

WAPP ICC 데이터 웨어하우스 및 자료연계 시스템 설계

이강석, 최승일, 송재원, 윤병주
(주)비츠로시스

The Design of Data Warehouse and Data Link System for WAPP ICC

Kang-Seok Lee, Seung-Il Choi, Jea-Won Song, Byeong-Ju Yun

Abstract - 현재 서부아프리카 지역의 경우, 대부분의 발전원은 수력과 화력에 의존하고 있으며 서부 아프리카 경제공동체(ECOWAS) 15개 회원국의 전력수급률은 매우 낮은 수준일 뿐만 아니라 국가별 에너지 불균형 또한 심각한 상태이다. 이에 서부 아프리카 전력공동체(WAPP)는 지역 간 에너지 불균형 해소 및 국가 간 전력망 연계를 위한 전력거래센터(ICC)의 구축을 추진하고 있다.

본 논문은 향후 WAPP ICC에서 본격적인 전력거래 기능을 수행하기에 앞서 각 지역제어센터(CAC)의 전력 정보 수집, 분석 및 공유를 위한 자료연계 방안에 대해 서술하였으며 센터간의 자료연계를 위한 통신 프로토콜은 IEC 60870-6(ICCP) 프로토콜을 이용하였다.

1. 서 론

서부 아프리카 국가 간 경제협력을 위한 서부 아프리카 경제공동체(ECOWAS)는 Economic Community of West African States) 회원국들의 전력공급 상황은 평균적으로 총인구의 20%미만이 전력공급의 혜택을 받고 있으며 총 전력공급량은 미국 하와이의 전력공급량과 비슷한 수준이며, 산유국인 코트디부아르와 나이지리아를 제외한 대부분의 국가들은 발전량의 상당부분은 수력에 의존하고 있어 전기가 공급된 가정도 전기에는 극심한 전력부족을 겪고 있다. 또한 천연자원(석유, 가스)과 수력 등 발전자원 및 발전시설들이 일부국가에 편중되어 있어 국가별 에너지 불균형이 매우 심각하여 ECOWAS와 전력통합을 위해 설립된 특수 산하기관인 서부 아프리카 전력공동체(WAPP : West Africa Power Pool)는 전력 분야 있어 국가 간의 효율적인 협조체제 구축을 위해서는 각 국가의 전력수급 현황 및 효율적인 전력거래 등을 종합적으로 계획하고 관리하기 위한 많은 노력을 기울이고 있다[1].

정부 간 합의에 따라 ECOWAS와 WAPP의 주체로 서아프리카 지역 내의 전력정보의 공유 및 국가 간 협조체제 구축을 위한 "WAPP 전력거래센터(ICC : Information and Coordination Center) 구축을 위한 타당성조사 및 기본설계사업"이 한국전력공사(KEPCO)-전력거래소(KPX) 컨소시엄에 의해 현재 진행 중에 있으며 선행 중인 지원 사업에 맞추어 도출되는 ICC 기본설계에 따른 상세구현설계 시행과 ICC의 핵심 기능인 국가 간 자료연계 시스템 구축과 ICC 데이터 웨어하우스 구축을 목표로 하는 "WAPP ICC 데이터 웨어하우스 및 자료연계 시스템 구축" 수출산업화사업이 병행하여 진행 중이다.

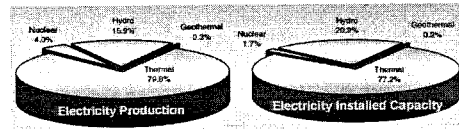
본 논문에서는 서부 아프리카 전력현황을 파악하고 향후 WAPP 회원국들 간의 효율적이고 안정적인 전력거래 시스템 구축에 앞서 요구되는 WAPP 회원국내 5개의 지역제어센터 (CAC : CAC : Control Area Center) 시스템(코트디부아르-CIE, 가나-VRA, 기니-EDG, 나이지리아-TCN, 세네갈-SENELEC)들을 분석하고 WAPP

ICC와 5개 CAC간의 국제 표준 프로토콜인 ICPP를 적용한 자료연계방안 및 WAPP ICC 시스템의 구성방안에 대해 서술하였다.

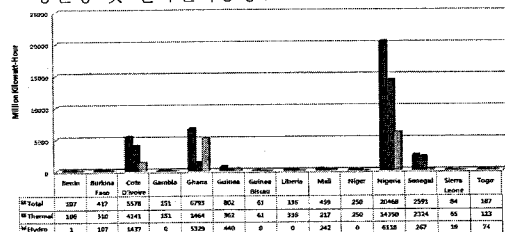
2. 본 론

2.1 서부 아프리카 전력 현황

서부 아프리카의 연간 전력소비량은 2005년 기준 42,000GWh로 전 세계적으로 가장 낮은 수준이며 국가별 불균형이 심한 상태로써 상대적으로 전력수급률이 높은 국가로는 가나(43.8%), 나이지리아 (40%), 세네갈 (33.8%), 코트디부아르(30%)이고 그 이외의 국가에서는 전력수급률이 20%이하로, 75%이상의 국민이 전력의 혜택을 보지 못하고 있다.



<그림 1> 발전원 종류에 따른 아프리카 전기 생산량 및 전력설비용량(2005)



<그림 2> WAPP 국가별 전력생산량(2005)

앞서 언급한 바와 같이 서부 아프리카 지역의 발전원은 천연자원(석유, 가스)을 이용한 화력발전과 수력을 이용한 수력발전이 대부분을 차지하고 있다. 전력설비 현황으로는 나이지리아가 ECOWAS 전체 생산량의 53.5%를 주요 3개국(나이지리아, 가나, 코트디부아르)이 전체 85.8%를 담당하고 있다.

그림 2에서 보는 바와 같이 발전현황으로는 WAPP 회원국 전체 발전량은 약 40,000GWh로 우리나라 2006년 전체 발전량 약 380,000GWh의 10% 정도로서 A지역은 37,025GWh, B지역은 A지역의 10분의 1 미만인 3,534GWh이다. 발전량의 대부분은 화력발전소에서 생산된 것이며, 이는 A 지역 부존자원의 석유와 가스를 이용한 화력발전소이며 발생된 전력의 주요 수출국 코트디부아르, 가나, 나이지리아 3개국이며 이를 제외한 나머지 국가들은 대부분 전력을 수입하고 있다[2].

<표 1> 주요 전력 수출/수입국 현황(2005년)

수출국 및 전력량(GWh)		수입국 및 전력량(GWh)	
코트디부아르	1281	베냉	524
잠비아	321	브루키나 파소	125
말리	226	가나	859
나이제리아	1	말리	1
		세네갈	226

WAPP 각국의 송전선로 현황을 살펴보면 A지역 20,177km, B지역 2,393km이고 A지역 송전선의 50%(10,919km)는 나이제리아에 분포되어 있어 앞서 언급한 바와 같이 WAPP 회원국 간의 에너지 불균형은 매우 심각한 상태이다.

2.2 지역제어센터(CAC) 시스템

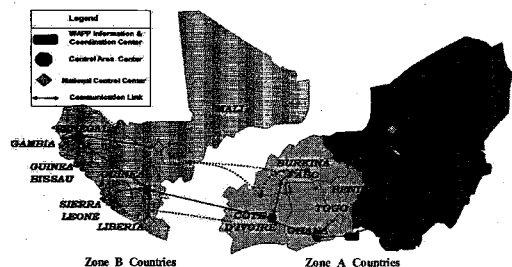
제어 지역(Control Area)이란 연계된 계통에서 상호 교환된 전력 및 에너지 측정을 위한 지점의 위치에 의해 구분하며 단일 계통 운영원에 의한 시스템 운영이나 제어 지역 내에 부하나 제어 가능한 발전설비가 연계되어 있는 것을 말한다. 향후 WAPP 내의 5개의 CAC(코트디부아르-CIE, 가나-VRA, 기니-EDG, 나이제리아-TCN, 세네갈-SENELEC)는 배병에 설치될 WAPP ICC와 전력 거래를 위한 자료연계가 이루어 질 것이며 기니의 경우 현재 SCADA 시스템이 존재하지 않은 상태이며 표 2는 기니를 제외한 나머지 국가들의 CAC 시스템의 구성을 정리한 것이다.

<표 2> 지역제어센터(CAC) 시스템 요약

	코트디부아르 (CIE)	가나 (VRA)	나이제리아 (TCN)	세네갈 (SENELEC)
설치년도	2001	1997	2009	2008
장 소	Abidjan	Tema	Oshogbo	Daker
제조사	ALSTOM	ABB	SIEMENS	AREVA
H/W 구성	SCADA Server, Communication Equip., FEP, GPS			
	67" Mimic MMI Logger RTU HIS Server Eng. W/S	Mosaic tiles Logger RTU	MMI Logger(N/A) RTU(N/S)	Logger RTU
S/W 구성	ALSPA EMP/DMP	SPIDER	SIANUT Spectrum	e-terraPlatform
DBMS	Oracle 8.0	Oracle 7.0	Oracle 7.0	Oracle
RTU 프로토콜	INDACTIC 33 IEC 60870-5-101	INDACTIC 33	N/S	PROTOCOL 160

*N/A : Not Available, N/S : Not Surveyed

현재 WAPP 주요 회원국에서 운영되고 있는 국가통제센터(NCC : National Control Center)는 각 회원국의 전력정보를 수집하고 서부 아프리카 내의 5개 CAC에서 통신 네트워크를 이용하여 각 NCC로부터 필요한 자료 수집 및 수집된 전력 정보를 다시 ICC로 전달하여 ICC에서 전체 WAPP 회원국의 전력 시스템 상황을 총괄 모니터링 하도록 구성된다.



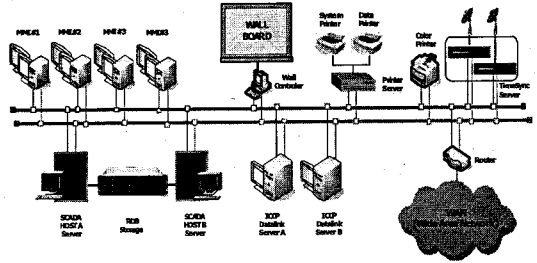
<그림 3> WAPP ICC, CAC, NCC 분포도

현재 각 NCC는 ECOWAS 회원국 내에 고루 분포되어 있으나 일부 국가에는 아직 제어센터 및 통신 네트워크 구축되어 있지 않은 상태이므로 WAPP ICC 시스템의 구성은 향후 CAC 및 통신선로를 구축 계획에 따라 변동 가능성이 존재한다.

2.3 WAPP ICC 시스템

WAPP ICC 시스템은 특정한 기능을 수행하는 하나 또는 그 이상의 프로세싱 노드(Processing node) 즉, 서브시스템(Subsystem)이 네트워크를 통해 상호 연결된 형태로 구성된 분산처리 환경의 시스템으로 서브시스템들은 IEEE 802.3 규격의 표준 네트워크 방식인 Ethernet 기반의 네트워크 내에서 서로 다른 응용 프로그램 및 프로세서들과 연결함으로써 전체 시스템의 유연성과 확장성이 보장되도록 구성해야 한다.

WAPP ICC 시스템은 크게 자료 연계, SCADA, 데이터 관리 및 향후 전력거래 기능이 통합된 시스템이다. 그림 4와 같이 SCADA Host 서버, ICCP Datalink 서버, TimeSync 서버, logger(시스템/보고서), Wall display 및 controller와 같은 주요 서브시스템들로 구성되며 향후 전력거래 서버와 데이터 관리 서버가 추가될 수 있는 구성을 가진다.



<그림 4> WAPP ICC 시스템 구성도

SCADA Host와 ICCP Datalink 서버간의 주고받는 데이터 및 메시지는 다음과 같다.

- 데이터베이스 upload/download
- 취득된 아날로그 데이터 및 상태 데이터
- 시스템 진단 데이터(active/standby/failure)
- ICCP 장비 진단 데이터, 통신 실패 및 에러 통계
- 수동 및 자동 스위치 제어

2.4 측정 데이터

CAC로부터 취득되어야 하는 데이터의 종류는 일반적으로 아래의 표 3과 같이 정의되며 세부적인 취득 데이터의 종류 및 측정 포인트의 선택은 ICC 시스템의 운영 기능, 취득해야할 포인트의 최대 개수, 각 포인트별 데이터 사이즈, 네트워크 전송속도 및 스캔 주기 등을 고려하여 결정해야 한다.

<표 3> 측정 포인트 종류

설비 종류	데이터 종류	단위
Power System	System frequency	Hz
	Output (P, Q)	MW/MVar
Power Plant	Terminal Voltage	kV
	CB Switching Condition	On/Off
	Power Flow	MW/MVar
Transmission Line	CB Switching Condition	On/Off
	Transformer Power Flow	MW/MVar
Substation	Bus Voltage	kV
	CB Switching Condition	On/Off
	Output (P, Q)	MW/MVar
Shunt Capacitor/Reactor	Terminal Voltage	kV
	CB Switching Condition	On/Off
	Main/Backup	Action

2.5 통신 프로토콜

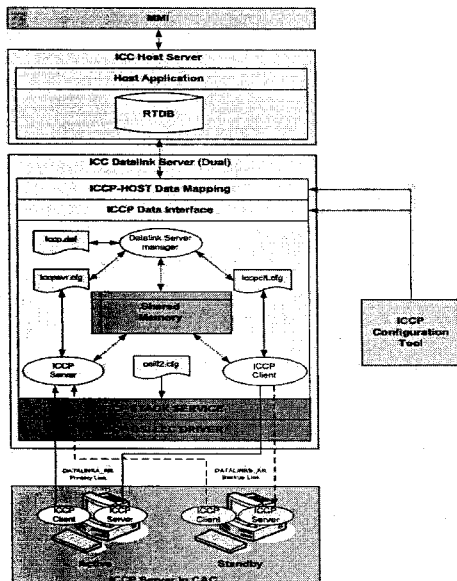
ICCP 통신을 위해 ICC와 CAC의 ICCP 자료연계 서버는 이중화(Active/Standby)로 구성되며 각각의 서버에는 ICCP Server/Client 모듈이 존재한다. ICCP 통신 모듈(ICCP Server/Client)은 OSI STACK Service를 이용하여 동작하며 OSI STACK은 osill2.cfg 파일에 Directory Information Base(DIB)을 정의하며 이 설정 파일에 의해서 ICCP Server/Client간의 Association이 이루어진다. ICCP 통신 설정, ICCP Object Models 및 두 센터간의 교환되는 데이터 변수들은 각각 iccp.def, iccpvsvr.cfg 및 iccpclt.cfg 파일에 정의되어지며 Datalink Server Manager 모듈은 ICCP 통신 Task, Shared Memory(RealTime DB) 및 ICCP 환경 설정 파일 관리하고 취득된 데이터를 ICC Host server로 전달하는 역할을 수행한다.

CAC ICCP 서버로부터 취득된 데이터를 ICC SCADA Host 서버로 전달하기 위해서는 각각의 수집된 포인트에 대해 ICCP 데이터 타입 및 SCADA Host Server 데이터와 mapping되어야 한다. 각각 개별 데이터에 대한 ICCP interface 및 mapping되는 포인트들에 대한 정의는 별도의 ICCP Configuration tool에 의해 제공되며 mapping table은 다음의 표 4와 같다.

<표 4> ICCP 변수 정의 테이블

항목	Type(size)	NN	PK	FK	비고
id	int(4)	NN	PK		
variable	varchar(32)	NN	PK		변수명
tag	varchar(32)	NN			태그 번호
scope	int(1)	NN			0 : VMD, 1 : DOMAIN
type	int(1)	NN			0 : STATE_Q, 1 : REAL_Q
writable	int(1)	NN			0 : Read Only, 1 : Read/Write

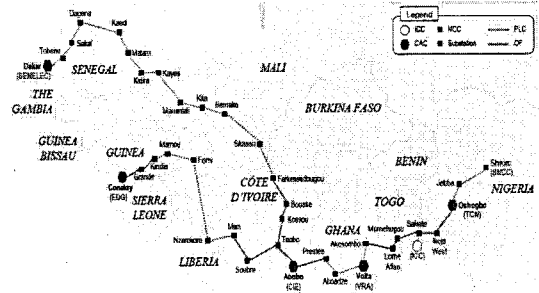
ICC Datalink Server로부터 전달된 데이터는 ICC SCADA Host Server의 RTDB에 저장되어 각종 어플리케이션들이 이용할 수 있으며 처리된 결과는 MMI를 통해 표현된다. 그림 5는 ICCP 통신을 위한 내부 소프트웨어 구조를 나타낸 것이다.



<그림 5> ICCP 자료 연계 서버의 소프트웨어 구성

2.6 통신 네트워크

각 국가별도 운용중인 현재 통신 시스템으로는 WAPP에서 요구하는 ICC에서 CACs간에 9.6Kbps이상의 데이터 통신회선 구성이 불가능한 상태이다. 따라서 ICC에서 CACs까지의 통신망을 구성을 위해서는 기존의 PLC 시스템을 디지털 PLC 시스템으로 교체하고 기존 광통신시스템을 최대한 활용하며 ICC에서 Sakete까지는 광전송망의 신규 구축과 현재 송전선로가 존재하지 않은 구간이 있는 EDG와 SENELEC은 유선으로 통신망 구성이 불가능 지역에는 무선 통신망의 구축이 요구된다.



<그림 6> ICC-CACs간 통신망 구성

3. 결 론

서부 아프리카의 경우 전력 수급률이 낮을 뿐만 아니라 발전설비가 일부 국가에 편중되어 있어 에너지 불균형이 매우 심각하다. 현재 국가별 전력거래는 해당국가간 협정에 의해 이루어지고 있으며 ECOWAS의 입장에서 보면 발전설비의 중복투자, 설비투자자금 확보 미흡 등에 따른 비효율적인 전력거래가 이루어지고 있는 상황이다. 이에 ECOWAS 산하 WAPP에서는 전력분야 있어 WAPP 회원국 간의 효율적인 협조체계 구축을 위한 각 국가의 전력수급 현황 및 효율적인 전력거래 등을 종합적으로 계획하고 관리할 수 있는 WAPP ICC를 추진 중에 있다.

본 논문에서는 WAPP ICC 시스템이 본격적인 전력거래 기능을 수행하기에 앞서 기니를 제외한 4개의 CAC 시스템을 분석하여 향후 WAPP ICC와 ICCP 통신을 이용한 자료연계 구성 및 ICCP 프로토콜 구현을 위한 기본설계를 하였다. 또한 WAPP ICC 시스템 구성 및 센터간 연계될 데이터의 종류를 정의하였으며 통신 네트워크 구성 방안에 대해 서술하였다.

국내 전력기술을 활용해 WAPP ICC 시스템을 구축함으로써 국내 전력기술의 우수성을 알리는 동시에 향후 서부 아프리카 지역의 에너지 사업 참여에 유리한 계기를 제공할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 지식경제부의 전력산업수출산업화사업(E-2008-0-005-01) 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] KEPCO-KPX, "Feasibility Study and Basic Design to Establish the Information and Coordination Cent for WAPP" In ception and Data report, 2008-08.
- [2] African Development Bank, "Selected Statistics on Africa n Countries 2008", annual publication of afdb.