는 서비스를 제공한다. 또한 Load Sharing을 통해 통신회선에 대한 부하율을 최소화한다.



<그림-2> WAN망의 이중화

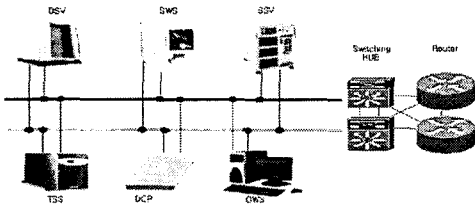
- 단일회선

ATM 백본이나 전용회선중 어느 하나의 회선에 장애가 발생하면 Router에서 HSRP를 통해 자동절체되는 백업방안을 이용하기 때문에 중단없는 완벽한 백업 Solution을 제공한다

- 회선 마비

천재지변이나 기타의 이유로 두 회선에 모두 장애가 발생하면 HOCC내의 Router가 이를 감지하여 Router에서 해당 RDAC으로 CDMA DIALING을 수행하게 된다. 이는 자동적으로 일어나기 때문에 운용자는 별도의 액션을 취하지 않아도 되며 회선 장애 발생 시점부터 연결까지 약 15초~20초가 소요된다. 물론 이때에도 장애발생 순간의 Data를 Buffer에 쌓아두었다가 통신로가 열리면 그때 이 Data를 전송하기 때문에 Data의 Loss는 일어나지 않는다.

(2) 산업표준 LAN의 구성



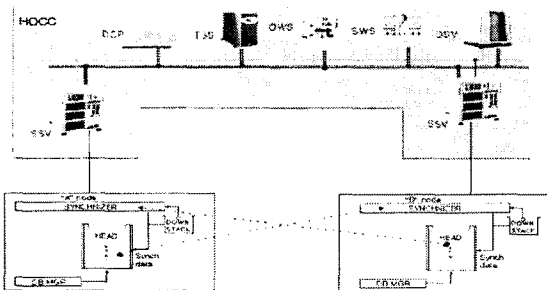
<그림-3> LAN의 이중화

이중화는 크게 시스템 이중화와 LAN의 이중화로 구성되며, 시스템 이상시 또는 통신Line의 이상에 대비한 이중화 구조이다. 그림과 같이 이중화 LAN은 클라이언트 노드와 서버노드간에 물리적인 2개의 네트워크를 지원한다. 이 두 네트워크 경로는 동일한 데이터를 취급하고, 하나의 경로로 접속이 실패하면 자동적으로 다른 네트워크 경로를 통해 접속한다.

2.3.4 DUAL SERVER의 동기화

(1) 전용HDD 구성의 감시 데이터의 동기

DUAL SERVER환경에서 순시 DATA의 이중화는 RTU에서 직접 DATA를 ACQUISITION하도록 설계되어 있어, 순시 DATA의 동기는 RTU에서 직접 DATA를 ACQUISITION 방법으로 만 동기 되기 때문에 IFIX에서 제공되는 OPC SERVER를 이용한 별도 구현으로 DB의 동기화가 가능하다.



<그림-4> DUAL SERVER의 DB 이중화

ACTIVE SSV와 STANDBY SSV 순시 DATA 통신에서와 같이 ACTIVE SSV가 순시 PDB에 WRITE하는 시점에 OPC SERVER에 WRITE하게하고, OPC를 통해 변화된 DATA를 ACTIVE SSV내에 일정 기간 동안 머금(BUFFERING)제한 정의된 시간격 (Time-interval) 혹은 머금수(BUFFERING LENGTH)에 따라 전송하는 방법으로 처리한다

(2) 전용HDD 구성의 이력 데이터의 동기

DATA BASE를 SYNCHRONIZATION하는 기능이 없는 패키지/S/W를 적용하는 경우 별도로 Synchronization

Component의 구현이 필요하다.

- 동기 개념

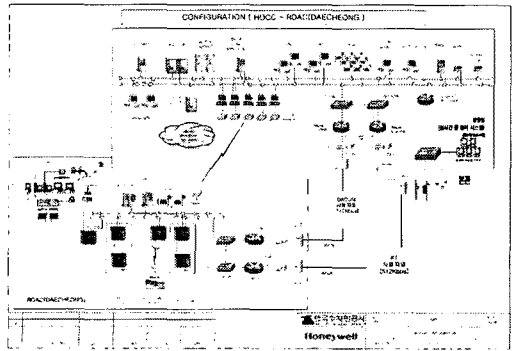
DUAL SCADA SERVER상에서 A, B 시스템이 서로 다른 DATA시간대에 다룬되었을 경우 손실시간대의 데이터를 MERGE하여 정상 DATA로 복구하여 두 시스템이 동일한 DATA를 유지하게 하는 기능을 DATA BASE SYNCHRONIZATION라고 한다.

- 동기 처리

궁극적으로"SYNCH. COMMANDS"가 수행되면 두 시스템의 DATA BASE는 동기 된다. 그러나 이 COMMAND를 유도해 내기 위해서는 DATA가 없는 시간대를 시스템의 시동 및 운전 중에 STACK에 기록된 내용을 기반 동기 명령이 수행되어야 한다.

3. 결 론

전국단위의 다목적댐 수력발전소를 대상으로 시행되고 있는 통합운영시스템구축사업은 국가적, 사회적으로 요구되는 있는 효율적 수자원관리를 과학적으로 수행키 위한 자동화 및 정보기술분야의 첨단기술을 집합한 종합 프로젝트로서, 본 고에서는 시스템의 설계조건과 통합운영시스템의 구성 및 기능등에 관하여 기본적인 요구기능만을 정의하였다 할 수 있으며, 시스템의 구축과정에서 신중하게 검토되어야 할 Simulation Model, Opera Model, Planning model, Optimization Model등, 술 분야에 대한 연구 개발과 관련된 사항과, 지원설비에 관한 부분에 대하여는 별도의 자료로 제시될 것이다.



<그림-5> GIOS System Configuration

GIOS System의 구성도는 <그림-5>와 같다.

시스템 노드별 기능은 아래와 같다.

- DB SERVER : GIOS 관계형데이터베이스(2중화)
- SCADA SERVER : 감시제어용 주 컴퓨터(2중화)
- WEB SERVER : WEB시스템 정보제공용 컴퓨터
- SUPERVISOR W/S : 관리감독자용 CLIENT
- OPERATOR W/S : 시스템 운영자용 CLIENT
- DCP : 비상 직접제어용 장치
- EWS : 프로그램 개발/연구 및 유지보수
- TSS : 교육 및 시뮬레이션 장치
- NMS : 네트워크 유지관리 및 분석
- NETWORK : HUB, ATM연계, ... (이중화)
- GPS : 위성 표준시각 수신장치
- 전원설비,UPS, 접지,
- WALL BOARD
- INTERFACE : 발전사업정보, 실시간물관리시스템,

[참 고 문 헌]

[1] KOWACO, "The State of the Art SCADA Systems"