

임베디드 리눅스 기반의 전력 IT 게이트웨이 플랫폼

천대원, 송병권, 정태의, 김건웅
서경대학교 컴퓨터과학과 서경대학교 정보통신공학과
목포해양대학교 해양정보통신공학과

Electric Power IT Gateway Platform based on Embedded Linux

Dae-Won Chun, Byeong-Kwon Song, Tae-Eui Jeong, Gun-Woong Kim
Dept of Computer Science, Seokyeong University
Dept of Information and Communication Engineering, Seokyeong University
Dept of Marine Electronic and Communication Engineering, Mokpo National Maritime University

요 약

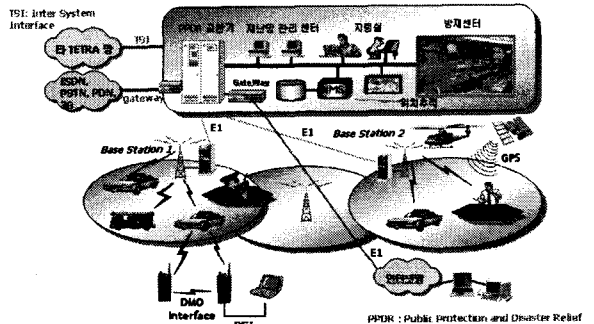
본 논문은 산업용으로 널리 사용되고 있는 DNP3.0(Distributed Network Protocol)과 국가 긴급 재난망으로 사용되고 있는 TETRA(Terrestrial Trunked Radio)간의 소프트웨어 및 하드웨어 인터페이스를 정의하였다. 현재 사용중인 DNP3.0의 전송 방식의 문제점을 살펴보고, 이에 대한 해결방안으로써 TETRA를 제안함으로써, 좀 더 안정적인 데이터의 전송과 TETRA 망의 이용 극대화를 이룰 수 있다.

1. 서 론

현재 산업용 전력 IT 분야에서 다양한 장비들의 원격검침을 위해서 많은 프로토콜이 사용되고 있다. 전기, 가스, 수도 등의 다양한 계량기 값을 검침하기 위한 DLMS(Device Language Message Specification), 전력의 사용량을 검침하기 위한 DNP, IEC61850, Modbus 등이 그 사용 예이다. 상기에서 나열했던 프로토콜은 현재 서버와 종단 단말 간의 데이터 교환을 위해서, 반드시 통신 선로가 있어야 한다. 현재 대부분의 전력 IT 프로토콜은 주로 PLC(Power Line Carrier), 즉 전력선을 이용해 데이터의 교환이 이루어지고 있다. PLC는 고속의 데이터 전송이 가능하다는 장점이 있지만, 자연 재해로 인한 데이터 전송 어려움이 높고, PLC를 설치할 수 없는 험난한 산간 지역의 제어가 불가능하다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해, 본 논문에서는 TETRA 망을 이용한 무선 방식을 제안하고자 한다.

TETRA(Terrestrial Trunked Radio)는 국가 재난망 무선통신기술로써, 각 기관(경찰서, 소방서 등)의 통신망은 평상시 고유의 업무를 수행하다가 재난재해 발생 시, 통합지휘 무선통신망의 기능을 수행하는 System을 말하는 것으로써 다음과 같은 여러 가지 타입의 Air Interface를 지원한다[1]. 음성과 데이터를 보낼 수 있는 V+D(Voice plus Data), 패킷 데이터를 전송할 수 있는 PDO(Packet Data Optimized), 그리고 두 단말기 간에 직접 통신을 할 수 있는 DMO(Direct

Mode* Operation)가 그것이다[2]. 이와 같이 다양한 타입의 인터페이스는 긴급한 상황을 알리기 위해 [그림 1]과 같은 방식으로 전송된다.



[그림 1] TETRA 망 구성도

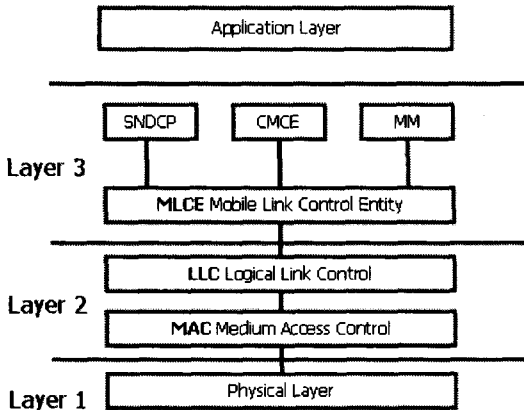
TETRA는 자신의 망에서 뿐만 아니라, WLAN과 같은 다른 프로토콜과도 인터페이스를 할 수 있다. 이러한 특징을 이용해서 DNP3.0, IEC61850, DLMS와 같은 산업용 장비의 감시, 제어를 위한 프로토콜과 인터페이스를 함으로서, 원격지에 있는 장비에 특정 명령을 내리거나, 장비로부터 필요한 정보를 얻어오는 등의 동작을 수행 할 수 있다. 본 논문에서는 대표적인 산업용 프로토콜인 DNP3.0과 TETRA간 S/W

* 본 연구는 (주)한전KDN의 위탁 연구비로 수행되었음

Interface와 H/W Interface를 제안하고자 한다.

2. TETRA(Terrestrial Trunked Radio)

TETRA의 프로토콜 스택은 [그림 2]와 같이 총 3개의 Layer로 구성되어 있다.



[그림 2] TETRA Protocol Stack

2계층은 다시 세부적으로 LLC와 MAC으로 나뉘어지고, 3계층 역시 크게 3.1의 MLE와 3.2-SNDCP, MM[3], CMCE[4]로 나뉘어진다. 각 Layer의 Sub-Entity들이 수행하는 기능을 살펴보면, 먼저 Layer 3의 SNDCP(SubNetwork-Dependent Convergence Protocol) Entity는 여러 프로토콜 간의 통신을 할 수 있게 해주는 다리 역할을 하는 계층으로써 NSAPI(Network Service Access Point Identifier)라는 파라미터를 이용하여 프로토콜을 구분한다. NSAPI는 총 2byte가 할당되어 있으며, 총 16개의 프로토콜을 구분할 수 있다. TETRA 표준 문서에서는 아직 정확한 할당 번호가 정의되어 있지 않다. 사용 예는 IPv4 = 1, IPv6 = 2를 할당함으로써 어떤 프로토콜이 TETRA망에 접속했는지를 구분할 수 있다. SNDCP는 이러한 기능 이외에도 좀 더 안정적인 데이터의 전송을 위해, MS와 서버 사이의 기본적인 Link 이외에도 Advanced Link라고 불리는 안정된 Link를 설정함으로써 TCP와 같이 순서가 보장되어야 하는 데이터의 전송을 가능하게 한다.

CMCE(Circuit Mode Control Entity)는 통화, 통화품질 감시, 단문 데이터(Short Data Service) 전송과 관련된 기능을 하는 Entity이다. CMCE는 세부적으로 4개의 Sub-Entity로 구성되어 있다. CC(Call Control), SS(Supplementary Service), SDS, PC(Protocol Control)이 그것이다. 먼저 CC가 주로 하는 기능은 기본 통화 설정, 통화의 유지보수, 통화 소거이다. SS는 부가 서비스와 관련된 정보를 전송하기 위한 절차를

제공한다. SDS는 단문 데이터와 상태 메시지를 송수신하기 위한 절차를 제공한다. PC는 CMCE내의 상위 Entity와 하위 Entity를 구분하고, Entity 간의 상/하향 라우팅 기능을 제공한다. MLCE를 통해서 전송된 PDU(Packet Data Unit)에 대해 PC가 Packet을 분석하고, 해당 기능에 맞는 Sub-Entity로 Packet을 전달한다.

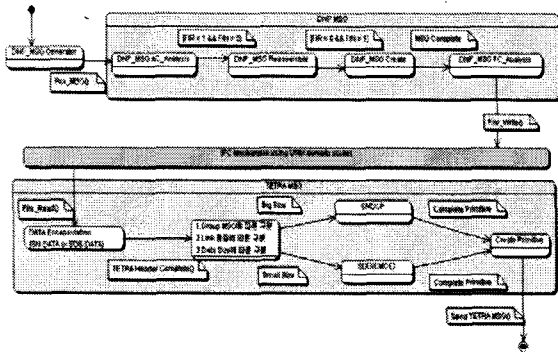
MM은 MS의 이동성을 관리하는 Entity이다. MM이 제공하는 서비스는 크게 4가지로 구분할 수 있다. 등록, 등록해제, 에너지 절약모드, 그룹 통신/해제, 이동 상태 관련 정보이다.

등록은 필수적으로 수행해야 할 과정으로써, MS는 통신을 사용하기 전에 미리 등록을 해야한다. 또한 MS가 로밍이나 마이그레이션을 하면 사용자 어플리케이션도 MS가 사용할 준비가 되어 있는지 또는 등록이 가능한 상태인지를 통보 받는다. 등록 해제는 MS가 더 이상 통신을 하지 않을 경우, 통신망에 등록을 취소하는 과정이다. 에너지 절약모드는 선택사항으로써, MS가 오랫동안 서비스를 이용하지 않을 경우 에너지 절약모드로 변경을 요청하는 과정을 말한다. 그룹 통신/해제는 어플리케이션이 정의된 그룹 ID를 활성화 또는 비활성화 시키는 과정을 말한다. 본 논문에서는 TETRA 3계층의 User와 Provider(Layer2) 간의 송수신 데이터에만 중점을 두고 있기 때문에, TETRA의 세부적인 사항은 TETRA 표준문서에서 습득할 것을 요한다.

3. DNP(Distributed Network Protocol) 3.0

DNP 3.0은 원격지에 있는 장비를 감시,제어하기 위해 사용되는 산업용 프로토콜로써 Master와 Slave의 개념을 적용한다[5]. Master는 Slave를 제어하기 위해 주로 Read, Write, Restart와 같은 명령을 보내고, 명령에 대한 Response를 기다린다. 반대로 Slave는 Master로부터 특정 명령을 받았을 경우, 이에 대한 처리를 한 후, Master에게 응답을 보낸다. 하지만 Slave는 Master의 명령에 대한 응답뿐 아니라, 장치에 특정 이벤트가 발생했을 경우, Unsolicited Response를 사용해서 Master에게 메시지를 전송할 수 있다. 이러한 DNP의 특징으로 인하여, Master의 명령과 Slave의 Unsolicited Response사이에 메시지를 처리하는 과정 중, 충돌이 일어날 가능성이 존재하게 된다. 충돌과 관련된 처리 순서는 현재 DNP의 Mode와 관련이 있다. DNP는 Master Mode라고 불리는 Immediate_Process Mode와 Slave Mode라고 불리는 Process_after_Confirm Mode가 존재한다. Master Mode의 경우, 충돌이 발생하면 Slave에서 Master의 Request를 우선적으로 처리하고, Slave Mode에서는 Master에서 Slave의 Unsol.response를 우선적으로 처리한다. 처리되는 과정에 대한 상태 천이도는 [그림 3]과 같다.

TSCML 계층의 역할은 DNP의 Master 또는 Slave로부터 수신한 데이터를 Encapsulation한 후, TETRA API를 이용해 TETRA Network를 이용한 전송을 가능하게 한다. [그림 6]은 Master와 Slave간의 데이터 변환과정을 세부적으로 나타낸 그림이다.



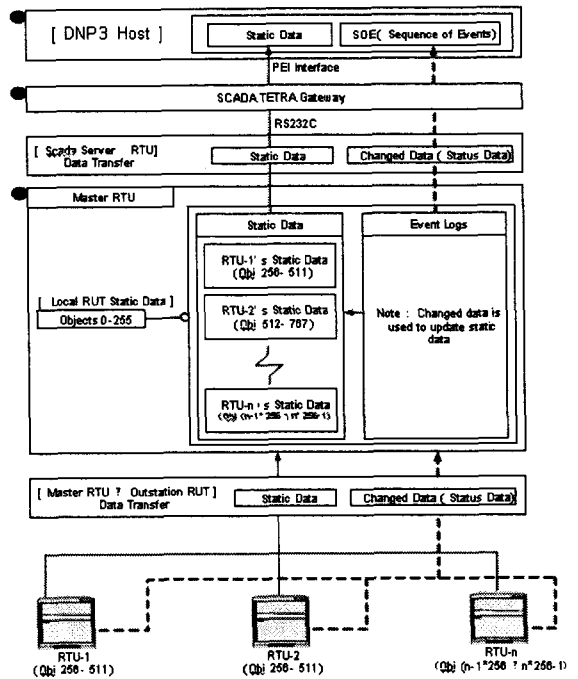
[그림 6] TETRA-DNP Gateway Architecture

시뮬레이션을 위한 S/W에서 DNP_MSG Generator는 FRTU의 기능을 제공하는 소프트웨어로써, 주기적으로 DNP 메시지를 생성한 후, RS232C를 통해, 게이트웨이로 데이터를 전송한다. 이를 수신한 게이트웨이는 LPDU를 분석한다. DNP Application Header에는 조각난 메시지의 처음과 끝을 나타내는 FIR bit와 FIN bit가 있다. FIR bit가 1로 세팅되어 있는 메시지를 수신할 경우, 이는 조각난 메시지이기 때문에 데이터를 버퍼에 저장한다. 그 후, 연속적으로 수신되는 데이터중 FIR bit가 1로 세팅되어 있는 데이터가 들어오면 그 동안 버퍼에 저장되어 있는 데이터를 하나의 완전한 DNP 메시지로 Reassemble하게 된다. 이러한 과정을 통하여 완성된 메시지의 기능을 찾기 위해 Function Code를 분석하게 된다. FC는 크게 8가지 종류로 구분할 수 있는데, 데이터 전송과 관련되어 사용되는 FC는 Read, Write, Confirm등이 있고, 제어와 관련된 FC는 Select, Operation과 같은 코드가 있다. 이와 같은 분석과정을 통하여, 분석된 DNP 데이터는, 데이터의 사이즈에 따라 SNDCP로 전송할 것인지, SDS를 사용해 전송할 것인지 결정을 하게 되고, 그에 따른 TETRA API를 이용해 전송을 하게 된다.

6. 구현

본 시스템의 전체적인 구현 구조는 [그림 7]과 같다. DNP Host(User)는 RTU에게 DNP Request를 송신한다. 송신한 데이터는 TETRA Gateway를 통해 TETRA 형태로 변환 후, TETRA 망을 통해 전송이 이루어진다. TETRA 데이터를 받은 RTU는 데이터를 원래의 DNP 메시지로 변환 후, Host의 Request에 대한 처리결과를 Response로 송신한다.

하나의 RTU당 하나의 G/W를 설치하는 것은 비용적으로 많은 손실이 발생한다. 따라서 하나의 Gateway 역할을 하는 RTU를 사용함으로써, 여러 RTU의 데이터를 TETRA 형태로 변환하는 방식을 사용한다.



[그림 7] TSCML 전체 소프트웨어 구조

7. 결론

현재 국내의 국가 재난망은 여러 분야에 걸쳐서 사용되고 있지만 실질적인 국내의 표준이 아직 확립되어 있지 않기 때문에 상호 연동에 어려움이 있다. 따라서 TETRA에서 사용되는 표준 API의 개발이 시급한 시점이다. 본 논문은 산업용 프로토콜인 DNP와 국가 재난망인 TETRA에 대한 설명을 하였고, DNP와 TETRA간의 PEI 인터페이스를 이용하는 방법을 살펴보았다. 또한 Gateway 구현 시, 고려해야 할 사항과 응용프로그램 인터페이스의 설계에 대해 언급하였다. 본 논문에서는 DNP에 대한 예를 들었지만, 나아가 IEC61850, DLMS, Modbus와 같은 산업용 프로토콜에서도 사용될 수 있는 Gateway가 될 수 있도록 연구를 진행하고 있다.

참고 문헌

[1] Apostolis K. Salkintzis, Motorola "Evolving Public Safety Communication Systems by Integrating WLAN and TETRA Networks"
 [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]ETSI EN 300 392-2 "Terrestrial Trunked
Radio(TETRA) : Voice plus Data(V+D); Part 14 :
CMCE Protocol
- [5]DNP User Group "Distributed Network Protocol
V3.00 Documentation"
- [6] 정래성, 최현용, 김종빈(2002-I), "A Study of the
application of DNP/RTU in Power SCADA System",
조선대학교 전자정보통신연구소 논문지, pp.47-56
- [7] DNP User Group, "Distributed Network Protocol
DNP 3.0 BASIC 4 DOCUMENT SET"
- [8] DNP3 Application Note AN2003-001,
<http://www.dnp.org>
- [9] DNPsec : Distributed Network Protocol Version
3 (DNP3) Security Framework
- [10] ETSI EN 300 392-5 "Terrestrial Trunked
Radio(TETRA) : Voice plus Data(V+D); Part 5 :
Peripheral Equipment Interface(PEI)