

# 바이너리 CDMA 기술을 이용한 무선 배전 자동화 시스템의 구현

## Implementation of Wireless Distribution Automation System using Binary CDMA Technology

권 대 길\* · 조 진 웅\*\* · 홍 대 기†  
(Tai-Kil Kwon · Jin-Woong Cho · Dae-Ki Hong)

**Abstract** - In this paper, we first introduce our own binary CDMA technology. Then we propose a wireless distribution automation system using the binary CDMA technology. The major research items are the binary CDMA distribution automation system, piconet configuration for remote control and monitoring, scheduling for the transmission and reception of data, and ways of applying encryption to protect wireless packet. To verify the possibility of applying wireless transmission to the distribution automation system, we experiment the implemented system in terms of the transmission rate by applying it to a real-world environment.

**Key Words** : Binary CDMA, Distribution automation, Encryption, piconet, Scheduling

### 1. 서 론

배전자동화 시스템은 배전계통의 공급신뢰도 및 양질의 전력공급, 배전계통 운전의 합리화를 목적으로 1999년도부터 본격적으로 도입된 시스템이다. 배전자동화 시스템의 주요 기능은 배전선로 개폐기의 원격 감시 및 제어, 전압과 전류의 운전자료 모니터링, 고장시 정전구간 확인 및 조치 등이 다[1].

최근 여러 참고문헌에서는 배전자동화시스템의 기능을 개선시키기 위한 여러 가지 노력이 시도되었다. 먼저 배전자동화 시스템의 기본적인 기능인 단말장치의 고장표시 정보 생성 알고리즘 개선방법이 연구되었다[2]. 이 연구에서는 영상전류와 영상전압의 위상차를 이용하는 새로운 방법을 제시하였다. 배전통신망에서는 다양한 정보를 전송하기 위한 네트워크 및 통신시스템 구현 방안이 매우 중요하다. 멀티-에이전트 시스템을 배전자동화 시스템에 적용하기 위한 방안이 연구되기도 하였으며[3], 배전자동화 시스템의 복구기능을 향상시키기 위한 방안의 하나로 멀티 에이전트 기반의 연구가 이루어지기도 하였다[4]. 또한 전력선 통신을 이용한 통신방식을 배전자동화 시스템에 적용하기 위한 연구도 진행되었다[5].

한편 최근에는 스마트폰, 스마트 TV, 스마트 가전에 이르기 까지 스마트한 기계들이 사람들의 생활을 더욱 편리하게 만들 수 있도록 여러 분야에서 활발하게 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 최근 이러한 “스마트” 라는 열풍에 힘입어 IT(Information Technology) 기술과 전력 에너지 기술이 결

합된 스마트 그리드(Smart Grid) 사업이 주목을 받고 있으며 정부와 한전 주도하에 활발한 연구개발 및 투자가 이루어지고 있다. 스마트 그리드는 기존 그물망처럼 얽힌 전력 시스템 (발전-송전-변전-배전-수전)에 통신 IT의 개념을 입힌 것으로, 전자공학의 급속한 발전과 비교해 더디었던 전력·전기공학에 큰 변화를 몰고 올 것으로 기대되고 있다. 그러나 현재 스마트 그리드 전력 IT의 활성화에는 통신망이 필수적임에도 불구하고 과거 한전이 보유하고 있던 대부분의 통신망은 통신 자회사 매각에 따라 한전 통신망에서 분리됨으로써 현재는 통신망이 비록 배전 전주에 첨가되어 있으나 전력용 전용망이 아닌 광케이블이나 이동통신망 같은 일반 상업용으로 쓰이고 있는 공중 통신망으로 바뀌었고, 전력용 통신망도 주로 이러한 공중 통신망을 회선 사용료를 지불하면서 임대하여 사용하는 형태로 운용되고 있어 전력망 자체를 운용하는데 드는 비용이 많이 드는 문제점을 가지고 있다. 따라서 전력 IT를 위한 통신망 중 배전 설비의 감시 제어[6]나 수용가를 대상으로 하는 원격 검침[7] 수요 관리에 필요한 저렴하고 효율적인 전국 단위의 통신망을 확보하기 위해서는 공중 통신망이 아닌 전력 설비에 친화적인 전력 산업용 무선 통신이 혼합된 융합 망을 활용함으로써 전국에 분산된 전력 기기를 직접 연결할 수 있는 저렴하고 신뢰성 높은 통신망의 확보가 필요하다. 또한 배전자동화의 무선화가 중요한 이슈중 하나로 부각되고 있다.

따라서 본 논문에서는 배전자동화(Distribution Automation) 시스템 제어를 위하여 안정적이고 비용절감을 위한 통신방식인 바이너리 CDMA(Code Division Multiple Access) 무선기술을 기술을 적용한다. 바이너리 CDMA는 PHY(PHYSICAL) 계층에서 CACB(Constant Amplitude Coded Biorthogonal Modulation)/CDMA 기술을 적용하고 MAC(Medium Access Control) 계층에서는 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)와 TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 접목한 HMA(Hybrid Multiple Access) 형태의 MAC(Medium Access Control) 기

\* 정 회 원 : 전자부품연구원 무선플랫폼연구센터 선임연구원

\*\* 정 회 원 : 전자부품연구원 무선플랫폼연구센터 수석연구원

† 교신저자, 종신회원 : 상명대학교 정보통신공학과 부교수

E-mail : hongdk@smu.ac.kr

접수일자 : 2012년 10월 28일

최종완료 : 2012년 11월 20일

술을 적용한 2.4GHz ISM(Industrial Scientific and Medical Equipment) 대역의 무선 통신 규격이다. 본 논문에서는 이러한 무선기술이 적용된 배전자동화 시스템, 배전자동화 네트워크 구현을 위한 피코넷(Piconet: 두개 이상의 기기가 같은 채널을 공유하는 네트워크) 네트워크 구성, 효율적인 패킷 송수신을 위한 전송스케줄링을 다루고 있으며 특히 정보도용과 사용요금 조작성은 물론 전력 시스템의 안정성과 관련된 무선 패킷 보안을 위한 암호화 적용방법을 다루고자 한다.

## 2. 바이너리 CDMA

바이너리 CDMA는 PHY 계층에서 CACB/CDMA 기술을 적용하고 MAC 계층에서는 CSMA/CA와 TDMA 방식을 접목한 HMA 형태의 MAC 기술을 적용한 2.4GHz ISM 대역의 무선 통신 규격이다. 그림 1에는 바이너리 CDMA 기술의 전송 블록도를 개략적으로 보여주고 있다. 먼저 음성이나 영상데이터를 HMA를 적용한 MAC 계층에서 처리한 후 PHY 계층에서 적절한 직교부호를 곱하여 대역 확산(Spread Spectrum)을 수행하고 이 신호들을 합산하여 다중 레벨(Multi-level) 신호를 만든 후 CACB/CDMA 방식을 거치면 다중 부호(Multi-code) 전송임에도 불구하고 이진 신호(Binary Signal)를 얻을 수 있게 된다. 이 신호를 무선 RF(Radio Frequency)로 전송하면 최종적인 바이너리 CDMA 신호가 전송된다.

기존의 무선통신 기술들은 전력 소모가 심해 다양한 응용 시스템에 활용하기 어렵거나 기기간 간섭문제가 때문에 대용량 데이터 전송시 전파간섭의 영향으로 송수신이 원활하지 못한 문제가 있었다. 이에 반해 바이너리 CDMA는 물리 계층의 기반기술인 CACB/CDMA에 대역 확산 특성이 적용되어 있어 기존의 Wireless LAN(Local Area Network)이나 블루투스과 비교해 잡음이나 간섭에 강한 특성을 가지게 된다. 또한 CACB/CDMA는 이진 신호의 특성을 가지고 있어 다중 레벨로 전송되는 다른 시스템에 비해 상대적으로 RF 회로의 부담을 줄여 낮은 전력을 소비하면서도 다중 부호 특성 때문에 대용량의 데이터를 원거리 까지 전송할 수 있는 특성을 가지고 있다. 이로 인해 바이너리 CDMA 기술은 LOS(Line-Of-Sight)가 보장될 경우 기지국이 없이도 최대 500미터까지 영상이나 음성데이터를 송수신할 수 있으며, 100미터 이내의 근거리 환경에서는 이동중(60km/h)에도 영상과 음성을 자유롭게 주고받을 수 있다. 따라서 고화질 영상의 무선 송수신이 훨씬 자유로워지고 기존 무선통신기술과 신호 간섭 없이 함께 사용할 수 있다.

또한 바이너리 CDMA는 MAC에 적용된 HMA기술로 인해 멀티미디어 서비스의 품질보장(QoS: Quality of Service)이 가능하고 실시간 데이터 전송에도 여타 시스템에 비해 유리하며 보안을 위한 데이터 암호화 기능을 제공한다. 특히 액세스 포인트(AP: Access Point) 없이도 단말기 사이에 독립적인 애드혹(Ad-hoc) 네트워크가 만들어지고 피코넷 당 40개의 단말기를 동시 사용할 수 있으며 동시에 250개 단말기에 접속이 가능해 개인과 개인 혹은 개인과 다수 사이에 직접 멀티미디어 데이터를 주고받을 수 있다[8][9].

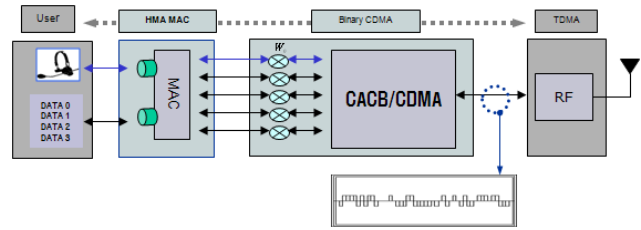


그림 1 바이너리 CDMA 기술  
Fig. 1 Binary CDMA technology

## 3. 제안된 배전자동화 시스템 및 네트워크 구성

본 장에서는 기존의 배전자동화 시스템의 기능 및 블록 구성에 대해 설명하고 바이너리 CDMA 무선 통신 기술을 적용한 새로운 배전자동화 시스템 및 네트워크의 구성을 제안한다. 그림 2는 광케이블 통신망을 이용한 기존의 배전자동화 시스템을 나타내고 있다. 배전 선로에 설치되어 있는 자동화용 개폐기 제어함 내부에 배치되는 배전자동화 시스템의 주요 기능은 다음과 같다.

- 배전선로의 전압, 전류, 전력, 역률, 평균부하전류, 일일 최대부하전류 등을 기록
- 원격에서 투입, 개방, 잠금, 풀림, 축전지 시험 등을 제어
- 배전선로에 부하전류 발생 및 사고등의 상태 감지 및 주 장치로 상태 정보 전송

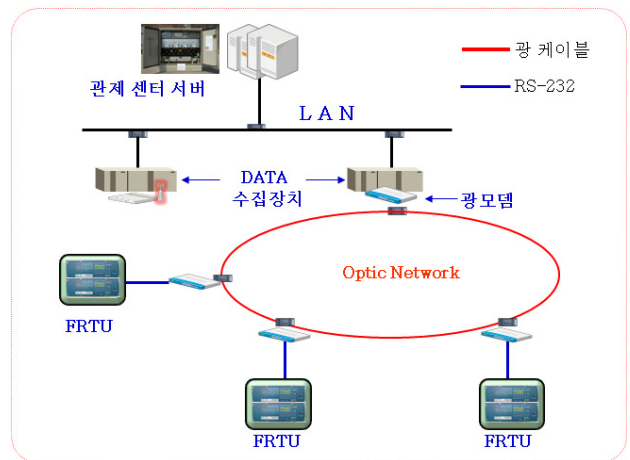


그림 2 기존 배전자동화 시스템  
Fig. 2 Conventional distribution automation system

특히 배전자동화 시스템의 핵심 제어장치인 배전 단말(FRTU: Feeder Remote Terminal Unit)는 배전자동화용 25.8kV 가스 절연 부하 개폐기(가공용)와 함께 가공 배전선로에 설치되어 상시 배전선로에 흐르는 전류, 전압, 전력을 계측하고 배전선로에 부하전류 발생 및 사고 시 그 상태를 감지하여 주장치(한전 지사/지점)로 전송하며 주 장치로부터 제어 명령을 수신, 사고 지점의 배전선로를 개방하여 사고를 최소화하는데 그 역할이 있다. 또한 배전선로 상에서 발생하는 모든 이벤트를 저장하여 사고원인의 해석을 제공하며, 원격에서 상태감시 및 부하개폐기 제어를 처리 하는

장치이다.

이러한 FRTU의 기능을 활용하기 위하여 과거부터 유선 및 무선망의 통신방식 모두를 적용하여 사용하고 있으나 통신의 안정성을 위하여 그림 2와 같이 유선망 중에서도 안정성이 높은 광 통신망을 주로 사용하고 있다[10]. FRTU부터 광통신망 사이에는 RS-232통신을 이용한다. 수집된 데이터는 광모뎀을 통해 데이터 수집 장치에 전송되어 관계 센터 서버의 관제를 받게 된다. 광통신망의 경우 통신 성공률이 높은 반면 월간 사용료가 높아 연간 통신비용이 증가하여 유지비용이 많이 드는 문제가 있다.

본 논문에서는 기존 배전자동화 시스템의 문제점을 해결하기 위해 타 무선기술에 비하여 상대적으로 통신 안전성이 뛰어나고 회선 사용비용이 들지 않는 바이너리 CDMA 기술을 이용하여 그림 3과 같이 바이너리 CDMA 배전자동화 시스템을 구성하였다. 바이너리 CDMA 시스템은 다음과 같은 특징들로 인해 배전자동화 시스템에 적용하기에 매우 알맞은 시스템이다.

- 낮은 FRTU 슬레이브(S: Slave)간 간섭으로 인해 신뢰성 높은 데이터 전송 가능
- 다중 부호 전송에 의해 FRTU 대용량데이터 전송 가능
- 이진신호 전송을 통한 저전력 전송 가능
- 암호화 기능 제공
- 실시간 전송 및 QoS 보장
- FRTU 마스터(M: Master)와 다수개의 FRTU 슬레이브와 통신가능

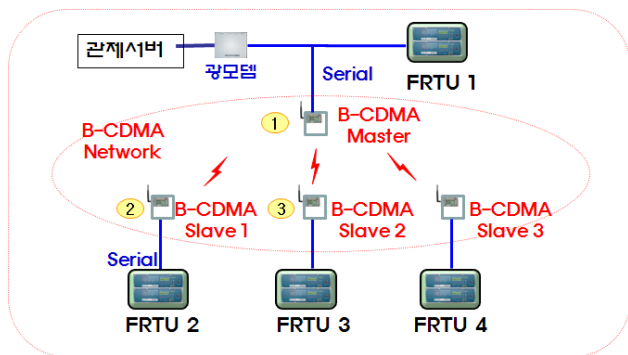


그림 3 바이너리 CDMA 배전자동화 시스템  
Fig. 3 Binary CDMA distribution automation system

배전자동화 무선 네트워크를 구성하는 요소들은 그림 4처럼 생각할 수 있다. 가장 기본적인 요소는 스테이션이다. 피코넷은 개인 활동 영역 내에서 동일한 무선 주파수 채널상에서 동작하고 있는 두 개 이상의 스테이션이 존재할 때 구성된다. 하나의 주파수 채널에는 하나의 피코넷을 형성할 수 있으며 여러 개의 피코넷을 구별하기 위하여 PNID(PicoNet IDentification)를 부여하며 이 값은 유일한 상수값을 갖는다. 피코넷 내부에는 스테이션의 그 역할에 따라 마스터(M)와 슬레이브(S)로 구별된다. 마스터는 피코넷 전체를 관리하고 피코넷 내에서 오직 하나만 존재할 수 있다. 마스터는 비콘(Beacon)을 브로드캐스팅하여 슬레이브

를 제어한다. 슬레이브는 마스터에서 보내는 비콘 신호에 따라 마스터와 유기적으로 동작하면서 데이터를 서로 송수신할 수 있고 피코넷 내에서 복수개로 존재할 수 있다. 이때 마스터와 슬레이브는 슈퍼프레임의 스케줄링 방법에 따라 양방향 송수신 및 단방향 송수신이 가능하며 슬레이브간의 통신도 가능하다.

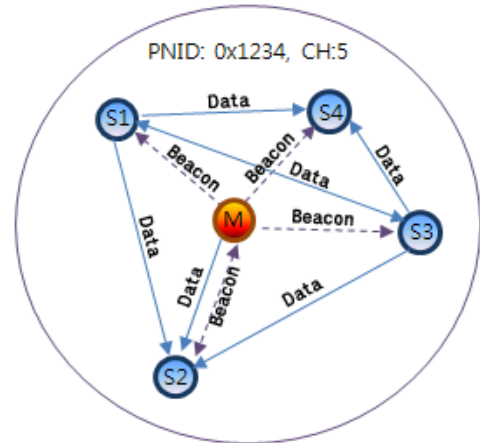


그림 4 배전자동화 네트워크 구성  
Fig. 4 Network configuration of distribution automation

#### 4. 배전자동화 전송 스케줄링 및 네트워크 보안

배전자동화제어를 위한 전송스케줄링의 슈퍼프레임 구조는 크게 세부분으로 구성되며, 각 구간의 길이는 가변적이다 [11]. 비콘 구간에서는 마스터가 슬레이브들에게 네트워크 기준 정보를 가지고 있는 비콘 패킷을 전송한다. 경쟁구간에서는 슬레이브와 마스터가 네트워크 합류요청/분리요청/허용, 자원할당 요청/허용, 연결 요청/허용 등의 명령 패킷을 임의 접근 방식으로 전송한다. 경쟁구간동안은 마스터에 의한 시간의 배타적 할당을 통한 매체에 대한 독점적 접근이 보장되지 않으므로, 각 스테이션들은 경쟁방식의 CSMA/CA를 사용하여 매체에 접근한다. 할당 구간동안은 각 스테이션이 자신에게 배분된 시간 슬롯동안 매체에 대해 독점적으로 접근하게 된다. 마스터는 TDMA 방식을 사용하여 할당구간의 시간 슬롯을 각 스테이션에게 분배한다. 분배된 시간 슬롯 동안은 각 스테이션은 매체에 독점적으로 접근할 수 있으며, 할당된 슬롯 시간 동안은 스테이션은 마스터의 개입 없이 데이터를 주고받고자 하는 스테이션과 1:1로 데이터를 주고받을 수 있다. 그림 5에서는 FRTU의 마스터의 할당구간이 M이고 FRTU 슬레이브의 전체 개수가 4개라고 가정했을 때 각각 슬레이브1(S1)부터 슬레이브4(S4)의 할당구간의 전송 스케줄링 방법을 도식화하였다. 마스터와 슬레이브 간에 배전자동화 프로토콜을 구현하기 위해서는 양방향 통신이 가능해야 한다. 그래서 바이너리 CDMA MAC 계층에서 배전자동화 프로토콜을 지원하기 위해서 모든 스테이션이 송신 및 수신 가능한 형태로 전송 스케줄링을 구성하고 할당구간은 스테이션의 개수에 따라 동적으로 할당되며 할당길이는  $1/N$  크기로 정해진다. 여기서 N은 마스터에 접속한 슬레이브의 총 개수를 의미한다.

그리고 이미 피코넷에 합류한 스테이션을 강제로 탈퇴시키면 해당 스테이션의 할당구간을 삭제하여 다시 스케줄링 한다.

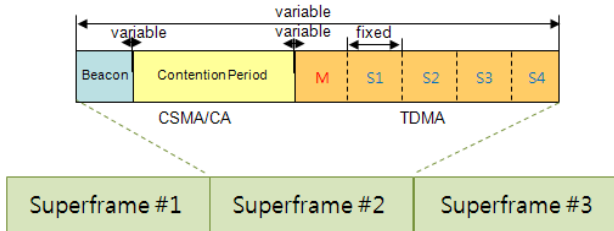


그림 5 배전 자동화 전송 스케줄링  
 Fig. 5 Transmission scheduling of distribution automation

국내 배전자동화 시스템의 경우 한전에서 국가 보안알고리즘인 ARIA(Academy, Research Institute, Agency) 암호화를 표준으로 채택하고 있다. ARIA 는 초고속 네트워크 기반의 전자정부 구현 등으로 다양한 환경에 적합한 암호화 알고리즘의 요구에 따라, 국가보안기술연구소(NSRI: National Security Research Institute)의 주도로 학계, 연구소, 정부 기관(Agency)이 공동으로 개발한 차세대 국가 표준 128비트 블록 암호 알고리즘으로서, 2004년 한국산업규격 KS 표준으로 제정되어 민간 암호화 알고리즘 시드(SEED)와 함께 전자정부의 대국민행정서비스용으로 보급되고 있다. 배전자동화 네트워크의 마스터와 합류한 어떠한 슬레이브라도 피코넷내의 모든 스테이션과 데이터 통신이 가능하다. 이것은 악의적인 목적을 가진 스테이션이 데이터를 언제라도 고의로 손쉽게 조작가능하다. 그래서 보안을 필요로 하는 애플리케이션의 경우 필수적으로 데이터를 보호할 수 있는 네트워크 보안을 요구된다. 따라서 바이너리 CDMA 네트워크 보안을 위해서 한전에서 요구하는 128bit ARIA 암복호화 알고리즘을 사용해야한다. 그러나 128bit ARIA 암호화 알고리즘은 소프트웨어적으로 구현하였다. 그 결과 전송속도에 따라 암복호화 데이터 패킷 처리 지연이 발생한다.

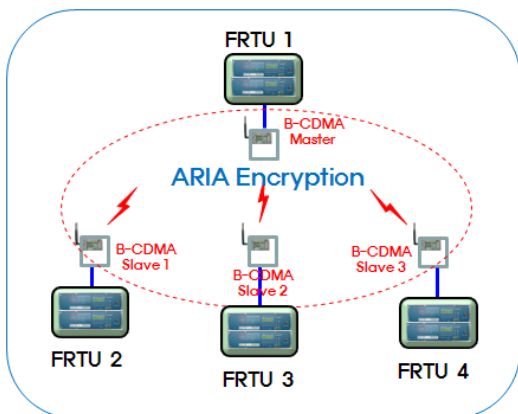


그림 6 배전자동화 네트워크 보안  
 Fig. 6 Network security of distribution automation

배전자동화 시스템에 적용될 ARIA 암호화 패킷이 적용된 데이터 전송을 처리 절차는 다음과 같다. 만약 그림 6의 특정 FRTU에서 전송하고자 하는 패킷이 발생할 경우 MAC 계층인 아닌 애플리케이션 계층에서 소프트웨어적으로 ARIA 암호화 알고리즘과 암호화 키를 이용하여 암호화 패킷을 생성한다. 그리고 부호화된 ARIA 암호화 패킷을 바이너리 CDMA 네트워크를 이용하여 특정 스테이션에 전송하게 된다. 수신부의 MAC 계층에서는 부호화된 암호화 패킷에 대하여 아무런 처리도 하지 않고 애플리케이션 계층으로 전달한다. 애플리케이션 계층에서는 먼저 암호화 키 값이 동일할지를 검사하여 동일하지 않은 경우 수신된 암호화 패킷을 버리지만 동일한 암호화 키 값을 갖는 경우는 다시 소프트웨어적으로 복호화 과정을 거쳐 암호화되기 전 원본 데이터로 변환한다. 그 이후 암호화가 해제된 데이터 패킷은 배전자동화 프로토콜에 따라 적절하게 처리가 된다.

5. 배전자동화 전송 성능 실험

본 장에서는 바이너리 CDMA를 적용한 무선 배전 자동화 시스템의 성능을 평가한다. 외부 무선 잡음 환경이 거의 없는 실험실 환경에서 배전 서버에서 배전자동화 전용 프로토콜(DNP 3.0)의 동작방식에 따라 FRTU에게 배전제어 명령을 전달했을 때 명령에 대한 응답 성공률은 99.9%의 결과가 나왔다. 즉 실험실 환경에서는 거의 오류가 발생하지 않는다. 이러한 실험실내의 에뮬레이션 테스트 검증을 통과한 바이너리 CDMA 무선 배전 자동화 시스템을 대상으로 실제 한국전력에서 관리하는 69개의 사업소에 적용하여 최대 1개월의 기간 동안 배전자동화 시스템 운용 하였을 때 관제 센터 서버에서 배전제어명령을 FRTU에 송신했을때 응답성공률은 아래 표 1과 같다. 이를 성공 율에 따라 다시 분류한 간단한 표가 표 2에 나타나 있다.

표 2를 보면 90% 이상의 우수한 배전 제어 명령의 응답 성공률을 나타내주고 있다. 이렇게 우수한 결과를 보여 줄 수 있는 이유는 배전자동화 데이터의 throughput 자체가 비교적 작으며 만약 패킷 송신이 실패할 경우에는 바이너리 CDMA 통신의 데이터 링크 단에서 다시 재전송 할 수 있는 메커니즘이 적용되었기 때문이다. 그리고 응답 성공률이 낮은 사업소에 대한 원인을 분석해 보면 크게 무선 환경의 영향으로 발생하는 오류와 FRTU 장비와 관련하여 발생하는 CRC (Cyclic Redundancy Code) 에러에서 나오는 오류가 있다. 특히 무선 환경에서 발생하는 오류의 원인은 통신거리, 외부 무선통신 간섭, 안테나 물리적인 특성, 날씨(비, 안개), 방해물 등 여러 가지 환경적인 요소에서 기인하는 것으로 판단되고 FRTU 장비와 관련된 오류는 FRTU 장비와 통신하는 소프트웨어의 오동작 때문인 것으로 분석되고 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 배전자동화 시스템의 배전관리 통신망 기술 중에서 가장 보편적으로 사용되는 기존의 광유선망 기술을 대체하기 위해 바이너리 CDMA 무선망 기술을 이용하여 새로운 배전자동화 시스템을 구축하는 방법을 제안하였다.

**표 2** 사업소 별 배전 제어응답 성공률

**Table 2** Distribution control response success rate by business places

	성공	무응답	오류	성공률
1	131938	39	0	99.97045
2	108853	29	0	99.973366
3	108557	225	0	99.79317
4	112423	12628	0	89.90172
5	140274	90	0	99.93588
6	142414	839	1	99.41363
7	127050	285	0	99.776184
8	112278	9	0	99.99198
9	106247	5921	0	94.72131
10	116060	181	0	99.84429
11	211535	39	0	99.98157
12	154164	76	0	99.95073
13	208867	2688	0	98.72941
14	108849	5	0	99.99541
15	119305	2935	0	97.59898
16	118862	212	0	99.82196
17	117324	990	0	99.163246
18	77948	20312	13912	69.489716
19	60782	6343	1	90.54912
20	133799	0	64	99.95219
21	90197	12505	0	87.824
22	101751	4425	0	95.83239
23	88097	34219	0	72.0241
24	95936	3064	0	96.90505
25	85477	11041	17236	75.141975
26	104933	8248	0	92.712555
27	112184	1111	0	99.01937
28	96706	109	0	99.88741
29	344075	4187	3	98.79689
30	162337	35	1	99.97783
31	1360274	2006	1	99.85267
32	1360294	863	0	99.93661
33	895864	6794	2	99.247116
34	825995	1781	1	99.78473
35	302569	68	2	99.97687
36	313960	67	1	99.97835
37	627121	87	0	99.98613
38	25346	6436	7	79.73198
39	111606	5	4	99.991936
40	1074382	1569	0	99.85417
41	366638	117	5	99.966736
42	343219	9487	1	97.30995
43	825313	147	1	99.98206
44	127653	478	1	99.62617
45	99165	19	0	99.98084
46	110796	15094	0	88.01017
47	102634	9717	819	90.69011
48	186430	1877	4491	96.69706
49	208097	10266	0	95.29865
50	127388	6307	0	95.28255
51	102587	125	1	99.87733
52	80737	18267	2	81.547585
53	112797	98	1	99.91231
54	111374	8471	0	92.9317
55	53057	0	2600	95.32853
56	101914	17	0	99.98332
57	91517	12654	1	87.85182
58	94060	6439	1	93.59204
59	100735	4	0	99.99603
60	125443	9	0	99.99283
61	170642	424	0	99.752144
62	489971	427	0	99.912926
63	464484	869	1	99.81305
64	263489	725	3	99.72447
65	408809	41337	1	90.81678
66	393725	40	1	99.989586
67	369053	24388	4	93.80041
68	436908	15855	3	96.49753
69	224291	178	0	99.9207

**표 3** 성공률별 사업소 수

**Table 3** The number of business places by success rates

배전제어 명령 응답 성공률(%)	해당 사업소 개수
99이상 ~ 100미만	41
90이상 ~ 99미만	19
80이상 ~ 90미만	5
70이상 ~ 80미만	3
60이상 ~ 70미만	1

이것은 기존에 연구되어 오던 광케이블 유선망을 이용한 배전자동화 시스템보다 구축비용과 시간을 단축할 수 있는 장점이 있다. 또한 타 무선 기술에 비하여 바이너리 CDMA 가 갖는 상대적인 장점들을 기반으로 송전, 변전 및 배전의 안정된 제어기술을 제공하며 전력분야 전반에 확대 적용에 의해 전력분야 통신 제어기술이 결합된 다양한 신규 사업 창출 및 시장 개척 효과를 가져 올 수 있을 거라고 예상되어진다. 앞으로 배전제어명령에 대한 응답 성공률을 더욱 높일수 있도록 무선환경에서 발생하는 물리적인 오류에 대한 패킷 송수신 개선방안과 FRTU 장비의 시리얼 통신에서 발생하는 소프트웨어적인 오류에 대한 개선방안에 대해서 향후 연구과제로 남기고자 한다.

**참 고 문 헌**

- [1] 이수목, “종합배전자동화시스템 및 실증 체험관 운영현황”, 대한전기협회 전기저널 통권 366호, pp. 50-56, 2007
- [2] 임일형, 임성일, 최면승, 이승재, 권성철, 신창훈, 하복남, “배전자동화시스템에서 단말장치의 고장표시 정보 생성 알고리즘 개선 방법” 전기학회논문지, 56권, 4호, pp. 651-659, 2007
- [3] 임일형, 최면승, “멀티에이전트 기술의 배전자동화시스템 적용방안”, 전기학회논문지, 58권, 1호, pp. 7-13, 2009
- [4] 임성일, 임일형, 최면승, 이승재, 권성철, 하복남, “배전자동화 시스템의 복구기능 향상을 위한 Multi-Agent 기반의 분산형 정전복구 시스템”, 전기학회논문지, 56권, 4호, pp. 660-668, 2007
- [5] 현덕화, 이영훈, 강철신, “복합 전력선통신시스템을 이용한 배전자동화 시험망 구축에 관한 연구”, 한국정보기술학회 하계종합학술발표논문집, pp. 172-177, 2007
- [6] 김종부, 최상열 “웹기반 능동 데이터베이스를 이용한 배전자동화 시스템”, 대한전자공학회 논문지, 41권, 3호, pp. 103-110, 2004.
- [7] 정길선, 한상균 “전화망을 이용한 원격검침시스템 실현 기술에 대한 고찰”, 대한전자공학회지, 13권, 2호, pp. 54-57, 1990.
- [8] 조진웅, 주민철, 서경학, 류승문, “WPAN용 Binary CDMA 기술,” 한국통신학회지, 19권, 5호, pp. 135-146, 2002
- [9] 안호성, “Retaw-1 저 전력 근거리 무선통신기술”, 한국통신학회지, 22권, 10호, pp. 70-82, 2005
- [10] 신창우, 임홍빈 “배전자동화”, 대한전자공학회 학술회

의, pp. 669-673, 1988.

[11] KETI, KOINONIA 표준규격서, 물리 계층과 데이터 링크 계층 규격 (버전 1.1), 2007

## 저 자 소 개



### 권대길 (權大吉)

1975년 11월 26일생(양). 2003년 고려대학교 산업공학과 졸업(석사). 2003년~현재 전자부품연구원 선임연구원. 무선 통신 및 네트워크 분야 연구

Tel : 02-6388-6667

E-mail : tgkwon@keti.re.kr



### 조진웅 (趙鎭雄)

1964년 9월 20일생(양). 2001년 광운대학교 전자통신공학과 졸업(박사). 1993년~현재 전자부품연구원 무선플랫폼연구센터 수석연구원, 무선통신 이동통신 WPAN WLAN 분야 연구

Tel : 02-6388-6660

E-mail : chojw@keti.re.kr



### 홍대기 (洪大基)

1972년 9월 15일생(음). 2003년 연세대학교 전기전자공학과 졸업(박사). 2002~2006년 전자부품연구원 근무. 2006~현재 상명대학교 정보통신공학과 부교수. 무선 통신 분야 연구.

Tel : 041-550-5350

E-mail : hongdk@smu.ac.kr