

論文2003-40TC-9-1

전력제어 통신 시스템의 에러 감소를 위한 ICCP 적용 방안

(An ICCP Application Method for an Error Decrease of the Power Control Communication System)

金 鍾 彬 * , 鄭 來 成 **

(Jong Bin Kim and Lae Seong Jeong)

요 약

전력설비의 용량이 커지고 전력계통이 복잡해짐으로서 고품질과 안정적인 전력공급을 하기 위해 각 계층 간에 연계되는 데이터를 에러 없이 처리하는 프로토콜을 요구하게 되었다. 그러나 서울(EMS)과 광주(RCC) 또는 RCC와 SCC에 사용하고 있는 HDLC나 TCP/IP 통신 프로토콜은 속도의 지연, 에러 발생 등으로 신뢰성을 감소시키고 있다. 이를 개선하기 위해, 본 논문에서는 ICCP 통신 프로토콜을 적용하여 전력설비의 원격 제어에 관한 전력 통신시스템을 구현하였다. 오류보정을 위해서 프로그램을 수정하였으며, BLT 최적 조건을 적용하여 구현하였다. 전력통신 시스템에 ICCP 프로토콜을 적용하였을 경우 HDLC와 TCP/IP 프로토콜을 적용한 경우보다 에러가 감소하였다.

Abstract

Because of capacity of the electric power equipment grew larger and the electric power system was complicated, it was required a protocol to process data without the errors in order to supply the high quality and stable electric power. However, HDLC and TCP/IP communication protocol using between Seoul EMS and Kwangju RCC (or between RCC and SCC) is decreasing reliability by the delay of speed and the occurrence of errors. In this paper, we applied ICCP(Inter-Control Center Communication Protocol) communication protocol in order to improve them and implemented an electric power communication system for remote control of the electric power equipment. Also, we modified program for error correction and implemented the system using the most suitable BLT. The errors were more decreased in case of ICCP protocol than HDLC protocol and TCP/IP protocol applied to the electric power communication system

Keyword : SCADA, TCP/IP, ICCP, Power equipment, Communication system

I. 서 론

정보통신 시스템이나 산업 설비의 전원을 공급하는 전력회사의 전력설비들은 정전이 없는 안정적인 전력공급과 양질의 전기를 공급하기 위한 극도의 신뢰성을 유지하기 위해서 전력망으로 구성되어 있는 각종 측정(Analog)값(송전선로, 변압기의 유효전력, 무효전력, 전압, 전류, 온도 등)과 상태(Status)값(차단기, 단로기, 접지스위치, 보안감시, 화재감시 등) 또는 제어(Control)값

* 正會員, 朝鮮大學校 電子情報通信工學部
(Department of Electronics and Telecommunication Engineering)

** 正會員, 韓國電力公社
(Korea Electric Power Corporation)

接受日字:2003年3月20日, 수정완료일:2003年9月17日

(각종 전력설비나 정보통신 설비 On/Off 제어 등) 등을 항상 취득하여 에러가 발생했는지를 체크하고 교정하고 있다.

전력설비의 용량이 커지고 전력계통이 복잡해짐으로써 고품질과 안정적인 전력공급의 역할을 담당하는 무인화 변전소가 증가하고, 각종 데이터에 대한 고도의 정확성을 요구받게 됨으로써 안정적인 전력설비의 감시나 제어기능을 갖춘 지능형 단말장치가 필요하게 되었다. 또한 각 계층 간에 다량의 데이터를 신속하고 정확하게 처리하기 위해서는 현장에 있는 정확한 데이터를 고속으로 전송하고 각 계층 간에 연계되는 데이터를 에러 없이 처리하는 프로토콜을 요구하게 되었다.

그러나 최상위층의 중앙장치인 EMS(급전자동화 시스템 : Energy Management System) 서버와 중간계층인 RCC(지역 급전소 : Resource Control Center)나 SCC(지역 급전분소 : Substation Control Center)에 많이 사용하고 있는 HDLC(High level Data Link Control)나 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 통신 프로토콜은 속도의 지연이나 소량의 데이터처리, 특히 오동작의 발생 및 표준화되지 않은 자원 공유로 인해 불필요한 정보전송 등으로 극도의 신뢰성을 요구받는 전력설비의 운전에 영향을 미쳐 전력설비의 데이터를 이용하는데 신뢰성을 저하시키는 근본원인이 되고 있다.

본 논문에서는 이러한 오동작 발생으로 인한 전력설비 운전의 신뢰성 저하를 해소하고 오동작 및 불필요한 자료전송 사례를 방지하기 위해서 전력망의 중간계층인 RCC나 SCC와 최상위 계층인 EMS 서버간에 차세대 전력계통 자동화 단말장치의 표준인 IEC(International Electro-technical Commission) 규격을 준용한 ICCP(Inter-Control Center Communication Protocol)를 전력제어 통신 시스템에 적용하였다. 그리고 전력제어 통신 시스템이 최적의 운전상태가 될 수 있도록 ICCP 프로그램 수정 및 BLT(Bilateral Table) 최적 조건을 설정하여 각종 응용 모니터 화면을 구현하였다. 또한 서울EMS와 광주RCC 및 광주RCC와 SCC구간의 전력제어 통신시스템에서 송, 수신되는 데이터를 시뮬레이션하여 에러발생의 형태를 살펴보고, 각 방식별로 에러의 개수들을 서로 비교하여 모니터 하는 화면을 구현하여 통신 데이터의 에러보정 상태를 쉽게 알아 볼 수 있도록 하였다.

II. ICCP

ICCP는 전력회사의 각종정보에 대한 표준의 실시간 데이터 교환 프로토콜(IEC 870-6-503, 802, 702)로서 데이터를 송수신하고 데이터의 값을 모니터하며 프로그램 및 장치를 제어할 수 있는 제어센터간에 사용되는 프로토콜이다. ICCP의 구조적 특징은 OSI 7계층에서 최상위 계층에 존재하는 응용계층 프로토콜이다^[1,2].

응용계층 프로토콜은 사용자나 제어센터 응용 프로그램으로부터 메시지를 받아 하부 계층으로 전달하고, 하부 계층으로부터 메시지를 받아서 사용자 응용프로그램으로 보내는 역할을 한다. ICCP는 독립적으로 하위 계층에 새로운 프로토콜이 설정된다 하더라도 간단한 구성 변경만으로 운용이 가능하고, 다양한 프로파일(이더넷, 토큰링, FDDI, ATM, X.25 등)의 수용이 가능하다. 그리고 최상위 계층인 응용계층 하부 프로토콜로 자동화 프로토콜인 MMS(Manufacturing Message Specification)를 지정하여 MMS의 서비스 함수 중 일부분을 호출하여 사용하고, 로컬 연결사용은 ACSE(Association Control Service Element)를 이용하며, 상호동작이 가능하다. 또한 상위계층에는 각 제어센터의 응용프로그램들, 즉 EMS 프로그램, SCADA(원방감시 제어시스템 : Supervisory Control And Data Acquisition) 프로그램, 관계형 데이터베이스 등 각종 전력센터의 시스템들이 존재할 수 있다.

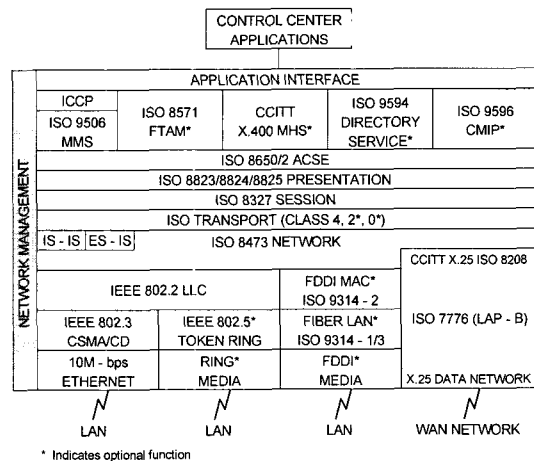


그림 1. ICCP 프로토콜의 구조
Fig. 1. ICCP protocol structure.

MMS는 공장자동화용으로 개발되어 현재 전력제어 이외에도 여러 분야에 응용 되고 있는 통신규약이다. MMS를 사용함으로써 얻어지는 이점은 통합의 편리성, 설치비용과 유지보수 비용의 감소, 응용프로그램 이식 등의 장점이 있으며, 서로 다른 프로토콜을 사용하는 기기들 간의 통신을 가능하게 하는 상호 운용성이 있으며, 통신을 할 수 있는 자료구조와 메시지의 정의, 그리고 메시지의 의미까지 정의하고 있기 때문에 각각 다르게 개발된 자동화기와 응용 프로그램 사이에 통신이 최대한 쉽게 이루어지며 상호 운용될 수 있다^[3].

가상제조기기(VMD : Virtual Manufacturing Device)는 속성(attributes)과 오퍼레이션으로 나누어져 장치의 모든 자원들을 나타내며 이와 같은 방법으로 서로 다른 기기들을 표현함으로써 통신을 할 수 있는 환경을 제공한다.

이 통신규약은 클라이언트-서버 모델을 기본으로 하고 있으며, 클라이언트 시스템과 서버 시스템은 구조화된 데이터 블록인 PDU(Protocol Data Unit)를 이용하여 통신을 한다.

ICCP를 사용하면 전력센터내의 EMS/SCADA, DSM Load Management, Display Processor 그리고 Distributed Application 등 서로 다른 여러 프로세서간의 통신을 이룰 수 있다. 각 시스템간의 통신 시 각각의 통신은 통신규약을 따르는 대신 <그림 2>와 같이 ICCP 하나의 통신채널을 이용하여 통신을 할 수가 있다. 그러므로 시스템 통합을 할 때 각각의 통신규약을 이용하는 것 보다 적은 비용으로 통신을 할 수가 있고 보다 편리한 통합을 이룰 수 있다^[4].

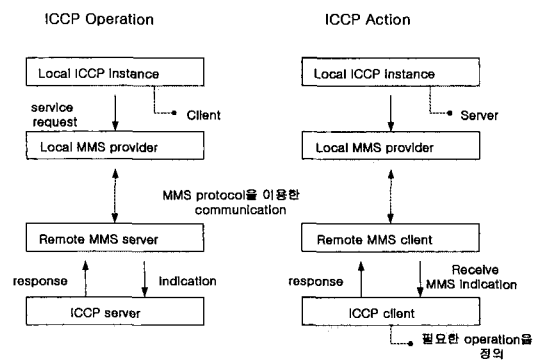


그림 2. ICCP를 이용한 전력센터간의 통신모델
Fig. 2. A communication model between the power centers using ICCP.

ICCP는 서버-클라이언트 개념에 기반하고 있으며 모든 데이터 전송은 지역급전소(RCC)인 클라이언트에서 데이터를 소유, 관리하고 서버인 중앙급전소(EMS)의 요구로 시작되는데 요구형태에 따라 데이터 전송을 위한 여러 가지 서비스가 제공된다. 그 예로 클라이언트에게 1회성 데이터를 요청할 때 요청에 대한 응답을 하지만 클라이언트에게 주기적인 데이터전송이나 변경되는 데이터전송을 요구한다면 서버에 레포트 메커니즘을 설정하고 서버는 조건이 만족되면 데이터가 전송된다.

각각의 클라이언트와 서버간 데이터를 전송하고 접속제어를 하기 위해서는 데이터의 요구용량이나 접근 권한에 대한 확인이 필요하며 각 클라이언트 유틸리티와 서버 유틸리티간에 허용된 BLT의 사용을 통해 제공되어진다. 서버의 BLT 체크 항목으로는 데이터와 서비스 등이 있으며 BLT는 클라이언트에 의해 요청된 각 아이템에 대한 execute, read/write, read only, no access 등을 정의한다.

객체 모델(object model)은 <그림 3>과 같으며, ICCP 서버 객체와 제어센터, 데이터 객체로 구분된다.

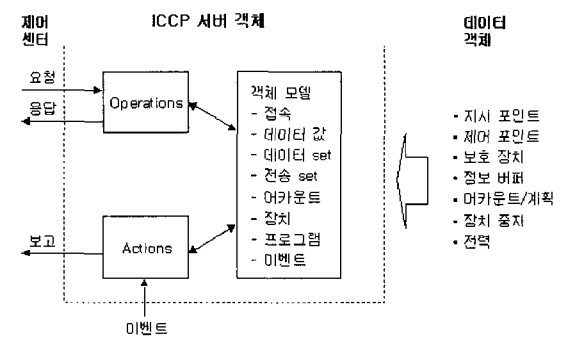


그림 3. 객체 모델
Fig. 3. Object model.

컨포먼스(conformance) 블록은 각 유틸리티에서 수행하고자 하는 기능을 정의하고 있으며 그 종류에는 블록 1(주기적인 전력시스템 데이터, 기본블록), 블록 2(비 주기적인 데이터 조건 모니터링), 블록 3(블록 데이터전송), 블록 4(정보 메시지), 블록 5(기기 제어), 블록 6(프로그램 제어), 블록 7(이벤트 보고), 블록 8(추가 사용자객체 : 전송 셋 객체 등), 블록 9(비연속 데이터)가 있다^[5, 6].

Ⅲ. 전력제어 통신시스템 구성

전력계통 통신시스템은 <그림 4>와 같이 원격에 있는 전력설비를 자동으로 감시, 제어, 측정 등을 수행하는 시스템이다. 이 시스템의 주장은 시스템의 주요 동작사항 감시와 현장 전력설비의 측정값을 계산하고, 이를 데이터베이스화해서 관리하는 역할을 하는 시스템(APN: Application Processing Node A)과 현장 전력설비의 취득한 데이터 값을 보고형식(화면 출력)으로 생성해 주는 역할(화면 출력)을 하는 시스템(APN B), 그리고 시스템 A, B의 백업장치(APN C)로 구성되어 있다. 부가장치로는 현장전력 설비의 데이터를 현장에 있는 원격소장치를 통해서 취득할 수 있도록 하고, 서울EMS와 ICCP로 데이터를 송·수신 할 수 있도록 해주는 자료취득 장치(FEP: Front End Processor)가 있다.

그리고 각종 작업을 할 수 있는 시스템으로서 워크스테이션과 원격리에 있는 사업소에서도 전력계통설비의 동작상태를 상시 감시할 수 있도록 하기 위한 모니터링 컴퓨터로 구성되어 있다. 또한 사고 시 신속 대처하기 위해 가상사고 발생 훈련을 위한 모의훈련장치(DTS: Dispatcher Training System)와 전 시스템의 시

간 동기를 위한 GPS수신 장치로 구성되어 있다.

<그림 5>는 ICCP, HDLC를 사용한 서울EMS와 광주RCC간 데이터링크 구성도를 나타낸 것으로 서울EMS 환경과 광주RCC 환경을 사용하는 부분으로 구분되어지며, 서울EMS에 위치한 통신장치와 지역급전소인 광주RCC에 위치한 모뎀, 절체기, FEP 등의 장치로 구성된다.

이 구성도는 서울EMS와 광주RCC간의 시스템 연결 구성도로서 EMS통신장치는 통신 네트워크를 통해 각 지역 RCC와 연결되어 있다. 이 통신 네트워크인 데이터링크의 구성방식은 기존의 HDLC에서 ICCP로 변환하여 구성하였으며, 전송속도도 9600bps에서 T1로 상향시켜 적용하였다. 모뎀은 9600bps급인 동기식 모뎀에서 T1급인 CSU로 적용하였으며, FEP와 모뎀간의 접속부분은 서로 상호접속이 가능하도록 하여 회선이나 기타 다른 요인으로 인한 장애 발생시 고장시간을 최소화하였다.

<그림 6>은 각 RCC와 SCC 간의 데이터링크를 나타내는 네트워크 구성도로 RCC의 SCADA 시스템은 SCC의 전력제어 통신시스템인 소규모 장치(Sub-SCADA)와 기존의 TCP/IP를 사용하여 데이터링크되어 있는 부분을 ICCP로 변환하여 구성하였으며, 전송

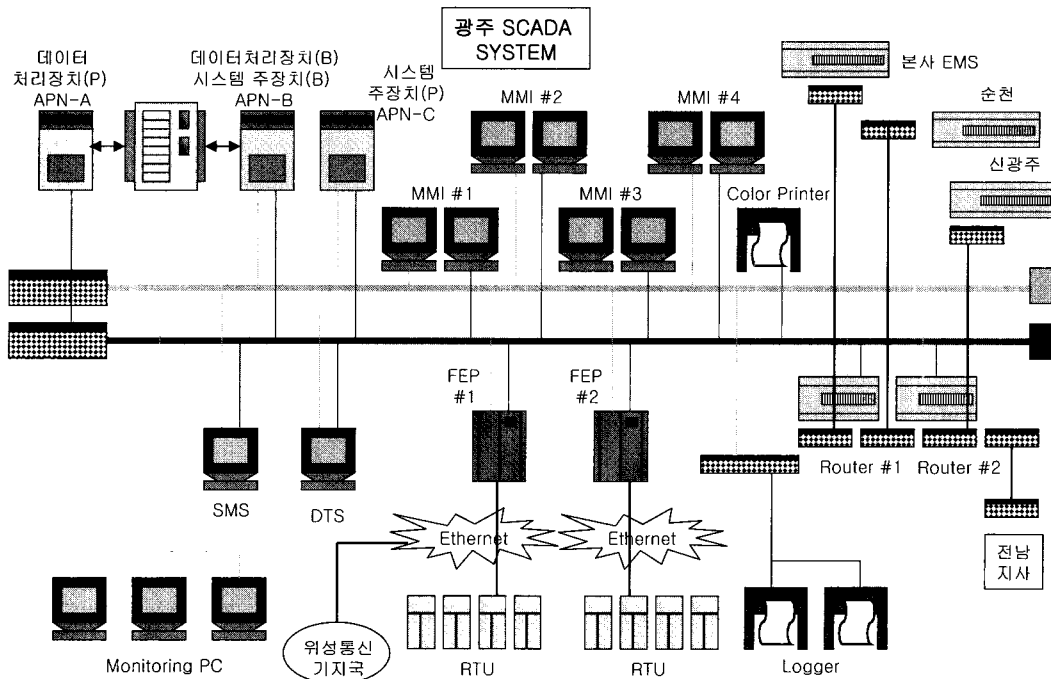


그림 4. 전력제어 통신 시스템의 기능별 구성도

Fig. 4. Function structure of a power control communication system.

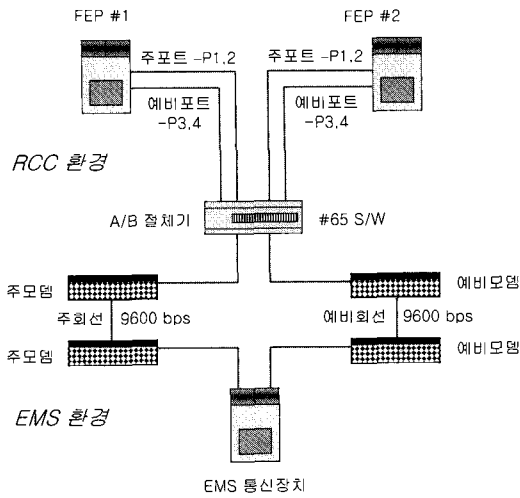


그림 5. EMS 데이터링크 구성도
Fig. 5. Configuration of EMS data link.

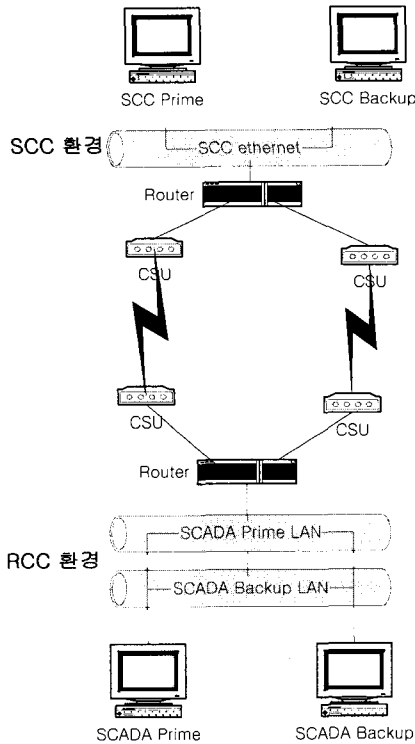


그림 6. ICCP, TCP/IP 데이터링크 구성도
Fig. 6. Configuration of ICCP, TCP/IP data link.

속도와 모뎀은 동일하게 T1과 CSU를 적용하여 구성하였다.

각 RCC와 SCC의 전력계통 통신시스템은 백업체제를 유지하고 있으며 데이터링크 역시 주, 예비로 자동

절체가 가능토록 구성하여 회선이나 기타 다른 요인으로 인한 장애 발생시 고장시간을 최소화하였다⁷⁾.

IV. 시뮬레이션

서울EMS와 광주RCC간에 운영되는 ICCP 데이터링크는 ICCP 표준규약인 MMS 및 TASE.2 (Tele-control Application Service Element 2)를 준수하며, ICCP 링크감시를 위한 X-Window의 응용분야를 지원하고, ICCP을 구현하기 위한 회사의 기본적인 설정조건 중 MMS 디렉토리 위치와 데이터링크 서브시스템 디렉토리 위치를 지정한다. MMS 디렉토리에는 통신노드 IP정보, TCP/IP 지원정보, MMS 규약정보 등이 포함되어 있고, 데이터링크 서브시스템 디렉토리에는 ICCP 선언정보, 프로토콜 정보 등이 포함되어 있으며 그 내용은 다음과 같다.

- MMS 설치 : /usr/osidp
- node.cfg : EMS와 광주RCC의 통신노드 IP 정보를 보관
- osi.cfg : OSI 7계층과 TCP/IP를 지원하기 위한 정보를 보관
- napa.cfg : MMS 규약 및 AP-Title, AP-Qualifier의 정보를 보관
- Datalink Subsystem 설치 : \$PROJ/config/dl
- utype.dat : 유틸리티 형태 즉, ICCP를 선언
- protocol.dat : ICCP와 SCADA 주장치의 DB와 연결

SCADA 시스템의 경우(비 주기적인 보고를 지원하는 경우) ICCP에서 필요한 블록은 블록 1(주기적인 전력시스템 데이터)과 블록 2(확장된 데이터 셋 조건)이다. 요구되는 ICCP 서버 객체는 연결 객체, 데이터 값 객체, 데이터 셋 객체, 데이터 셋 전송 셋 객체, 시간간격 조건, 동작자 요청조건, 다음 데이터 셋 전송 셋 객체 등이 있고, 요구되는 제어센터 데이터 객체 값으로는 감시 값, 측정 값, 제어 값 등이 있다.

ICCP 통신을 위한 라우팅 목록생성 디렉토리는 /etc/rc.tcpip으로 지정하였으며, 라우터 IP로는 172.31.xxx.xx9 10.6x.1.xx0과 172.31.xxx.xx9 10.6x.2.xx0으로 지정하였다. 서울EMS IP에서 호스트 A는 172.31.xxx.x8, 호스트 B는 172.31.xxx.x9로 ICCP 데이터를 링크할 수

있는 광주RCC IP에서 호스트 A는 10.6x.1.x1, 호스트 B는 10.6x.1.x2로 지정하였고 자료취득 장치인 FEP에서 데이터링크 연결 확인이 가능하도록 하였다. 라우팅은 정적 라우팅 방법을 사용하며, 정적 라우팅을 구성하기 위한 IP로는 172.31.xxx.0 255.255.255.0 10.5x.6.x0을 사용하였고, 향후 내부시스템과 새로운 장비의 데이터링크로 사용하기 위한 용도설정용 이중화 구조의 IP로는 172.31.xx.2.0 255.255.255.0 10.5x.6.x0과 172.31.xx.6.0 255.255.255.0 10.5x.6.x0을 사용하도록 하였다.

서울EMS와 광주RCC간 데이터링크 통신을 하기 위한 BLT는 <표 1>과 같고, 이 표는 각 구간의 통신조건을 조정하는데 이용한다. 데이터의 초기 값을 적용하였을 때, 링크관련 프로그램이 동작하지 않을 뿐만 아니라 일부 감시 값이나 측정값 데이터가 링크되지 않아 서울EMS와 광주RCC간에 최적의 링크조건이 될 수 있도록 각종 조건 값들을 재설정 하였다.

표 1. Bilateral 테이블
Table 1. Bilateral Table.

Control Center Name	GCOAG	KJOAG
Max. Number of Transfer sets	20	20
Max. Number of Data sets	20	20
Max. Size of a MMS message	32768	32768
Supported Block	1,2,3,4,5,6,8	1,2,3,4,5,6,8
ICCP Version	August 1998	August 1998
BLT Version	1.0	1.0
Shortest Periodic Interval	2 sec	2 sec
Domain Name	GCOAG	KWANGJU
Local AR Name	GCOAG	KJOAG
PRIME AP Title	1.1.101	1.1.211
BackUp AP Title	1.1.102	1.1.212
AE Qualifier	102	102
P-Selector	0 00 00 01	0 00 00 01
S-Selector	00 01	00 01
T-Selector	00 01	00 01
PRIME IP Address	172.31.xxx.x8	10.6x.1.x1
BackUp IP Address	172.31.xxx.x9	10.6x.1.x2
Transport Layer Ack Time	1 sec	1 sec
Transport Layer Retransmission Time	10 sec	10 sec
Transport Layer Window Time	10 sec	10 sec
Number of Retries	6	6
QOS	0	0

<표 2>는 서울EMS, SCADA인 광주RCC에 적용한 ICCP서비스를 나타냈다. SCADA 프로그램은 각 모션의 데이터들 즉, 전압, 전류, 역률, 주파수 등의 값을 생성하여 전송보고 서비스를 이용하여 주기적으로 서울EMS에게 전달한다. 서울EMS 프로그램은 ICCP 컨포먼스 블록 1인 아날로그, 감시, 제어의 주기적인 전송 데이터에 해당하는 알림과 응답의 부분을 갖고 있으며 SCADA 시스템에서 생성한 모션 데이터들을 보고 받아서 광주RCC 프로그램의 서비스 요구에 응답한다.

그리고 화면은 분할 윈도우를 사용한 GUI (Graphic User Interface)로 구현하였으며, 하나의 윈도우는 ICCP의 기본서비스인 초기화의 설정 및 종결, 데이터 전송의 시작과 정지, 데이터 지정의 송·수신 등에 대한 것을 사용자가 입력할 수 있도록 구성하였으며, 서버에 존재하는 여러 데이터들을 상시 감시할 수 있도록 화면을 구성하였다.

표 2. ICCP 서비스
Table 2. ICCP services.

프로그램	관련 객체	ICCP 서비스
EMS 클라이언트	연결 설정	Initiate, Conclude, Abort
	VCC	GetNameList, Identify
	데이터 값	GetDataValue, SetDataValue, GetDataValue Attributes
	데이터 셋	CreateDataSet, DeleteDataSet, GetDataSet ElementValue, GetDataSet Attributes
EMS 서버	연결 설정	Initiate, Conclude, Abort
	VCC	GetNameList, Identify
	데이터 값	GetDataValue, SetDataValue, GetDataValue Attributes
	데이터 셋	CreateDataSet, DeleteDataSet, GetDataSet ElementValue, GetDataSet Attributes
SCADA	연결 설정	Initiate, Conclude
	데이터 값	GetDataValue, SetDataValue, Information Report

서울EMS 프로그램은 하위계층인 SCADA 프로그램과 연결을 설정하고 데이터를 보고받고 광주RCC 요청에 대해 응답을 한다. 사용한 변수로는 SCADA 시스템으로부터 보고 받는 모션 A, B, C상의 전압, 전류, 유효전력, 무효전력, 온도, 변압기 탭과 보고 받은 데이터로 계산되는 역률과 각종 데이터의 감시 값 등이 있다.

광주RCC 프로그램은 X-Window를 사용한 응용 프로그램으로 구현하였으며 ICCP에서 제공하는 기본서비스를 바탕으로 응용서비스를 구현하였다. 사용자가 프로그램을 기동한 후 데이터를 얻고자 하는 부분의 관련된 ICCP 프로그램을 클릭할 때 연결된 서울EMS와 광주RCC에 교환되어지는 감시 포인트형의 데이터, 제어 포인트형의 데이터, 셋 포인트형의 데이터, 그리고 각 모션의 전압, 전류, 유효전력, 무효전력, 역률, 주파수, 온도 등의 값들을 얻어내며 이러한 실시간 데이터는 오류 없이 사용자에게 보여준다.

V. 결과 및 고찰

하위계층을 사용하는 HDLC, TCP/IP에서 전송되는 데이터형식은 각종 값에 대한 명칭을 숫자로만 표시하여 연계하므로 단순한 비트에러도 에러로 인식하여 데이터가 변형될 확률이 높은 반면, 상위계층을 사용하는 ICCP는 여러 문자와 숫자의 조합으로 각종 값을 표시하여 데이터 변형 확률이 낮고 전체가 동일해야만 데이터로 인식하므로 하위계층에서 발생하는 부분의 에러들은 충분히 해소하도록 관련된 ICCP 소스 프로그램을 생성, 수정하고 BLT 최적 조건을 설정하여 안정적인 데이터 전송을 얻었다.

서울EMS와 광주RCC간 데이터를 링크하고 전송속도가 9600bps인 HDLC를 적용하여 1시간과 1일간 전송데이터 및 에러 값을 모니터 하였다. 이 경우 낙뢰나 외부전송로의 서지유입, 내부시스템의 오동작 등 기타요

인에 의해 <그림 7>과 같이 프레임 및 링크에러가 발생하였다. 각각의 프레임 에러는 현재 1시간과 1일간 데이터를 모니터한 결과로, 값은 각 기간에 발생한 에러의 최대 값으로 '0'이어야 하나 각각 '2'와 '5'로 나타났으며, 링크 에러는 현재 1시간과 1일간 데이터를 모니터한 결과 값이 '0'이어야 하나 각각 '3'과 '8'로 나타났다.

같은 구간에서 전송속도를 T1로 한 후 ICCP를 적용하여 1시간과 1일간 전송데이터 및 에러 값을 모니터한 결과 프레임 에러 및 링크 에러 부분 '0'으로 나타나 정상임을 알 수 있었다.

<그림 8>과 같이 광주RCC와 SCC간 데이터를 링크하고 전송속도가 T1인 TCP/IP를 적용하여 1시간과 1일간 전송데이터 및 에러 값을 모니터 하였다. 링크 에러는 현재 1시간과 1일간 데이터를 모니터한 결과로, 값은 각 기간에 발생한 에러의 최대 값으로 '0'이어야 하나 각각 '3'과 '8'로 나타났다.

같은 구간에서 전송속도를 T1로 한 후 ICCP를 적용하여 1시간과 1일간 전송데이터 및 에러 값을 모니터 하였다. 링크에러 부분은 현재 1시간과 1일간 데이터를 모니터한 결과 값이 '0'으로 나타나 정상임을 알 수 있었다.

서울EMS와 광주RCC간에 전송되는 데이터 값에서 <그림 7>에서 발생한 프레임에러나 링크에러 부분을 검사한 결과 프레임에러나 링크에러 부분을 검사한 결과 <그림 9>와 같이 나타났다. <그림 9>는 ICCP를 적용한 경우이며, 광주RCC에서 측정된 부분으로 실제

EMS DATA LINK					
	Online	Current Hour	Previous Hour	Current Day	Previous Day
HDLC Link 1	HDLC Link1 Frames Send	1342	6352	154230	164380
	HDLC Link1 Frames Receive	1410	6543	158463	116654
	HDLC Link1 Frame Errors	②	0	⑤	②
	HDLC Link1 Link Errors	③	0	⑥	⑤
	HDLC Link1 Bytes Send	285342	1783452	34528648	35437664
	HDLC Link1 Bytes Receive	100242	605740	12935242	13536234
		Online	Current Hour	Previous Hour	Current Day
ICCP Link 1	ICCP Link1 Frames Send	0	6222	131008	145689
	ICCP Link1 Frames Receive	0	6293	132285	147400
	ICCP Link1 Frame Errors	①	0	①	①
	ICCP Link1 Link Errors	①	0	①	①
	ICCP Link1 Bytes Send	0	1411661	31011648	33846568
	ICCP Link1 Bytes Receive	0	495700	10867152	11846601

그림 7. 서울EMS-광주RCC간 데이터 링크 값
Fig. 7. Data link value between EMS and RCC.

광주RCC - 신광주SCC					
구분	Frame Status	현재시간	전시간	금액	전일
TCP/IP	Frame Send	3166772	10319477	212301588	173887872
	Frame Receive	3169848	10797088	211858480	173498285
	Frame Error	0	0	0	0
	Link Error	③	4	⑧	98
	Byte Send	652408584	892218882	259244840	379242844
	Byte Receive	798983094	95537880	758477248	904354875
ICCP	Frame Send	2184572	12398254	175848545	186573587
	Frame Receive	2284254	12545884	198578558	187578585
	Frame Error	0	0	0	0
	Link Error	①	0	①	0
	Byte Send	423483674	905858758	285785588	89098977
	Byte Receive	475884577	985577878	795785587	725758757

그림 8. 광주RCC-SCC간 데이터 링크 값
Fig. 8. Data link value between RCC and SCC.

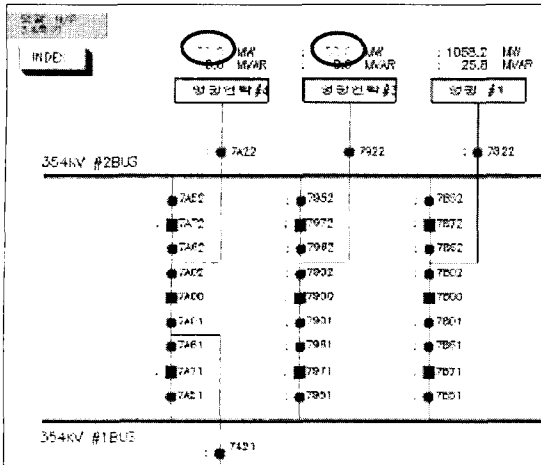


그림 9. 발전소 전력부하 측정 값
Fig. 9. Analog data of power load in power plant.

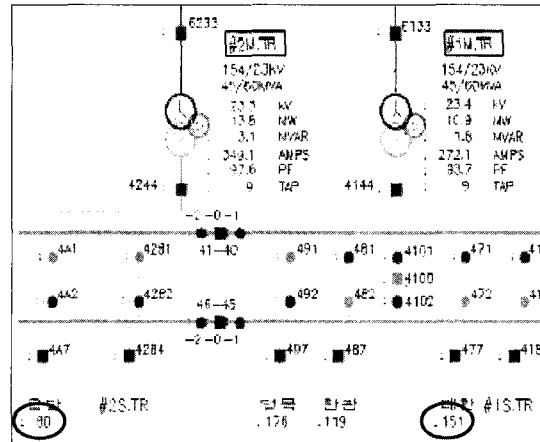


그림 11. 변전소의 전류부하 값
Fig. 11. Data of current load in substation.

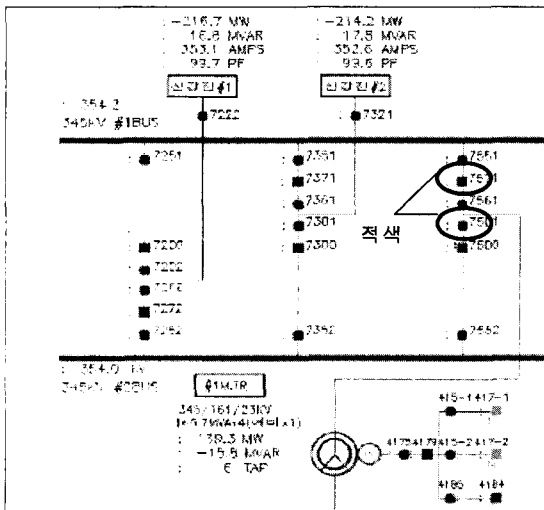


그림 10. 변압기의 감시 값
Fig. 10. Status data of main transformer.

영광원자력 발전소 3,4호기이다. 송전선인 영광연락#3, 영광연락#4에서 유효전력 값이 HDLC를 적용한 경우 '0'값으로 나타났으나 이 경우 일정 유효전력 값으로 나타나 에러가 발생하지 않았고, 정상임을 알 수 있었다.

서울EMS와 광주RCC간에 전송되는 데이터 값에서 <그림 7>에서 발생한 프레임에러나 링크에러 부분을 검사한 결과 <그림 10>과 같이 나타났다. <그림 10>은 ICCP를 적용한 경우이며, 광주RCC에서 감시한 부분으로 실제 신장전 변전소이다. 변압기인 #1MTR에서 유효전력 값이 나타났음에도 불구하고 HDLC를 적용한 경우 차단기가 개방상태(Trip)인 녹색으로 나타나 에러가 발생하였으나, 이 경우 차단기가 투입상태(Close)인

적색으로 나타나 에러가 발생하지 않았고, 정상임을 알 수 있었다.

광주RCC와 SCC간에 전송되는 데이터 값에서 링크에러 부분을 검사한 결과 <그림 11>과 같이 나타났다. <그림 11>은 ICCP를 적용한 경우이며, 광주RCC에서 측정된 부분으로 실제 대불변전소이다. 배전선인 대한과 용당에서 전류 값이 TCP/IP를 적용한 경우 '0'값으로 나타났으나, 이 경우 일정 전류 값으로 나타나 에러가 발생하지 않았고, 정상임을 알 수 있었다.

V. 결론

HDLC나 TCP/IP, FDDI(Fiber Distributed Data Interconnect) 링(Ring)방식으로 전력설비를 운전하고 있는 서울EMS와 광주RCC 및 광주RCC와 SCC 구간에서 전력계통 통신시스템의 에러보정을 위해 관련된 ICCP 프로그램을 수정하고 BLT 최적 조건을 설정하여 각종 응용 모니터화면을 구현하였다. 또한 전력계통 통신시스템에 각각의 HDLC, TCP/IP, ICCP을 적용 시뮬레이션 하여 각 방식별로 에러 값과 에러의 특징을 비교 분석한 결과 HDLC나 TCP/IP를 적용한 것보다 ICCP를 적용했을 경우 에러가 발생하지 않아 매우 안정적으로 동작함을 알 수 있었다. 향후 데이터 셋 별로 통신하는 전송 셋의 서버는 항상 클라이언트보다 데이터가 많거나 같아야 링크가 되는데, 전송되는 데이터의 개수에 차이가 생겼을 때 링크가 되지 않는 단점만 보완한다면 ICCP는 모든 지역의 전력계통 통신시스템에 적용이 가능하며, 원격 로봇 제어, 홍수 관제 제어 등

이기종간 통신시스템에도 적용 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] ICCP Inter-Control Center Communication Protocol ; Section 870-6-503 : Services and Protocol, Version 6.2 Feb. 1997.

[2] ICCP Inter-Control Center Communication Protocol ; Section 870-6-802 : Object Model, Version 6.2 Feb. 1997.

[3] P. Castori and P.Pleinvaux, "A Generic Architecture for MMS Servers," IEEE Transactions on Industrial Electronics, pp.211-218, June 1995.

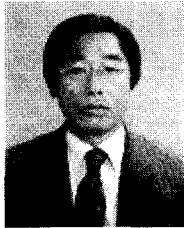
[4] 장경수, 신동렬, "ICCP을 사용한 전력센터간의 통신프로토콜 구현", 한국정보처리학회 논문지 제 7 권 12호, pp. 3910-3921, 2000

[5] ICCP User Guide, EPRI Project Manager, Final Draft, 1996.

[6] S. Carulloetal, "Integrating a Power Systems Laboratory into a Client/Server based Computing Environment", Proc. of America. Soc. for Eng., 1996.

[7] "General Information and User's Guides of KEPA-99", KDN Co. 2000.1

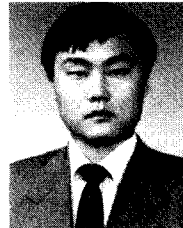
저 자 소 개



金 鍾 彬(正會員)

1967년 2월 : 조선대학교 전기공학과 졸업. 1980년 8월 : 건국대학교 전자공학과 석사. 1993년 2월 : 광운대학교 재료공학과 박사. 1992년 3월~1994년 5월 : 한국통신학회 지부장. 1999년 5월~현재 : 조선대학

교 전자부품 재료설계 인력교육센터(EMDEC)소장. 1983년 3월~현재 : 조선대학교 전자정보통신공학부 교수. <주관심분야 : 반도체소자설계, 광통신, 광시스템설계>



鄭 來 成(正會員)

1992년 2월 : 조선대학교 전자공학과 졸업. 1995년 8월 : 전남대학교 산업공학과(통신전공) 석사. 2003년 2월 : 조선대학교 전기공학과 박사. 1984년 12월~현재 : 한국전력공사 근무. <주관심분야 : 전력

전자, 프로토콜, 광통신, 통신시스템설계>