

# Smart Water Grid 및 초형 ICT 기반 물정보 관리기술 개발



**최석준 ▶▶▶**  
(주)레오테크 대표이사  
csj@leotek.co.kr



**심병섭 ▶▶▶**  
(주)레오테크 연구소장  
bshim@leotek.co.kr

## 1. 서론

물생산, 수송, 소비 과정은 여러 서브시스템(sub-system)이 서로 긴밀한 상호작용을 하는 복잡 네트워크 시스템으로 구성되어 있으며, 서브시스템 및 전체 SWG(smart water grid) 시스템은 다양한 물정보를 획득, 처리, 활용하고 있다. 특히 물정보의 획득 주기 및 항목의 다양화를 통해 SWG에 대한 보다 정확한 정보를 확보함으로써 물관리의 효율성을 극대화 해야하며, 각 과정에서 확보된 물정보를 정보네트워크를 통해 정보를 필요로 하는 물관리/처리시스템에 전달함으로써 정보처리에 기반한 지능화를 통해 전체 시스템 운영의 최적화를 요구한다.[1]

특히, SWG에서 정보의 획득을 다양한 물 센서로 구성된 단위 노드에서 이뤄지기 때문에 물관리 단위 노드의 센싱 기능과 정보통신기술(information communication technology, ICT)의 정보처리 기술을 통합 활용함으로써 지능화를 극대화할 필요가 있다.[2] SWG의 설치환경은 도심, 농촌, 이동 환경 등 매우 다양하기 때문에 설치환경에 따른 물관리 노드 및 네트워크의 구성을 환경 적응적으로 개발할 필요가 있다. 특히 각 설치환경에 적합한 에너지 확보 방안 및 획득 정보의 전달 방안의 개발이 필요하다. 이를 해결하기 위하여 현재 2.4GHz ISM 대역의 전파전파 특성 및 타 무선 서비스와의 간섭영향을 고려하여 900MHz 대역 사용이 고려되는 새로운 개념의 비면허 무선 기술 개발이 요구되고 있다. IEEE802.15.4g/4e 표준 기반의 스마트 유틸리티 무선 전송기술은 Scalable한 전송속도와 열악한 전파 환경에서도 높은 링크 마진이 확보되어 멀티홉 기반 네트워크 구성이 용이한 저가격/저전력의 비면허 무선 전송기술이다.[3] 이에 따라 국내에서는 RFID Gen.2 규격의 도입 및 Sub-GHz 대역의 USN 기술 발전 추이를 반영하기 위해 2008년 말에 900MHz 대역에 RFID/USN 주파수 재배치 및 이에 따른 기술 개정을 완료하였다.[4]

SWG 연구단의 3세부는 그림 1과 같이 3개의 연구 테마로 구성되어 있다. 3-1세세부는 ICT 기

반의 AMI 통합 시스템을 개발하며, 3-2 세세부는 고기능 센서 및 다항목 수질 계측기를 개발하고, 3-3 세세부는 대국민 통합 물정보 서비스를 제공

하는 기술을 개발하고 있다. 이번 기술에서는 3-1 세세부의 ICT 기반의 AMI 통합 시스템의 연구과제를 살펴 보고자 한다.

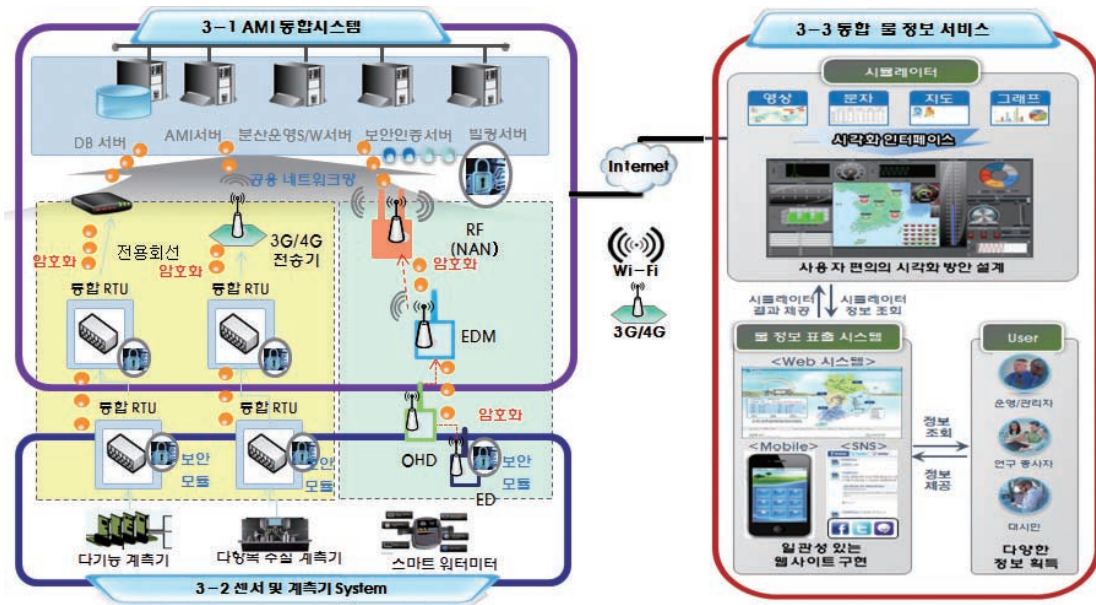


그림 1. SWG 연구단의 3세부 과제 연구내용

## 2. 본론

기존 무선 검침 시스템의 한계 및 단점을 극복하기 위하여 본 과제에서는 새로운 검침 시스템 (AMR) 및 검침 인프라(AMI)의 구조를 위한 제안하고 연구개발을 진행하였다.

### 2.1 AMI 네트워크 설계

기존의 무선 검침 시스템의 단순한 1:N 형의 데이터 수집기법에서 탈피하여, 본 과제에서는 계층별 독립적인 역할을 수행하는 다양한 기기를 정의하고, 이를 통해 다양한 검침기로의 적용이 유연 (Flexible)하고, 소형 및 대규모 검침 네트워크 모

두를 지원가능하고 (Scalable), 안정적인 데이터 전송(Reliable)한 데이터 수집을 가능케 하는 계층적 검침 데이터 수집 기법을 개발을 진행하였다. 또한, 기존의 단방향 통신이 아닌 서버로부터 최종 수집기까지 실시간 양방향 통신을 가능케 함으로써, 다양한 차세대 검침 서비스의 개발 및 실현을 가능케 하고, 각 부분에 있어서의 에러 및 장애 상황을 즉각적으로 감지 및 대처 할 수 있도록 하였으며, 기존 검침시스템의 문제점 중의 한 가지였던 Tight한 Global Synchronization을 배제하고, 각 요청마다 자신의 하위 장치들과의 on-demand synchronization을 수행함으로써, Clock drift 등으로 인한 에러 발생 및 에러 전파를 최소화함은 물론, 이후의 검침 요청으로의 에러

영향을 최소화 하도록 하였다. 마지막으로 기존의 스케줄 기반의 데이터 수집에서 발생하는 문제를 해결하고, 양방향 통신의 장점을 극대화 시키기 위하여, 개발하는 시스템은 요청기반의 데이터 수집 모델을 적용함으로써 개별 및 부분 그리고 전체 검침이 실시간 가능함은 물론, 각 검침 요청시마다 에러감지를 수행함으로써 에러의 즉각적인 통보 및 처리가 가능케 하도록 네트워크를 구성하였다.[5] 개발된 AMI 네트워크는 그림 2에서와 같이 계층적인 구조를 가지며, 가장 상위에는 집중기(NC)가 위치하며 각 NC는 독립적인 사이트를 관리하는 역할 및 서버와의 TCP/IP 또는 CDMA 모듈을 통해 양방향으로 통신을 수행한다.

한 NC에는 최소 1개부터 최대 10개까지의 EDM이 연결될 수 있으며, 각 EDM은 작은 클러스터의 헤더로서 하위의 OHD 및 ED들을 관리하고, 상위로부터의 데이터 요청을 하위 노드들로 전달은 물론, 하위의 데이터들을 수집 및 BACK-UP하고 NC로 올려 보내는 중요한 역할을 수행한다. 각 EDM은 최대 100개의 OHD와 ED 쌍으로 구성된 하위 네트워크로 관리하며 각 세대당 검침기에는 한 개의 ED와 한 개의 OHD(옥외지시부)가 쌍으로 구성된다. OHD는 수집기 데이터를 옥외에서 확인할 수 있음은 물론, ED의 통신거리를 확장시켜주어 EDM까지의 원활한 통신을 보장해주는 역할을 수행한다.

무선 네트워크 시스템은 917MHz부터 928MHz 까지 200kHz 간격으로 총 32개의 채널을 사용할 수 있고, 특히, EDM과 NC의 통신과 EDM과 OHD & ED와의 통신을 구분하고 상호 간섭을 최소화하기 위해 EDM은 두 개의 별도의 채널을 구분하여 사용하게 됨으로 UPLINK 채널은 NC와의 통신으로, DOWNLINK 채널은 하위 노드들과 통신을 위해 사용되며, 한 개의 NC에 속하는 각 EDM은 서로 다른 DOWNLINK 채널을 사용하게 된다. 무선 네트워크 시스템은 완전한 양방향 통신을 기반으로 하고 있으며, 실시간으로 서버는 개

별/부분 또는 전체 노드에 대해서 검침 데이터를 요청 할수 있으며, 무선 네트워크를 구성하는 모든 AMI 디바이스들은 PPS 기능에 의해 Trigger되고 상위로부터의 요청을 받고, 검침을 수행하여 다시 서버로 전송할 수 있도록 동작한다. 이러한 무선 네트워크 시스템의 가장 큰 특징 중 하나는 계층적인 시스템 구조에서 각 계층에서 수집되는 데이터는 각 노드에서 저장을 할 수 있으므로, 상위에서 데이터 전송에서 에러가 발생한 경우 해당 데이터는 재 검침 할 필요 없이 가까운 곳에 저장된 데이터를 바로 전송함으로써 불필요한 데이터 트래픽으로 인한 에너지 소모를 없애고, 재 수집 시간을 최소화 시킬 수 있도록 하였다. 무선네트워크 시스템에서 각 노드들(EDM, OHD, ED)는 상위의 요청을 수신하기 위해 주기적인 Preamble Sensing을 수행하는데, Normal상태에서 각 노드는 아주 짧은 시간(3ms이내) preamble을 주기적으로 sensing하고 preamble이 detect되지 않으면 sleep상태로, detect가 되면 wake-up되어 상위 노드의 data request를 받아 동작하게 한다. 무선 네트워크의 각 하위 노드는 기본적으로 PPS를 수행하고, 각 상위노드는 하위노드에게 데이터 REQUEST를 수행하기 전에 약속된 시간만큼 preamble을 전송함으로써 하위 노드들을 trigger 시키는데, 이러한 preamble기반의 trigger는 각 노드들의 전역동기(global synchronization)을 필요로 하지 않고 비동기(Asynchronous)하게 이루어진다. 무선 네트워크 시스템에서 각 EDM은 자신의 하위 노드들의 REQUEST함에 있어 BITMAP을 사용하여 개별 노드 및 부분 노드 그리고 전체 노드들의 데이터를 요청할 수 있으며, 요청한 각 데이터를 수신할 때마다 해당 BITMAP을 CLEAR시키고, 전송이 완료된 후 해당 BITMAP을 체크하여 수신되지 않은 노드들만 다시 BITMAP을 통해 REQUEST를 함으로써, 개별 ACK로 인한 오버헤드와 딜레이를 최소화 시키고, 안정적인 데이터 전송을 수행할 수

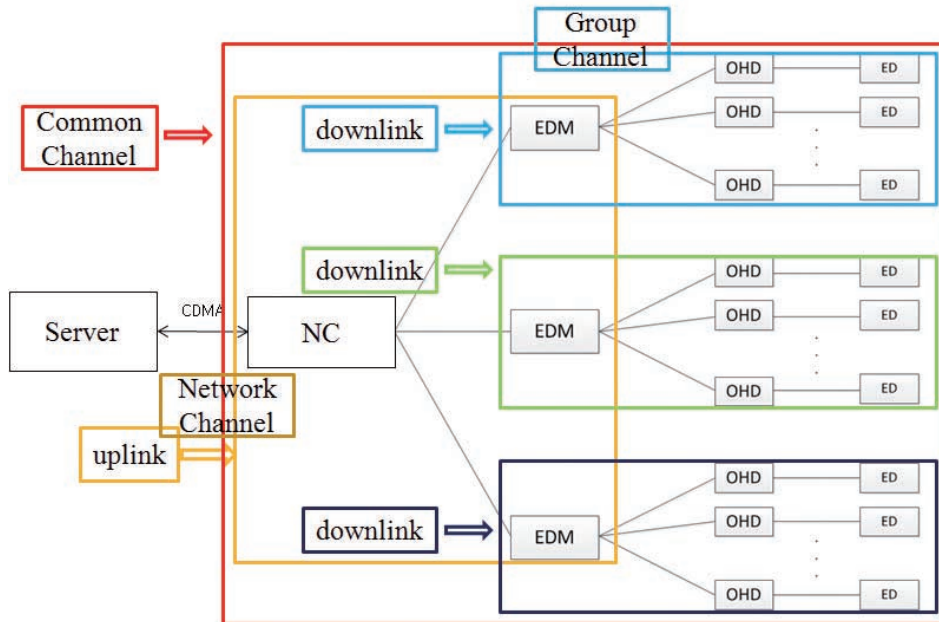


그림 2. 계층적 AMI 구조

있다.

계층적 구조의 단점 중의 하나인 상위 노드의 하위 노드 데이터 수집에 따른 에너지 소모를 최소화하기 위해서, 향상된 슬립관리기법(Advanced Sleep Management)을 적용하여 EDM에서 On-demand Scheduling에 의해 하위 노드들의 데이터를 수신하고, 다시 sleep으로 간 상태에서 다음 OHD의 ED trigger에 같이 깨어나서 해당 ED의 데이터를 수집함으로써 지속적으로 깨어서 모든 노드의 데이터를 수신하는데 소요되는 전력 소모를 최소화 한다. 또한 다양한 간섭영향을 최소화하기 위하여, multi-channel 동작을 수행하고, pps의 임계값을 가변적으로 함으로써 노이즈에 의해 깨어나는 불필요한 동작을 최소화 하고, EDM에서 수집된 BULK 데이터를 NC로 전송 시 다수의 EDM간의 충돌 및 간섭을 최소화하기 위해 RTS 및 CTS를 사용함으로써 충돌을 사전에 방지할 수 있도록 한다.

그림 2는 AMI 무선 네트워크 시스템의 전체 구조를 나타내고 있다. 그림 3에서와 같이 각 지역을 직접 관리하는 NC는 CDMA 또는 전용선을 통해 TCP/IP망으로 사업자의 서버와 연결되도록 구성 되어진다.

서버는 각 지역의 NC로 스케줄에 의한 정기 검침을 요청하고, 다수의 NC들로부터 개별적인 TCP/IP 연결을 통해 데이터를 수집함. 또한 모든 수집된 데이터는 서버의 DB로 저장되며, 다수의 클라이언트와의 연결을 통해 다양한 서비스를 제공받게 됨. 또한, 모바일 클라이언트를 지원함으로써 Tablet PC 또는 스마트폰을 위한 전용의 Application을 통해 PC 클라이언트에서와 같은 서비스를 제공받고, Super Admin의 계정을 가진 사용자는 실시간으로 요청하고 데이터를 수집할 수 있다.

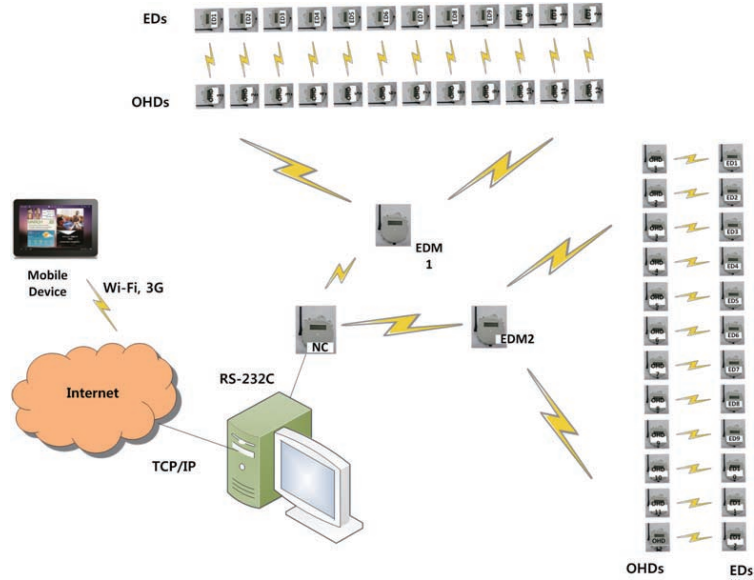


그림 3. AMI 무선 네트워크 시스템의 전체 구조

## 2.2 AMI 네트워크 MAC 프로토콜 설계

연구과제를 통해 개발되어진 WPAN(Wireless Personal Area Network) 기반의 프로토콜은 크게 4가지의 특징을 가지고 있다.

첫째, 동기화를 맞추기 위한 별도의 로직이나 알고리즘이 필요 없어 하위 계층으로 내려갈수록 프로그램이 가벼워지고, Clock Drift 나 노드별 데이터 처리 시간 차이 등으로 인해 Time Sync가 어긋나는 문제를 발생시키지 않는 무선 통신 간 비동기 방식을 사용 한다.

둘째, WSN(Wireless Sensor Network) 환경에서 각 무선 노드들의 수명을 향상시키기 위해서는 주기적인 Sleep상태와 Active상태 간 전환과 복구는 필수적이지만, 이로 인해, 동기화 문제가 발생할 수 있음. 그러나 개발된 프로토콜은 저전력 및 동기화 문제를 동시에 해결하는 알고리즘으로 설계되었으며, 저전력 방식으로 인해 자연스럽게 비용절감의 효과를 가져 올 수 있고, 이를 바탕으로 긴 수명을 가진 시스템의 설계 및 구현이 가능함으

로 저전력을 추구하는 프로토콜이다.

셋째, 비동기화로 Time Sync가 어긋난 노드들을 쉽게 동기화 시킬 수 있기 때문에 사용자가 원할 때 서버에 데이터 수집 명령을 내리면 서버의 하위 계층의 노드들은 상호간 Time Sync를 맞추며 데이터 수집을 시작하게 되며, 데이터 수집 시간을 꼭 정해놓지 않은 임의의 시간에서도 사용자가 원할 때 검침 데이터를 수집 수행할 수 있음으로 인해 실시간 데이터 수집 이 가능하다.

넷째, Bitmap Call 방식으로 인해 한 지역 안에서 차별적으로 데이터 수집이 가능해지고, Request Packet의 크기 그리고 전송 횟수 절감의 효과를 갖는다.

그림 4은 Preamble Receiver의 상태 전이 과정을 도식화 한 것으로, 기본적으로 Preamble Receiver는 Sleep상태에서 시작하게 되는데 Power Saving 정책에 의해서 Active 상태와의 전이를 반복하게 된다. Active상태로 진입 하자마자 Preamble Detection을 하게 되는데 만약 Preamble이 감지가 되면 노드는 Listen 상태로

전이 하게 되고, Listen 상태에서는 일정 시간을 대기하면서 Request Message를 기다리게 되는데 그 시간 내에 Request Message를 받지 못하면 다시 Sleep 상태로 전이되어 다시 PPS를 계속 수행하게 된다. 반대로 Request Message를 전송 받는다면 RTS 상태로 전이되는데 RTS에서 노드는 Sleep모드로 들어가 자기 아이이디에 대응하는

Time Slot을 기다리게 되고, 시간이 지나 자신만 깨어 있게 되는 고유 Time Slot에 다다르면 다시 일어나 정보를 상위 계층에 전송하고, DS(Deep Sleep) 상태로 진입하게 된다. DS에 진입하게 되면 노드는 나머지 모든 노드들이 통신을 마칠 때까지 sleep 을 하게 되며, 이후 모든 데이터 보고가 끝나면 PPS를 계속 수행한다.

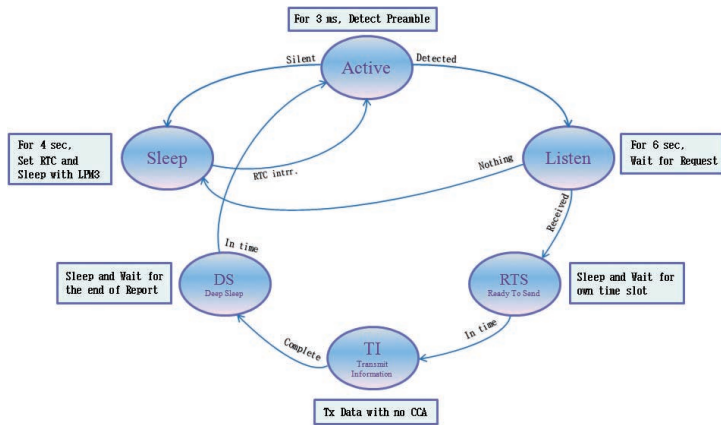


그림 4. Preamble Receiver State Diagram

그림 5는 Trigger Node의 State 전이 과정을 도식화 한 것으로, Preamble Receiver 보다 상위 계층인 Trigger Node 역시 Power Saving 정책에 의해 Sleep 상태에 진입하게 되는데 한번 깨어나면 Active 상태가 길기 때문에 비교적 오랜 시간 Sleep상태를 유지한다. RTC Interrupt에 의해 깨어나게 되면 Preambling을 하여 모든 하위 노드들을 Standby 시키게 되고, 모든 하위 노드

들이 Active 상태가 되는 충분한 시간 동안 Preambling을 한 뒤 구성해놓은 Request Message에 Bitmap 을 실어 전송한다. 이내 하위 노드들은 응답하여 데이터를 보고하게 되며, Bitmap에 있는 모든 하위 노드들이 데이터 전송을 마치면 상위 계층에 보고 한 후 다시 Sleep 모드로 돌아가게 된다.

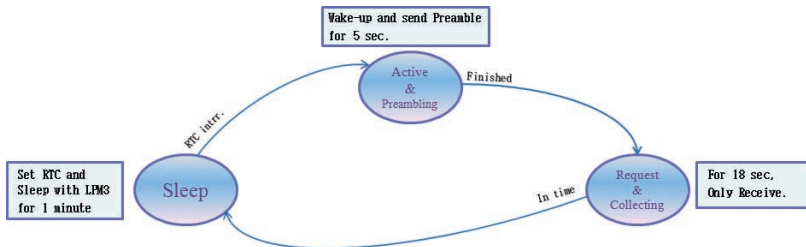


그림 5. Trigger Node State Diagram

### 2.3 AMI 디바이스 설계 구현

그림 6과 같이 Application Layer에서 필요한 하드웨어 자원의 적절한 사용을 위하여 Application에서 요구되는 적절한 HAL을 제공하며, 각각의 Application들은 System Software를 통하여 HAL에서 필요에 따른 하드웨어를 제공받고 Application에 따른 기능을 수행한다. HAL은 하드웨어의 구성 및 기능에 따라 모듈화 되어있고, 각각의 모듈들은 Hardware의 사용에 있어서 기본적으로 필요한 초기화 및 사용에 필요한 함수들을 정의 해놓고 System Software의 호출을 통해 사용하는 구조로 설계한다. 모듈에 속한 함수들은 필요에 따라서 리턴 값을 설정함으로써 프로그램 실행도중 발생할 예외의 상황에 유연하게 대처하였으며, 모듈들은 각각 기능별로 ADC, I2C, IO, LCD, Timer, RTC, UART, Watch Dog로 나누어진다.

### 2.4 AMI 운영 소프트웨어 플랫폼 개발

AMI 시스템 운영은 CDMA 및 RF를 이용한 무

선통신 기반의 운영방식으로 이루어져 있으며, 현장 계측장비의 측정 데이터를 정확하게 감시할 수 있도록 서버, 그래픽모니터, 원격감시프로그램을 구축한다. 서버의 원격감시프로그램의 경우 일반 컴퓨터와 동일한 운영체제에서 운영이 용이하게 구축되어 있으므로 별도의 전문 교육 없이, 간단한 조작 교육만으로도 기존의 운영자를 바로 현장 시스템 운영에 활용 할 수 있도록 한다. 또한 사용자의 편리성을 고려하여 마우스만으로도 시스템 조작이 가능한 설계 통하여 즉, 화면간의 이동, 메뉴 선택, 시스템 감시 등 모든 것이 마우스만으로도 가능하도록 구성 한다. 본 시스템은 수용가 관리, 누수 탐색, 과금 데이터 연동, 보고서 출력 기능 등을 가지고 있으며, 특히 이러한 기능은 운영자가 파악하고자 하는 내용에 따라 감시 기간, 구간을 유연하게 선택하여 수용가 데이터를 조회할 수 있으며, 일별/월별 사용량에 대한 조회/분석이 가능하도록 한다.

또한 그림 7과 같이 SWG 구축 규모에 따라 서비스 서버 모듈을 통합 프레임워크 기반에서 동적 시스템을 구성함으로써 사업 목적과 규모에 적합한 시스템을 구축하기 위한 기술 개발이 필요하며,

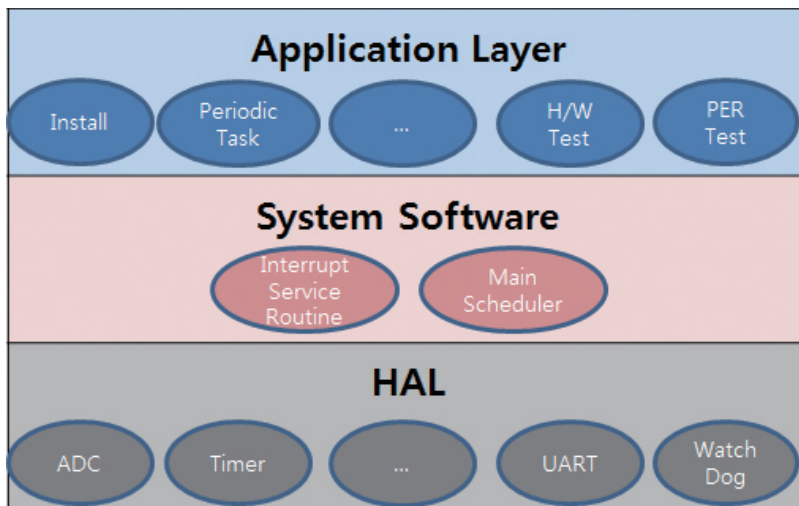


그림 6. 시스템 구조

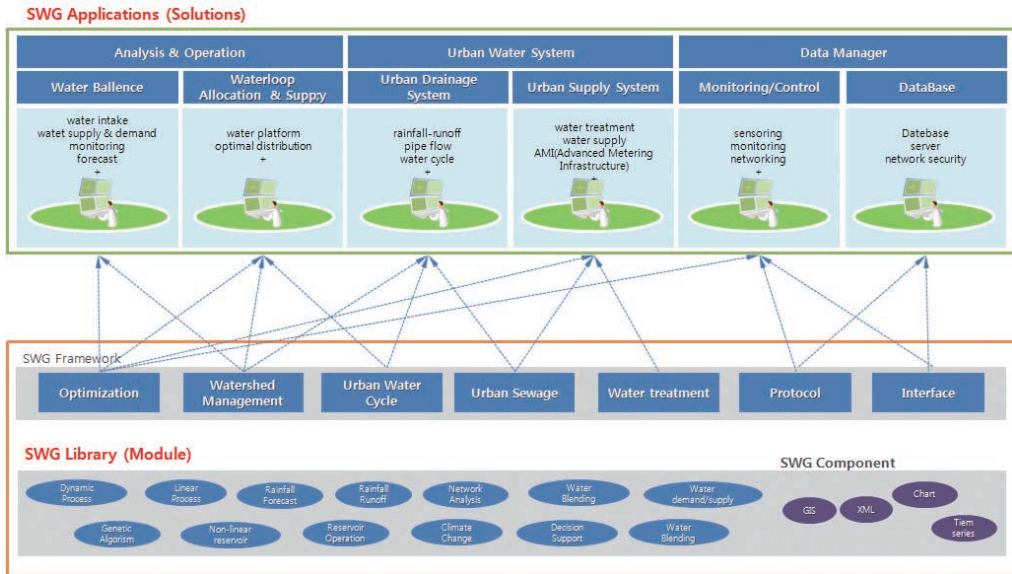


그림 7. 통합 프레임워크 기반 시스템 구성

SWG 시스템 고도화 및 서비스 규모 확대 시 표준화된 I/F 모듈을 추가적으로 구성하여 시스템의 호환성 및 안정성을 확보해야 한다.

### 2.5 AMI 시스템의 보안 기술 연구

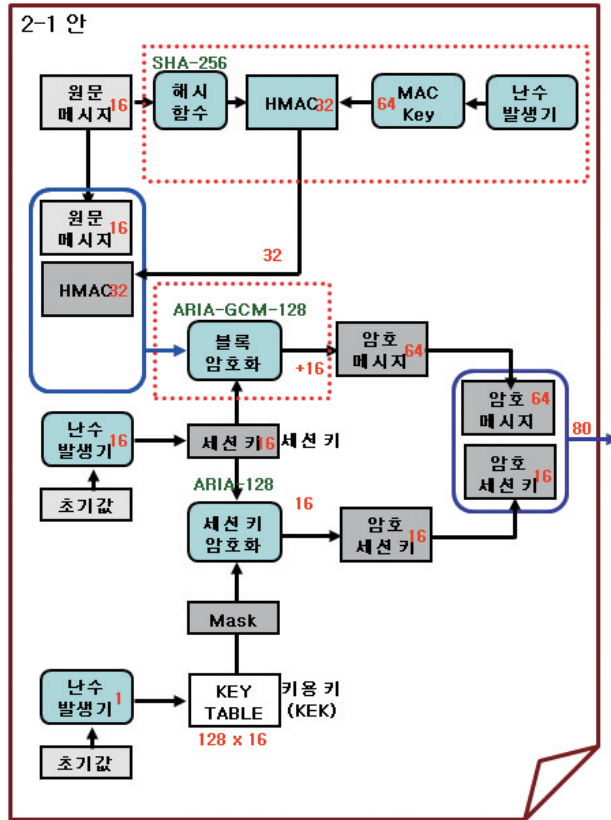
스마트 워터 그리드 보안 개발 방향은 암호 알고리즘에 있어서 KS C 1231-1, IEC FDIS 62056-5-3을 참조하여 블록 암호를 적용하며, 단 IEC FDIS 62056-5-3에서 사용되는 해시함수 MD5와 SHA-1은 제외하고, ARIA를 적용한

다. 이를 통하여 데이터 통신 보안에 있어서 데이터에 대한 기밀성과 무결성 보장은 KS C 1231-1를 참조하여 IEC FDIS 62056-5-3의 Data transport security를 적용하고, 이를 위해서 사용하는 보안 슈트(security suite)는 다음 표1과 같이 정의 한다. ARIA 및 AES는 키와 블록 크기, 그리고 운영모드 사용 방법이 동일하며, ARIA 사용에 대한 특이한 제약 사항이 존재하지 않으며, 따라서 IEC FDIS 62056-5-3에서 제시한 AES의 적용 방법을 ARIA 적용 시에도 준용하여 ARIA-GCM-128을 적용 하여 개발 한다. 그림 8

표 1. 보안 슈트

Security Suite ID	Authentication Algorithm	Encryption algorithm	Key transport method	Key operation mode
0	AES-GCM-128	AES-GCM-128	Key wrapping using AES-128 key wrap	GCM
10	ARIA-GCM-128	ARIA-GCM-128	128bit 블록 암호 알고리즘 ARIA-제2부: 운영모드 KSX1213-2GCM	





대칭키 (비밀키) 암호화 방식

그림 8. 암호화 방식 사용 방안(대칭키 방식)


은 대칭키 방식의 암호화 방식은 암호 대칭키를 ARIA-GCM-128의 암호화한 값을 암호 메시지에 추가하여 암호화를 진행하는 방식으로, 이 암호 대칭키는 각각의 암호문에 달리하게 나타나는 Random 값을 사용한다.

### 3. 결론

스마트 워터 그리드(Smart Water Grid)는 기존 수자원 관리 시스템에 ICT 기술을 융합하여 기존 한계를 극복하는 차세대 물관리 시스템으로 다양한 수원을 효율적으로 배분·관리·운송함으로써

지역간의 수자원 불균형을 해소 할수 있는 미래형 물관리 기술이다. ICT 기술과의 융합은 수자원 관리 기술 분야에서 급격한 패러다임의 변화를 가져오고 있다. 본 과제에서는 스마트 워터 그리드에 적합한 환경 적응형, 고신뢰성 유·무선 네트워크 기술을 개발하고, 기존 기술 문제점 분석을 통한 기존기술 개량하기 위한 기술개발이 필요하다. 이를 해결하기 위하여 계층별 독립적인 역할을 수행하는 다양한 기기를 정의하고, 이를 통해 다양한 적용이 가능하도록 유연(Flexible)하고, 소형 및 대규모 검침 네트워크 모듈을 지원가능(Scalable)하고, 안정적인 데이터 전송(Reliable)한 데이터 수집을 가능케 하는 계층적 AMI 네트워크를 개발

하였다. 또한, 기존의 단방향 통신이 아닌 서버로부터 최종 수집기까지 실시간 양방향 통신을 가능케 함으로써, 다양한 차세대 검침 서비스의 개발 및 실현을 가능케 하고, 각 부분에 있어서의 에러 및 장애 상황을 즉각적으로 감지 및 대처 할 수 있도록 하였으며, 각 요청시마다 에러감지를 수행함으로써 에러의 즉각적인 통보 및 처리가 가능케 하

도록 네트워크를 구성하였다. 

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비 지원(12기술혁신C01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] 최석준, 윤근호(2013) ICT 기반 AMI 네트워크 구축 및 물정보 서비스 개발, 물과미래, 한국수자원학회, 제46권, 제7호, pp. 45-50.
- [2] Smart Water Grid Reserch Group, Research Target and Contents, Retrieved Jan., 10, 2014 form <http://www.swg.re.kr>
- [3] 최상성, 신철호, 오미경(2011) 스마트 유틸리티 네트워크를 위한 무선 전송기술 표준화 동향, TTA 저널, 한국정보통신기술협회, 제133권, pp. 122-131.
- [4] 박윤현(2009) RFID/USN 주파수 재배치 및 기술지준 정책 동향, 전자과학기술, 한국전자과학회, 제 20권, 제 1호, pp. 144 - 151
- [5] Seok-Jun Choi, Byoung-sup Shim, Hyoung-Keun Pakr, Ho-Sun Lee(2013) ICT Based AMI Network Deployment and Water Information Service Development, International Journal of Control and Automation, Vol. 6, no. 4, pp. 378-385

## 용어의 정의

다음은 개발된 시스템에 관련한 전문 용어와 그에 대한 설명이다.

- NC(Network Concentrator) : AMI 네트워크의 가장 상위에 위치하며 서버와의 CDMA 또는 TCP/IP로 연결되어 있으며, 다수의 EDM을 관리하는 기능을 수행함
- EDM(End Device Manager): NC와 OHD 또는 직접적인 ED를 관리하며, 멀티 채널을 통해 NC와의 통신 및 자신의 OHD 들과의 통신을 분리하며, NC로부터 요청을 받아들인 후 OHD들을 Trigger 시키고 요청 데이터를 전송하며, 매 요청마다 On-demand Synchro- nization을 수행함
- OHD(Outdoor Home Display Device): 대다수의 ED는 검침장치에 직접적으로 연결되어 있기 때문에 상위 장비로의 통신이 원활하지 않은 지역에 설치 될 수 있으며, OHD는 ED와 EDM의 중간 계층에 위치하며, 각 ED당 한 개의 OHD가 할당되고 OHD는 Display의 기능을 통해 사용자가 현재 및 저장된 검침 데이터를 직접 확인 할수 있도록 함
- ED(End Device directly connected to meters): 검침기에 직접 연결되는 무선 장비로써 검침기와의 주기적인 통신을 통해 매 검침값을 저장하고, 요청시마다 현재 값 및 저장된 값을 전송하는 기능을 수

행함

- ASM(Advanced Sleep Management) : 다수의 ED와 OHD들이 통신을 수행할 경우 자신의 슬롯에서만 통신을 수행하고 다른 시간에는 모두 SLEEP할수 있는 기능
- PPS(Periodic Preamble Sensing) : 주기적으로 깨어나서 상위 노드의 Preamble을 Sensing하는 기능
- RTS(Request to Send) : 다수의 EDM들이 수집된 데이터를 NC로 전송할 때 충돌을 방지하기 위하여 데이터 전송 전에 보내는 제어 시그널로써 EDM이 NC로 보내는 신호임
- CTS(Clear to Send) : 다수의 EDM들이 수집된 데이터를 NC로 전송할 때 충돌을 방지하기 위하여 데이터 전송 전에 보내는 제어 시그널로써 NC에서 RTS에 대한 응답신호임