

# TETRA 기반 전력자동화 게이트웨이 시스템 개발

## The Development of Gateway System for Power Automation based on TETRA

송 병 권\*, 김 건 용\*  
Byung-Kwen Song\*, Geonung Kim\*

### Abstract

TETRA is the standard of Digital Trunked Radio System suggested by the ETSI(European Telecommunications Standards Institut ). It is adopted as Electric Power IT Wireless Backbone Network in Korea. Police station and Fire Station are using TETRA network. Currently, Power Automation Protocols are DNP3.0 in Distribution Automation System, DLMS in Auto Metering Infrastructure, IEC61850 in Substation Automation. These protocols are transmissions using CDMA or WCDMA modem. If Power Automation protocol uses TETRA networks, it can be interoperable with the systems in police or fire stations. And it has outstanding ability to handle problems in a disaster situation.

So, This paper propose a gateway system of Power Automation which can transmit the power automation protocol using TETRA

### 요 약

TETRA는 ETSI에서 제안한 디지털 주파수 공용 통신의 표준 규격이다. 현재 한국에서 전력IT 무선 백본 망으로 채택되었다. 경찰서와 소방서는 TETRA 망을 사용한다. 현재 전력자동화 프로토콜로는 배전 자동화에 사용되는 DNP3.0, 원격 검침에 사용되는 DLMS, 변전소 자동화에 사용되는 IEC61850 프로토콜이 있다. 이러한 전력 자동화 프로토콜들은 CDMA나 WCDMA 모뎀을 이용하여 송수신되고 있다. 만약 전력자동화 프로토콜을 TETRA 네트워크로 전송 한다면, 경찰서나 소방서와의 시스템과 상호 운용성을 확보할 수 있다. 그리고 재난 발생 시 효과적인 상황 대처를 가능하게 해줄 것이다.

따라서, 본 논문은 TETRA를 이용하는 전력자동화 프로토콜로 전송 할수 있는 전력자동화 게이트웨이 시스템을 제안한다.

*Key words : TETRA, 전력자동화, IEC61850, DLMS, DNP3.0*

### 1. 서론

현재 전력IT국가 기간망으로 채택된 TETRA는 유럽 ETSI에서 제안한 디지털 주파수 공용 통신의 표준 규격으로, 전국망으로 설치되어 운용되고 있다.

\* 서경대학교 전자공학과

★ 교신저자(Corresponding author)

목포해양대학교 해양전자통신공학부

※ 본 연구는 서울시 산학연지원센터 중소기업제품개발 선지원사업(과제번호:JP090954M092981) 연구비로 수행되었음

接受日:2010年 5月 26日, 修正完了日: 2010年 6月 29日

TETRA는 평상시에는 소방서나 경찰청 등에서 고유의 업무에 활용되다가 비상사나 재난 재해 발생 시 통합지휘 무선 통신망의 기능을 수행하게 된다. 현재 TETRA MoU에서 데이터 전송속도를 3.6kbps에서 384kbps로 업그레이드 한 TETRA Release 2를 제안하여 이에 대한 업그레이드를 진행 중에 있다.

TETRA는 음성 및 데이터를 동시에 보낼 수 있는 V+D interface, 패킷 데이터를 전송할 수 있는 interface 및 두 개의 단말기 사이에 교환기를 통하지 않고 직접 통신하는 DMO(Direct Mode Operation) interface)가 있다.

전력자동화에 사용되는 프로토콜로는 배전자동화에 사용하는 DNP3.0, 차세대 변전소를 위한 프로토콜인 IEC61850, 원격검침을 위한 프로토콜인 DLMS을 들 수 있다.

이러한 다양한 전력자동화에서 기존에 사용하는 통신망으로는 CDMA망이나 WCDMA가 주를 이루고 있다. 현재 배전자동화에서는 CDMA방식으로 약 10만호의 가구에 설치되어 운용중에 있다. 이런 CDMA 및 WCDMA 망은 기존 기간사업자의 네트워크를 임대하여 사용하기 때문에 매년 막대한 임대비용이 소모되고 있는 시점이다. 따라서 본 논문에서는 전력 자동화에 사용되는 다양한 전력IT프로토콜을 TETRA 망으로 전송 시킬 수 있는 전력 자동화 게이트웨이를 제안하고 실제 제안한 게이트웨이에서 작동될 TETRA 모뎀의 성능을 측정하였다.

구현한 전력자동화 게이트웨이에서 사용하는 TETRA 모뎀에 대한 성능 측정에 대한 내용, 마지막으로 결론으로 마무리 지었다.

## II. 본론

### 1. TETRA(Terrestrial Trunked Radio)

#### 가. TETRA의 정의

TETRA는 유럽 ETSI에서 정한 디지털 주파수 공용통신의 표준으로 주파수 대역의 이용효율을 높일 수 있는 통신방법으로 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 이용하고, 각 채널간의 간격은 25Khz, 사용하는 주파수 대역으로는 380~800MHz를 사용한다. 데이터를 전송하기 위해 TETRA에서 사용하는 방법으로는 총 3가지의 방법이 있는데 다음과 같다[1][2].

- SDS(Short data service)

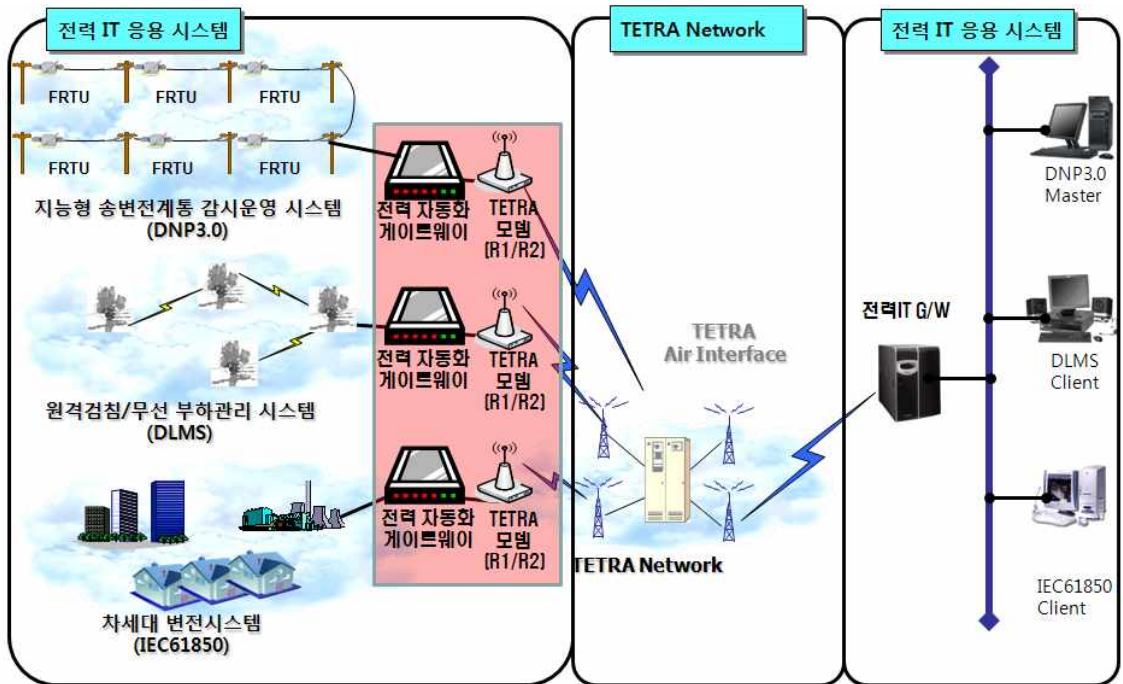


Figure. 1 TETRA 기반 전력자동화 게이트웨이 네트워크 구조

본 논문의 구성을 간단히 설명하면 1장에서는 TETRA에 대한 전반적인 내용과 실제 적용 중인 InnerProtocol에 대한 기본적인 내용 그리고 구현한 TETRA API에 대하여 기술하였고, 2장은 전력자동화 게이트웨이 구현에 관한 내용 3장은 구현한 전력자동화 게이트웨이에 대한 시험 그리고 4장은 이와 같이

- PDS(Packet data service)
- TNPI(TETRA Network Protocol 1)

나. TETRA기반 전력자동화 게이트웨이 시스템 구조  
현재 제안하는 TETRA 네트워크 기반의 전력자동화 게이트웨이 시스템이 적용된 네트워크의 구조를

간단하게 표현 하면 다음 Figure. 1과 같다. 구성을 살펴보면 양 종단 간 전력IT 응용 시스템에 지능형 송변전계통 감시운영 시스템용 DNP3.0 시스템, 원격 검침 및 무선 부하 관리 시스템용 DLMS 시스템, 차세대 변전시스템용 IEC61850 시스템이 가운데 TETRA 네트워크를 사이에 두고 존재 하게 된다. 각 시스템에서는 해당하는 프로토콜 데이터를 TETRA로 전송하기 위한 전력IT게이트웨이와 본 논문에서 제안 하는 전력자동화 게이트웨이가 TETRA네트워크로의 전송을 가능하게 해준다[3].

다. TETRA PEI 구조

TETRA PEI는 TE(Terminal Equipment)와 TETRA 모뎀간의 통신을 위한 interface로써 TE는 TETRA PEI를 통해서 TETRA 모뎀을 제어하여 데이터를 전송할 수 있다. 데이터 전송 측면에서 볼 때, TETRA는 SDS, PDS, TNP1 기능을 제공한다[1].

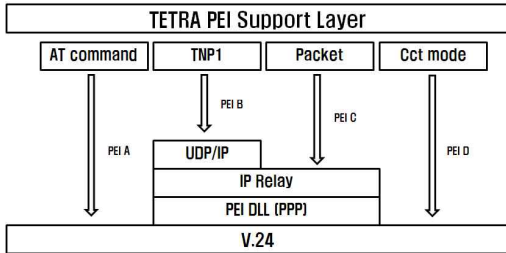


Figure. 2 TETRA PEI 지원 레이어

TETRA PEI는 총 4개의 규격으로 나뉘어 있다. 먼저 PEI A에 해당하는 부분이 SDS 전송을 담당하고, PEI B가 TNP1, PEI C가 PDS 전송 그리고 PEI D는 데이터 송수신과는 관련이 없는 speech 호 제어에 관련된 기능을 제공한다[1].

다 . AT 명령어

AT 명령어는 모뎀을 제어하는데 사용되는 것으로써, Figure 3은 TETRA 모뎀에서 사용되는 AT 명령어 상태도를 나타내었다[1].

Figure 3에서 나타난 동작 모드는 TETRA 모뎀이 가지는 3가지 상태를 나타낸 그림으로 “AT Command” , “AT circuit mode data” ,”AT packet data” 상태를 가지고 있다.

최초 TETRA 모뎀이 연결되었을 경우, 모뎀은 “AT Command” 상태에 진입하게 된다. “AT Command” 상태에서는 모뎀을 설정하는데 필요한 명령어인 ATA, CTCC, ATO 그리고 ATD와 같은 명

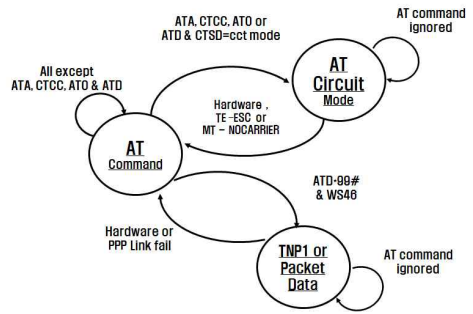


Figure. 3 AT 명령어 상태도

령어를 인식하고 반응한다.

TETRA 모뎀을 이용하여 Circuit모드로 진입하고 싶은 경우 Figure 3에 나타난 “ATD & CTSD = cct mode” 명령어를 이용하여 Circuit모드에 진입할 수 있다. Circuit모드에 진입하게 되면 이 후 입력되는 모든 AT command에 대해 TETRA 모뎀은 이를 무시하며, 물리적 연결이 해제 되거나 ESC( Escape ) 신호가 오게 되면 다시 “AT Command” 모드로 돌아 오게 된다.

다음 상태는 “ATD\*99#”을 입력 받았을 때 TNP1 이나 Packet 상태로 진입되는 경우로, 역시 TNP1 이나 Packet상태에서의 TETRA 모뎀에 입력되는 AT command 는 무시되게 된다.

라 . SDS

AT 명령어를 이용한 SDS 전송 방식은 PEI A에 명시되어 있다. 전송 규격으로는 SDS type 1, SDS type 2, SDS type 3, SDS type4, SDS-TL( Transport Layer ) type 4로 각기 구분은 최대 전송 가능한 데이터 크기 및 Transport 계층 헤더를 지원 하는가로 구분할 수 있다[1].

- SDS type 1 : 최대 2바이트 데이터 전송
- SDS type 2 : 최대 4바이트 데이터 전송
- SDS type 3 : 최대 8바이트 데이터 전송
- SDS type 4 : 최대 140바이트 데이터 전송
- SDS type 4-TL : Transport 계층 컨트롤 기능

마 . PDS

PDS의 경우, 패킷의 전송을 위해서 “AT Command” 상태 중, 패킷을 전송할 수 있는 모드인 “Packet data” 상태로 진입을 해야 한다. “Packet data” 상태로 전환하기 위해 초기의 “AT Command” 상태에서 “ATD\*99#” 명령어으로써 “Packet data” 상태로 진입을 하고, IP(Internet Protocol)의 사용이 가능하게 된다.

이를 TETRA 모뎀의 관점에서 순서대로 살펴보면 "ATD\*99#"을 수신한 모뎀은 TETRA 교환기인 SwMI와 PPP 연결을 시도한다. TETRA 모뎀은 자신에게 유일하게 할당된 주소인 ISSI( Individual Subscribers )를 이용하여 SwMI와 PPP연결을 통해, 이에 상응하는 IP Address를 획득하고, 이후 획득한 IP Address를 이용하여 TETRA 모뎀은 패킷 데이터 통신을 시작한다. 만약 PPP 연결이 정상적으로 이루어지지 않았을 경우 AT Command의 상태는 원래의 상태로 돌아오게 된다.

바 . TETRA Inner Protocol

TETRA 네트워크에서 데이터 송수신시 사용하는 프로토콜을 TETRA Inner Protocol이라고 한다. Inner Protocol의 목적은 다음 두가지 목적으로 구분된다. 첫 번째 목적은 SDS 전송 시 최대 전송 가능한 140바이트를 넘는 데이터를 전송해야 할 경우 분할 전송 및 재조립 기능을 지원하고, 두 번째 목적은 전력자동화 게이트웨이와 연결된 주변장치들과 연결 시 연결 설정 기능( Baud rate 설정 및 각종제어기능 )을 제공한다. 본 논문에서는 현재 한전KDN(주) 에서 배전 자동화에 사용하는 TETRA Inner Protocol을 이용하여 각각 해당하는 프로토콜의 송수신을 구현하였다. Inner Protocol에 대한 적용 범위는 Figure 4에서 그런 것 과 같다.

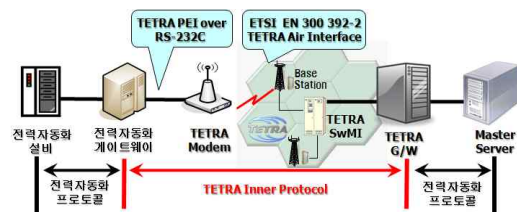


Figure 4. TETRA Inner Protocol 적용범위

2. 전력자동화 게이트웨이 구현

가 . 전력자동화 게이트웨이 구현 환경

표 1은 전력자동화 게이트웨이를 구현하기 위한 개발 환경이다.

표 1 전력 자동화 게이트웨이 구현 환경

항목	설명
OS	CentOS 5.3
IDE	Emacs
	ARM-GCC-2.5.4
Language	C
Target board	System base (社) Eddy board

나. 전력자동화 게이트웨이 API 구현

본 절에서는 앞장에서 알아본 TETRA PEI 및 Inner Protocol을 구현한 API에 대해 기술한다.

구현한 API는 총 16개로 크게 Check 함수, Analysis 함수, Restart 함수, Connect & Disconnect 함수, Create 함수, Send 함수로 구현하였다. 세부 구현 내용 중 일부는 표 2와 같다.

표 2 전력자동화 게이트웨이 API

int check_modem_manufacture(void)	
설명	TETRA 모뎀 제조사 체크, TETRA 모뎀 제조사별로 값 부여
사용법	include<TETRA_gateway.h> int check_modem_manufacture();
반환값	EADS = 1 Teltronic = 2 Motorola = 3 Unimo = 4 알 수 없는 제조사 = 0
void restart_modem(void)	
설명	모뎀 재시작 함수
사용법	include<TETRA_gateway.h> void restart_modem(void);
int connect_ppp(void)	
설명	ppp 연결함수
사용법	include<TETRA_gateway.h> int connect_ppp(void);
반환값	1 = 연결 성공
Error	0 = 연결 실패
int disconnect_ppp(void)	
설명	ppp 연결해제 함수
사용법	include<TETRA_gateway.h> int disconnect_ppp(void);
반환값	1 = 해제 성공
Error	0 = 해제 실패
int disconnect_ppp(void)	
설명	ppp 연결해제 함수
사용법	include<TETRA_gateway.h> int disconnect_ppp(void);
반환값	1 = 해제 성공
Error	0 = 해제 실패
int create_modem_read_thread(void)	
설명	모뎀 read 스레드 생성
사용법	include<TETRA_gateway.h> int create_modem_read_thread(void);
반환값	1 = 생성 성공
Error	0 = 생성 실패

<b>int create_console_read_thread(void)</b>	
설명	콘솔 read 스레드 생성
사용법	include<TETRA_gateway.h> int create_console_read_thread(void);
반환값	1 = 생성 성공
Error	0 = 생성 실패
<b>int create_frtu_read_thread(void)</b>	
설명	frtu read 스레드 생성
사용법	include<TETRA_gateway.h> int create_frtu_read_thread(void);
반환값	1 = 생성 성공
Error	0 = 생성 실패
<b>int create_packet_read_thread(void)</b>	
설명	packet모드일 때 read 스레드 생성
사용법	include<TETRA_gateway.h> int create_packet_read_thread(void);
반환값	1 = 생성 성공
Error	0 = 생성 실패
<b>void create_inner_protocol(char *, int cmd, int size_of_data)</b>	
설명	Inner Protocol 헤더 생성
사용법	include<TETRA_gateway.h> void create_inner_protocol(char *, int cmd, int size_of_data);
매개 변수	char * : 생성될 Inner Protocol과 함께 전송될 데이터
	cmd : 전송될 데이터의 목적 0x11 설정된 값 read 0x12 TETRA 모뎀의 Signal Quality 값 read
	0x21 설정값 write 0x31 플랫폼의 Reset 0x32 모뎀 Reset 0x41 TETRA DAS_gateway Test
	0x42 실제 프로토콜 데이터 size_of_data : 전송될 데이터의 길이

다. 전력자동화 게이트웨이 상태도

앞 절에서 구현한 TETRA API를 이용하여 구현한 배전자동화 게이트웨이 모듈 중에서 핵심 부분인 실제 데이터 송수신에 대한 상태도를 나타내었다. Figure 5에서의 7각형으로 감싼 1,2번은 각각 Figure 6에서의 7각형으로 감싼 1,2번으로 연결된다.

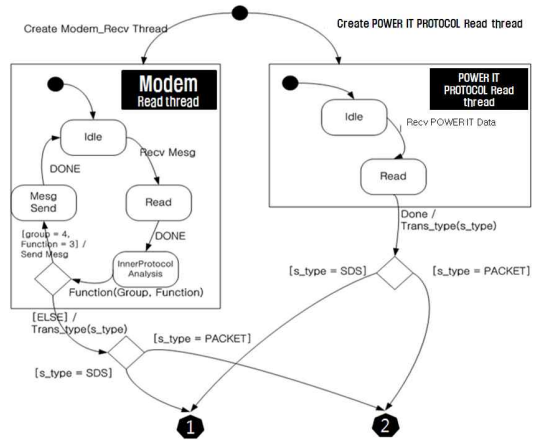


Figure 5 전력자동화 게이트웨이 상태도 1

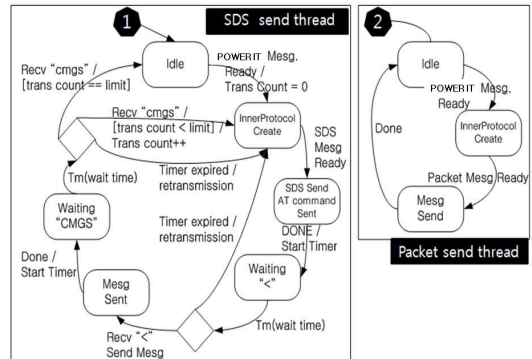


Figure 6 전력자동화 게이트웨이 상태도 2

최초 전력자동화 게이트웨이 구동 시 TETRA 모뎀에서 전송되는 데이터를 읽어내는 스레드와 전력자동화 응용기에서 발생한 데이터를 읽는 스레드를 생성한다. 생성된 모뎀 Read 스레드는 Figure 5에서의 Modem Read thread 부분에서 계속해서 루틴을 수행한다. 또한 Power IT Protocol Read thread도 전력자동화 응용기기 측에서 송신하는 전력 자동화 프로토콜 데이터를 계속해서 수신하고 수신된 데이터가 있을시 이를 Inner Protocol로 캡슐화 한 후 TETRA 모뎀을 통해 목적지로 전송 후 본 루틴을 계속 수행한다.

표 3는 TETRA 모뎀에서 전력 자동화 프로토콜 요청 메시지가 전송되어 온 경우 세부 작동순서다.

표 3. TETRA 모뎀에서 전력 자동화 프로토콜 요청 메시지가 수신된 경우 작동 순서

순서	설명
1	모뎀 Read 스테드에서 메시지를 수신
2	Inner Protocol 분석후 실제 전력자동화 프로토콜 요청 메시지 일 경우, 이를 추출함
3	추출한 전력자동화 프로토콜 요청 데이터를 전력 자동화 응용기기로 요청메시지 전송

표 3에 대한 응답 메시지가 수신되는 경우 세부 작동 내용은 표 4의 순서와 같다.

표 4. 응답 메시지가 수신되는 경우 세부 작동 순서

순서	설명
1	Power IT Protocol Data read 스테드에서 메시지를 수신
2	TETRA 네트워크 데이터 전송형식이 SDS인지 PDS인지 확인
3	SDS 방식일 경우 SDS send 스테드 호출
4	PDS 방식일 경우 Packet send 스테드 호출

SDS send 스테드가 호출되었을 경우 세부 작동 내역은 표 5와 같다

표 5. SDS send 스테드 호출시 세부 작동 순서

순서	설명
1	Inner Protocol을 생성
2	AT command 조립 후 TETRA모뎀으로 전송
3	TETRA 모뎀으로부터 ">" 받을 때까지 수신대기
4	">" 수신후 Inner Protocol로 캡슐화된 데이터를 송신
5	송신 성공 메시지 "CMGS" 수신대기
6	"CMGS" 메시지 수신 못하고 타이머 종료시 재전송 실시
7	"CMGS" 메시지 수신시 본 루틴 종료

표 6은 Packet send 스테드가 호출 되었을때 세부 작동 순서다.

표 6. Packet send 스테드 호출시 작동 순서

순서	설명
1	Inner Protocol을 생성
2	목적지 IP를 이용하여 UDP 패킷으로 송신
3	Packet send 루틴종료

본 전력자동화 게이트웨이 모듈에서 각각의 프로토콜을 구분하는 방법은 일차적으로 전송 받는 장치에서 구별을 하고, 다음으로 Inner Protocol에 명시된 프로토콜 종류를 참조한다. 현재 전력자동화 구조에서는 DNP3.0의 경우 RS-232C를 통하여 송수신이 이루어지고 있고, DLMS 와 IEC61850의 경우 LAN 케이블을 이용한 TCP/IP 송수신으로 구성되어 있어서, 후자의 경우 IP 주소를 이용한 송수신 구분을 하고 있다.

라. 전력자동화 게이트웨이 소프트웨어 구조

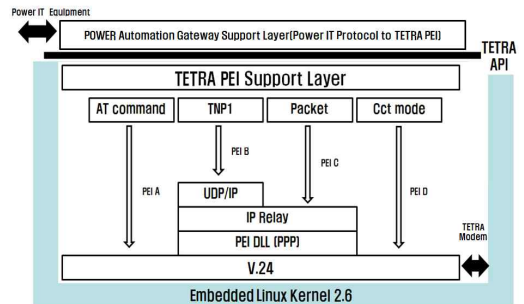


Figure 7 전력자동화 게이트웨이 소프트웨어 구조

Figure 7은 앞 절에서 알아본 TETRA PEI와 앞 절에서 구현한 TETRA API 그리고 이를 임베디드 리눅스 기반에서 구현한 소프트웨어 구조이다.

바. 전력자동화 게이트웨이 하드웨어 구조

Figure 8은 System Base 사에서 개발한 Eddy 보드에 구현한 전력 자동화 게이트웨이 하드웨어 구조이다. 왼쪽의 Embedded Linux kernel의 박스로 둘러싸인 부분이 본 게이트웨이에서 활용한 하드웨어 구조이다. ARM925EJ CPU를 이용하고, FULL UART,

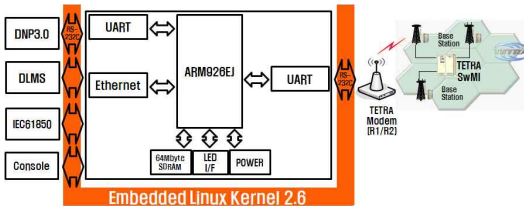


Figure 8 전력자동화 게이트웨이 하드웨어 구조(Eddy 보드 기반)

64Mbyte 메인 메모리와 Ethernet 포트를 구성되어 있다.

### 3. 전력자동화 게이트웨이 시험

본 장에서는 앞 장에서 구현한 전력자동화 게이트웨이에 대한 실제 시험 결과를 기술하였다.

가. 개요

각 테스트는 DNP3.0, IEC61850, DLMS 프로토콜에 대한 요청 메시지 송신 및 응답 메시지 수신으로 수행하였다. 각각의 Test Bed는 Figure 9와 같다.

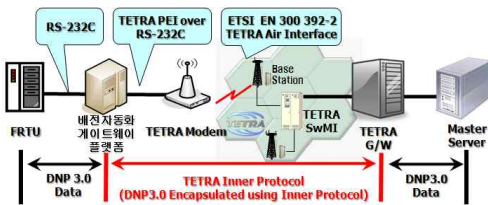


Figure 9 DNP3.0 Test Bed

DNP3.0의 Test Bed는 한전KDN(주)에서 실제 배 전자동화에 사용하는 TETRA G/W를 이용하여 실시하였다. 각각의 구조는 다음과 같다.

- Master Server : DNP3.0 Request 메시지를 발생시키고 그에 해당하는 Response 메시지를 수신
- TETRA G/W : DNP3.0 메시지를 TETRA Inner Protocol로 캡슐화 및 디캡슐화
- 전력자동화 게이트웨이
  - TETRA 모뎀에서 데이터 수신후 Inner Protocol의 디캡슐 작업
  - 디캡슐화한 데이터를 FRTU로 전송
  - 수신한 데이터를 Inner Protocol로 캡슐화
  - 캡슐화한 데이터를 TETRA 모뎀을 이용하여 전송
- FRTU : DNP3.0 Request 데이터를 수신하여 Response 데이터를 송신

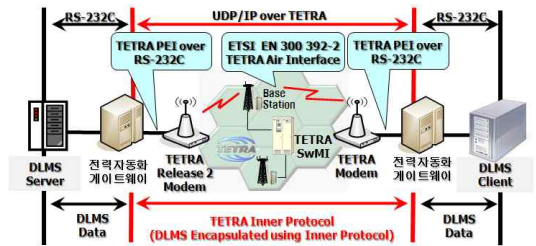


Figure 10 DLMS Test Bed

DLMS의 Test Bed는 DLMS Client Simulator와 DLMS Server Simulator를 이용하여 실시하였다.

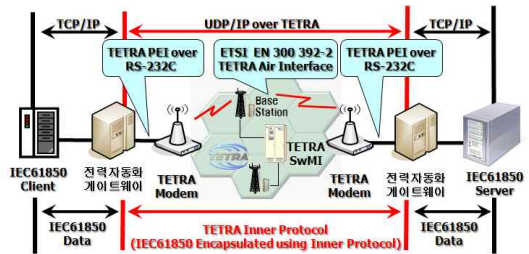


Figure 11 IEC61850 Test Bed

IEC61850의 Test Bed는 IEC61850 Client Simulator와 IEC61850 Server Simulator를 이용하여 실시하였다.

나. 송수신 테스트

다음은 DNP3.0 프로토콜의 테스트 내용을 기술하였다. 테스트 동작은 Master Server에서 1번 가공 FRTU에 “단함” 제어를 실시하였다. 본 테스트는 SDS 서비스를 이용하여 수행하였다.



Figure 12 Master Server 제어 화면(1/2)

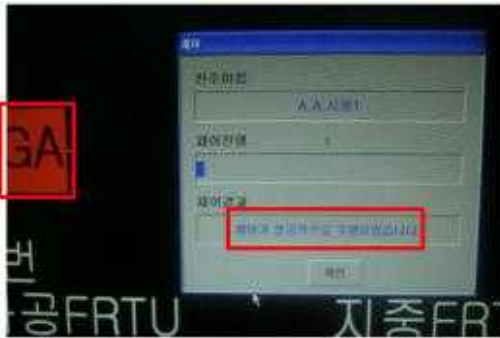


Fig 13 Master Server 제어 화면(2/2)

Figure 12 및 Figure 13은 Figure 9에서 기술한 Master Server에서 1번 가공 FRTU의 장치를 제어하는 화면이다. 현재 열림 상태의 FRTU를 닫힘 상태로 제어하였다.

실제 데이터 전송 과정은 다음 Figure 14 - Figure 16에 나타내었다. Figure 14에서 두 번째 줄의 네모 칸이 “닫힘” 제어 요청 메시지이고, 세 번째 줄의 네모 칸이 그에 대한 응답 메시지이다. Figure 15는 TETRA 모델을 통해 InnerProtocol이 포함된 실제 SDS 메시지 수신 화면이다. Figure 16은 “닫힘” 요청 메시지에 대한 응답 메시지를 FRTU로부터 수신한 화면이다.

다음은 DLMS 프로토콜을 테스트한 내용을 기술하였다. 테스트에서 DLMS는 HDLC 기반의 DLMS 프로토콜로 최초 SNRM-UA 연결 설정이후 AARQ 메시지 전송으로 PDS 서비스를 이용하여 테스트 실시하였다.

Figure 18 - Figure 19는 DLMS 시뮬레이터와 연결된 전력 자동화 게이트웨이의 동작화면을 나타내었다. 최초 DLMS Client에서 생성한 메시지를 Figure 18에서 수신하여 Figure 19로 다시 송신하고 있다.

다음은 IEC61850 프로토콜을 테스트한 내용을 기술하였다. 본 테스트에서 IEC61850 프로토콜은 TCP/IP를 기반으로 구현된 시뮬레이터를 이용하였으며, PDS 서비스를 이용한 테스트를 실시하였다.

Figure 20 - Figure 21은 IEC61850 시뮬레이터와 연결된 전력 자동화 게이트웨이의 동작화면을 나타내었다. 최초 IEC61850 Client에서 생성한 메시지를 수신하여 Figure 21로 다시 송신하고 있다.

Figure 22는 Figure 21 에서 송신한 데이터를 수신

하여 화면에 출력한 내용을 표시하였다.

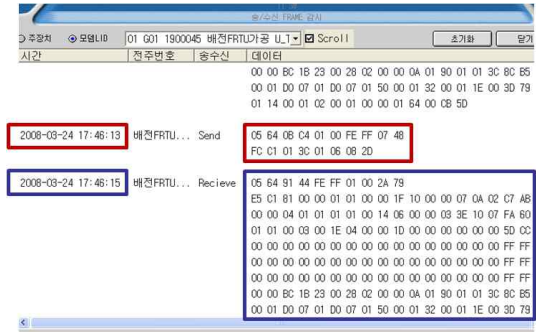


Figure 14 Master Server 데이터 송수신

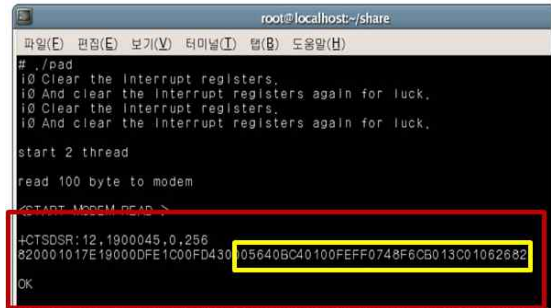


Figure 15 전력자동화 게이트웨이 데이터 송수신(1/2)

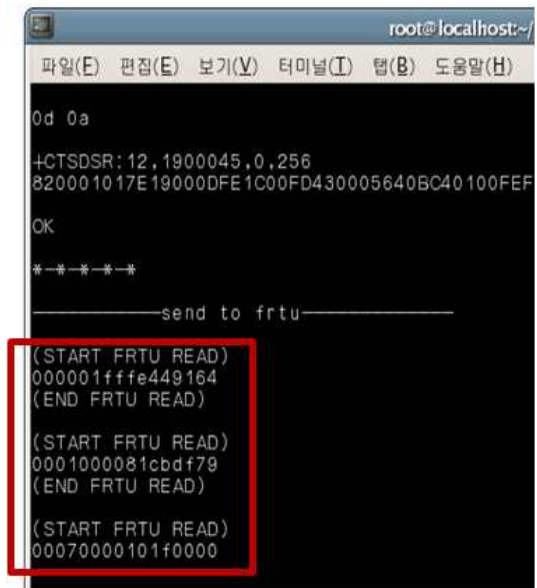


Figure 16 전력자동화 게이트웨이 데이터 송수신(2/2)



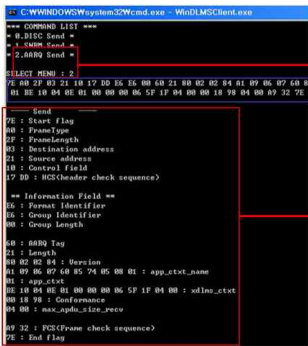


Figure 17 DLMS Client 시뮬레이터 동작화면

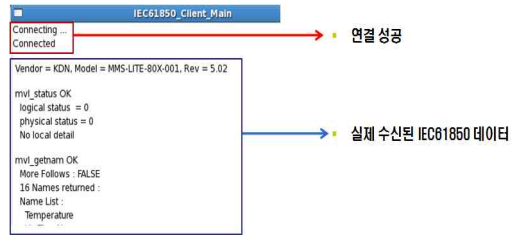


Figure 22 IEC61850 Client 시뮬레이터

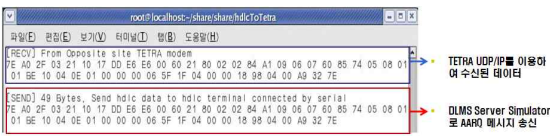


Figure 18 전력 자동화 게이트웨이 동작화면(DLMS) (1/2)

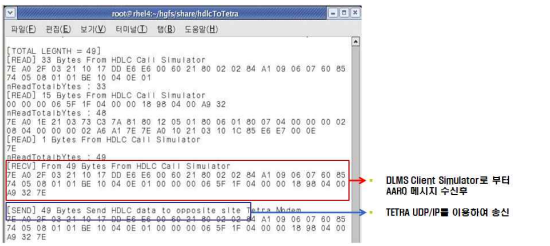


Figure 19 전력 자동화 게이트웨이 동작화면(DLMS)(2/2)

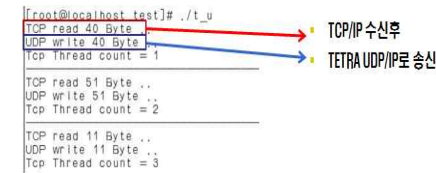


Figure 20 전력자동화 게이트웨이 동작화면 (IEC61850) (1/2)

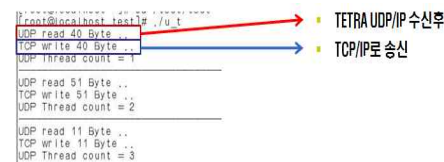


Figure 21 전력자동화 게이트웨이 동작화면 (IEC61850) (2/2)

#### 4. TETRA 모뎀 성능 측정

본 전력자동화 게이트웨이에서 송수신 되는 데이터의 신뢰도를 위해 전송에 사용되는 TETRA 모뎀에 대한 성능 측정을 하였다. 성능 측정에 사용된 모뎀은 EADS 사의 TMR-880i와 Unimo사의 MU-1000D를 이용하여 측정하였다[4][5].

측정은 SDS 및 Packet 서비스를 기준으로 테스트를 진행하였고, SDS는 10바이트에서 최대 전송 용량인 140바이트까지 전송간격을 각각 0.5초,1초 1.5초를 주어 매 테스트마다 1000회의 전송을 테스트 하였다. 측정 결과는 Figure 23과 Figure 24에서 그렸다.

SDS의 경우 Figure 23의 그래프에서 나타난 100바이트에서 최적의 전송 속도를 나타내었다. 전송 실패는 42000회 송신중 2회 실패로 Message Error 비율은 0.004%로 나타났다.

PDS의 경우 10바이트에서 최대 400바이트까지의 데이터를 가지고 테스트를 실시하였다.

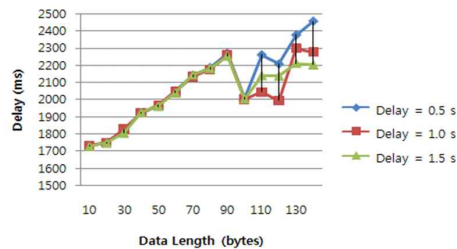


Figure 23 SDS 성능 측정 결과

PDS의 경우 Figure 24에서 나타난 전송 데이터 크기 대비 310바이트에서 성능을 나타내었다. 총 30000

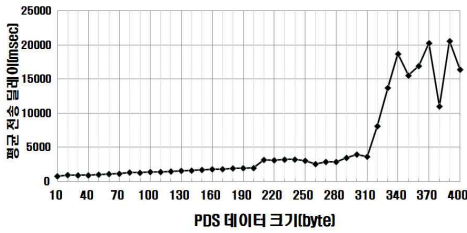


Figure 24 PDS 성능 측정 결과

회의 전송 수행 결과 29929회 수신 성공으로 Message Error 비율은 0.24%로 나타났다.

### III 결론

TETRA는 현재 전력IT무선 기간망으로 채택되어 다양한 산업에서 이용할 자원이다. 현재 경찰 및 소방에서 사용되는 TETRA는 전력자동화시스템에서도 이를 이용한다면 서로 상호 운용성을 확보할 수 있게 된다. 이러한 상호 운용성을 바탕으로 재난 사태 발생 시 즉각적인 재난 정보전파의 기능을 수행 할 수 있다.

TETRA는 이미 전국적으로 설치되고, 또한 기존의 3.6kbps였던 데이터 전송속도가 384kbps인 Release 2 버전으로 업그레이드가 진행 중이고, 이에 관련된 TETRA 규격 및 이에 맞는 TETRA 모델이 개발되어 있다. 이와 같이 진화하는 TETRA 네트워크에 맞춰 전력자동화 게이트웨이가 필요하다.

본 논문에서는 TETRA 기반의 전력자동화 시스템 구축을 위해 필요한 전력 자동화 게이트웨이를 제안하였다. 또한 제안한 게이트웨이를 System base 사의 Eddy 보드의 임베디드 리눅스 플랫폼에 탑재하여 실제 한전KDN에서 구축중인 배전자동화 시스템 망과 연동하여 테스트 수행하여 완료하였고, DLMS 및 IEC61850은 각각의 시뮬레이터를 이용하여 테스트를 완료하였다.

또한 데이터 송수신간의 신뢰도 및 정확성을 확인하기 위해 TETRA 모델에 대한 기본적인 성능 측정을 수행하여 SDS의 경우 99.996%의 성공률, PDS의 경우 99.76%의 성공률을 확인하였다.

향후 수행해야할 연구로는 국가적으로 화두 거리가 되고 있는 스마트 그리드 사업의 일환으로 AMI 시스템에서의 연동기능 추가에 대한 연구가 필요하다.

### 참고문헌

[1] ETSI EN 300 392 5 "Terrestrial Trunked Radio(TETRA) : Voice plus Data(V+D); Part 5 : Peripheral Equipment Interface(PEI)  
 [2] ETSI EN 300 392 2 "Terrestrial Trunked Radio(TETRA) : Voice plus Data(V+D); Part 28 : TETRA Packet Data Protocol  
 [3] ETSI EN 300 392 1 "Terrestrial Trunked Radio(TETRA) : Layer 3 Air Interface; Part 6 : Mobile Management Service  
 [4] EADS, <http://www.eads.net/>  
 [5] UNIMO, <http://www.unimo.co.kr/>

### 저 자 소 개

#### 송 병 권 (정회원)



1995년 3월~현재 : 서경대학교  
 정보통신공학과 교수  
 <주관심분야>  
 망관리시스템, SCADA 시스템,  
 인터넷주소자원

#### 김 건 용 (정회원)



1990년 : 고려대학교 전자전산공학과 졸업 (공학사)  
 1994년 : 고려대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)  
 1998년 : 고려대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)  
 1999년 9월~현재 : 목포해양대학교 해양전자통신공학부 부교수  
 <주관심분야> 망관리시스템, SCADA 시스템,  
 인터넷주소자원