

# 멀티에이전트 기반의 지능형 전력 정보시스템 구축 기술

김지영<sup>○</sup> 김상태 유남철 이동철  
한전KDN

kimjy, jesteka, ync, ubicon57@kdn.com

## ***A novel technology of Establishing Intelligent Power Information System based on Multi-Agent***

Ji-Young Kim<sup>○</sup> Sang-Tae Kim Nam-Cheol Yu Dong-Cheol Lee  
Korea Electric Power Data Network

### 요 약

최근 전기 전력 도메인의 IT화(전력 IT)가 본격적으로 진행되면서 전기 데이터를 취득하기 위한 기기들 뿐만 아니라 전력 운영 환경이 변화를 도모하고 있다. 본 논문에서는 이런 전력IT의 일환으로 개발된 지능형 전력 정보 모니터링 시스템(K-WAMS)을 소개하고자 한다. 이 시스템은 이기종 분산 환경에서 전력 정보를 실시간으로 전송 받아 현재 전력계통의 상황을 직관적으로 판단할 수 있는 정보를 제공하여 광역 정전을 예방하고자 하는 조기경보시스템(Early Warning System)이다. 또한, 전력계통의 안정성 여부를 판단하는 지능형 에이전트의 구현을 통해 광역 정전을 예견하는 지수를 제공하고, 실시간 데이터 처리 및 이력 데이터 저장 에이전트들을 통해 현재 취득되고 있는 현장 데이터 모니터링 기능을 제공한다.

K-WAMS는 실시간으로 전송 처리 되는 고속 대용량 데이터들의 처리 지연, 동적 환경으로 인한 네트워크의 부하문제를 해결하기 위해서 IPC Shared Memory 기법을 이용하였고, 동적 프로세스들의 작업 스케줄링을 관리하기 위한 IPC Message Queue 기법을 이용하였다. 또한 논리적 기능 기반으로 설계된 현재 중앙 급전소(GCC) 단위의 설계 모델은 향후 지역 급전소(RCC) 단위로 설치 될 경우 재사용 되어 개발 생산성을 향상시킬 것으로 예상된다.

### 1. 서 론

다른 나라에서 발생하는 대규모 정전사태는 대다수 국민들에게 뉴스거리일 뿐 큰 관심을 끌지 못하였다. 최근 우리나라에서도 태풍 매미를 시작으로 제주 지역 정전사고를 비롯, 갑작스런 집중호우로 인한 산사태와 홍수로 정전 및 통신 유실과 같은 사태가 빈번히 발생하게 되어 더 이상 대규모 정전이 다른 나라의 일이 아님을 알게 되었다. 또한 경제 성장과 더불어 전기 사용량이 증가하고 있으며 산업 및 경제활동과 일상생활에서 차지하는 전기의 비중이 점차 커져가고 있다. 이에 따라, 대규모 정전 예방을 위한 고장에 강인하고 이로 인한 과급효과를 최소화할 수 있는 국가 광역 전력계통 보호 및 감시 시스템의 개발은 필수적이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 정부주도 중기거점 기술개발 사업으로 개발된 한국형 광역 전력계통 감시 시스템(K-WAMS, 이하 K-WAMS)[2]을 소개하고자 한다. 이 시스템은 흩어진 지역으로부터 시각 동기화 된 전력 데이터를 실시간으로 수집하여 전력 계통 운영자에게 현재 전력 계통의 상황을 제공하고, 특징적인 데이터들을 이력 관리함으로써 전력 계통의 오프라인 해석을 위한 입력 데이터를 제공한다. 또한, 전력 계통 해석을 위한 전압 안정도 알고리즘, 미소신호 안정도 알고리즘 및 전력 계통 안정도 지수를 추론하는 엔진을 탑재하여 멀티에이전트 기반의 지

능형 서비스를 제공한다.

본 연구를 통해 지역적으로 분산된 12대의 데이터 취득 장치에서 실시간으로 전송되는 데이터를 중앙 집중 장치에 취합하여 관리하기 위한 데이터 프레임워크 및 통신 네트워크를 설계하였다. 또한 데이터의 실시간성 및 장치별 시동기화 된 타임스탬프의 정확도를 테스트 하고, 전력계통의 붕괴 상황을 모의한 시뮬레이션 데이터를 이용한 전력계통 안정도 평가 알고리즘 결과를 사고 상황에 특화된 3D 기반의 화면을 개발하였다.

본 논문은 5장으로 구성되어 있으며 내용은 다음과 같다. 2장에서는 소프트웨어, 하드웨어 구성을 서술하고 3장에서는 현장에서 취득되는 전송데이터 특징을 서술하였다. 4장에서는 데이터 취득 장치가 100대 이상 현장에 설치되었을 경우의 확장설계 방안을 서술 하였다. 마지막 결론에서는 본 연구의 동향 및 시사점을 서술 하였다.

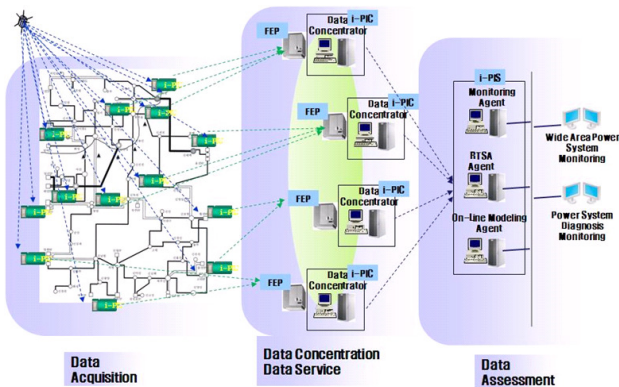
### 2. 시스템 구성도

WAMS(Wide Area Monitoring System)는 일반적으로 다음과 같은 두 가지 관점으로 접근할 수 있다[1]. 사고/고장, 발전기/부하 절체 및 계통 변경으로 인해 발생한 이벤트 중심의 관점과 전압의 불안정성 및 저주파 진동, 위상각 변이로 인한 현상 중심의 관점으로 나눌 수 있다. 이와 같은 관점으로 전력 계통의 상태를 감시하기

위해서는 GPS 기반의 시각 동기화 된 전력계통 데이터 추출 기기인 PMU(Phasor Measurement Unit)가 필요하다. PMU는 변전소 자동화(Substation Automation)에 사용되는 기타 IED (Intelligent Electronic Device)에 비해 매우 고가이며, 취득 되는 실 계통 데이터는 1~120[회/초]주기로 지역변전소에 설치되어 전국 전력계통을 관리하는 상위 시스템으로 전송할 수 있다. 따라서, PMU가 우리나라의 수 백 여개의 변전소에 설치될 경우 상위에서 다루어야 할 데이터는 실시간으로 처리가 용이하지 않다. 그렇기 때문에 현재는 시스템 성능이 수용하는 만큼 PMU가 설치되어야 하는 제약사항이 있다.

본 논문은 위의 두 가지 관점을 기반으로 현재 제약사항을 반영한 소프트웨어 아키텍처와 하드웨어 아키텍처를 디자인 하였다.

[그림 1] K-WAMS 시스템 구성



K-WAMS는 [그림 1]과 같이 데이터 취득 부분, 데이터 취합 및 서비스 부분, 데이터 평가 부분으로 구성되어 있다. 데이터 취득 부분은 현장에 설치된 페이저 취득 장치인 국내에서 개발된 PMU인 i-PIU(intelligent Power Information Unit, 아래 i-PIU)로부터 전력 정보 데이터를 실시간으로 수집한다. 데이터 취합 및 서비스 부분은 각 현장에서 수집 된 데이터를 취합하여 상위 데이터 평가 부분으로 전송한다. 데이터 평가 부분은 전력계통의 안정도 평가 알고리즘을 실시간으로 수행 한 후 그 결과 값을 사용자 감시 화면에 최적화 된 형태로 디스플레이 한다. 또한 현장에서 취득된 전력 정보 데이터는 전력계통을 모델링하고 평가하기 위한 기초 데이터로써 사용자에게 제공된다.

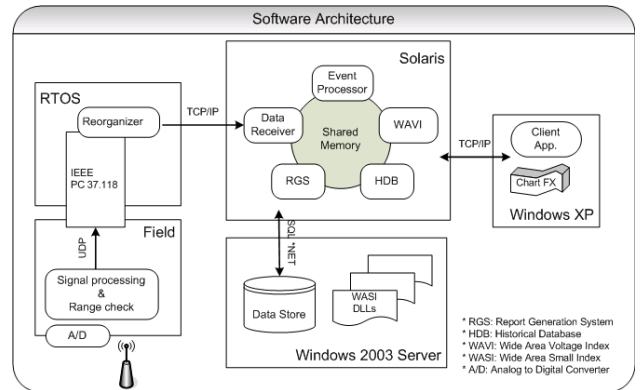
2.1 소프트웨어 구성

K-WAMS의 소프트웨어 구성은 [그림 2]와 같이 데이터를 수집하는 Field 영역과 페이저 데이터를 취합 전달하는 영역, 데이터를 가공하는 영역, 가공 된 데이터 및 Raw 데이터를 관리 및 저장하는 영역, 사용자에게 전력 정보를 제공하는 클라이언트 운영 영역으로 구성되어 있다.

데이터를 수집하는 Field 영역에서는 데이터 취득 장치인 i-PIU가 실시간으로 아날로그 데이터를 디지털로 변환하고, i-PIU에 설정된 임계치 체크를 통해 1차적으로

데이터의 상태를 감시한다. 이 실시간 데이터들은 동기 페이저(Synchronized Phasor) 규격인 IEEE std C.37.118 형태 패킷으로 약 33msec 주기로 상위 시스템으로 전송된다. Real Time OS 기반의 전단처리 장치인 FEP(Front End Processor)은 취득데이터와 이벤트 데이터를 재 정렬하여 Solaris 기반의 i-PIS(intelligent Power Information System)로 전송한다.

[그림 2] K-WAMS S/W 구성도



i-PIU와 FEP 사이의 데이터 전달은 K-WAMS의 제약조건인 5초 이내의 운영자 화면 표출을 위하여 33msec 주기로 생성 즉시 데이터가 전달될 수 있도록 전송 속도를 보장하기 위하여 UDP 통신을 하였다. UDP 방식은 데이터 손실에 대한 위험이 있으나 테스트 결과 K-WAMS에서 필요로 하는 초당 360샘플(34,560tags) 데이터 전송에는 문제가 없었다. 실제로 i-PIU가 변전소 마다 설치되어 원거리 전송하는 경우는 데이터 손실 우려가 있기 때문에, 손실에 대한 데이터 보상 알고리즘을 자체 연구하고 있다. 왜냐하면, 전력계통 안정도 알고리즘 결과의 신뢰도를 보장하기 위해서는 현장에서 취득되는 입력데이터의 정확성 및 완전성을 확보하는 것이 중요하기 때문이다. 그러나, 보상 알고리즘만으로는 실제 전력 계통 데이터의 신뢰성을 얻기에는 충분하지 않다는 어려움이 있다.

한국전력공사에서는 전력 IT 연구 일환으로 기기의 디지털화가 가속화됨으로 인해 기존 서비스별 독립적인 통신망에서 서비스 통합을 위한 차세대 전력통신망 구축을 진행 중에 있다. 이 통신망 구축이 완료 되면, K-WAMS가 기존 망에 통합 되어 데이터 전송에 대한 안정성 및 알고리즘 결과에 대한 신뢰도를 확보할 것으로 기대한다.

전력계통으로부터 취득된 데이터들은 1초 단위로 데이터 가공 영역의 공유 메모리(Shared Memory)에 정렬되고, 이와 동시에 WAVI(Wide Area Voltage Index) 알고리즘 및 DI(Defencibility Index) 지수[3]가 계산 되어 데이터 저장 영역으로 전송된다.

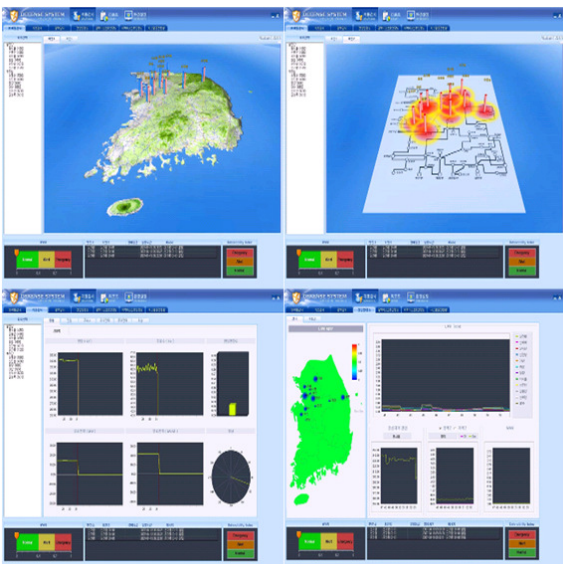
데이터 가공 영역에서는 실시간 처리 되는 고속 대용량 데이터들의 처리 지연, 동적 환경으로 인한 네트워크의 부하문제, 독립적/의존적으로 수행되는 프로세스 간 동기화를 위하여 IPC(Inter-Process Communication) 기법을 적용하였다. 보통 프로세스에서 사용되는 메모리 영

역은 해당 프로세스가 상호 배타적으로 접근할 수 있음에 반해, 공유 메모리 영역은 [그림 2]에서와 같이 Data Receiver, Event Processor, RDS, HDB, WAVI 프로세스 등이 동시에 메모리에 접근할 수 있다. 이와 같이 K-WAMS는 공유 메모리를 사용함으로써 데이터 복사와 같은 불필요한 오버헤드를 감소시켜 고속 실시간 데이터의 관리를 효율적으로 하였다. 또한, 세마포어에 의해 동기화 된 다수의 동적 프로세스들은 IPC 메시지 큐 인터페이스를 이용하여 프로세스 간 자동 협력을 가능하게 하였고, 프로세스 간 작업 스케줄링을 관리함으로써 시스템 자원을 효과적으로 활용 하였다.

데이터 관리 및 저장 영역은 주기적으로 현장에서 취득 되는 실시간 데이터에 대해 최소 한 달 이상 Circular Buffer 형태로 유지하고, 일정 기간이 지나면 Overwrite 되기 전에 파일 시스템과 광디스크에 백업 저장한다. 비 정기적인 외란과 같은 상황에서의 순시치 데이터 및 실효치 데이터는 실시간으로 생성되는 데이터와는 다른 순시치 저장 규격인 IEEE COMTRADE 포맷으로 RDBMS에서 영구적으로 저장 관리 한다.

WASI(Wide Area Small signal stability Index) 알고리즘은 30초간 누적된 데이터를 윈도우 슬라이딩 방식으로 입력받아 1초 주기로 계산된다. WASI 알고리즘은 다른 실시간 알고리즘 보다 응답시간(response time)에 여유가 있기 때문에, 빠른 응답시간이라는 제약사항이 있는 실시간 데이터 가공영역과 물리적으로 분리된 데이터 관리 및 저장 영역에 탑재함으로써 데이터 처리 부하를 분산 시켰다.

[그림 3] HMI 화면



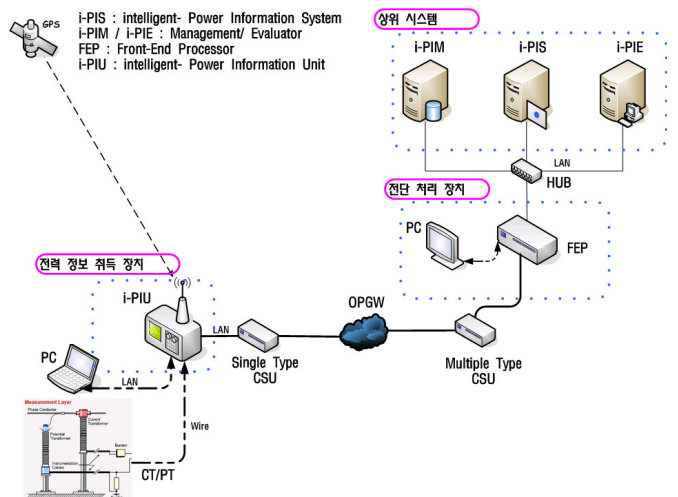
[그림 3]은 사용자에게 전력 정보를 제공하는 클라이언트 운영 영역 화면 이다. 광역 전력계통 감시를 위한 알고리즘의 결과와 계통에서 전송되는 기본 데이터를 가독성 있는 화면으로 개발하였다. K-WAMS는 지도기반 3D 화면과 단선도형 3D 화면을 제공하여 우리나라 전체 계통의 상황을 볼 수 있고, 계통 사고에 대한 파급 상황도 관찰 할 수 있도록 하였다. 또한, 각 지역의 추이 데이터

를 관찰하기 위해 기본 데이터 및 알고리즘 데이터를 2D 그래프 형태로 표현하였고, 각 알고리즘의 결과 값과 참고 값을 함께 표현하여 사용자가 계통상황 파악을 용이하게 하였다.

## 2.2 하드웨어 구성

K-WAMS는 [그림 4]와 같이 i-PIU의 데이터 취득 장치와 전단처리 장치 및 상위 시스템으로 구성되어 있다. i-PIU는 GPS를 통해 시각 동기화 되어 CT와 PT를 통해 취득된 전류, 전압데이터를 상위시스템으로 전송한다. 데이터 전송은 공중망 혹은 전용선을 사용하며, 변전소마다의 각기 다른 통신환경을 고려하여 CSU(Channel Service Unit)를 적용하였다. 전국 변전소에서 전송되는 데이터를 통합하기 위해 Multi-Type CSU를 사용하고 FEP을 통해 상위시스템으로 데이터를 전달하는 구조로 하드웨어가 구성되었다.

[그림 4] K-WAMS H/W 구성도



### 2.2.1. 전력정보 취득 장치 (i-PIU)

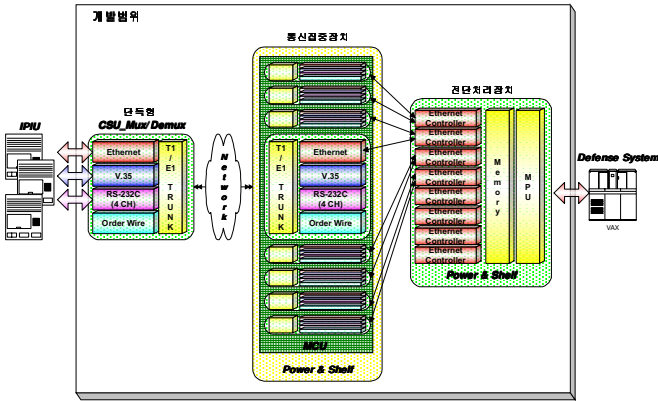
현장 데이터 취득부는 PMU(Phasor Measurement Unit)와 같은 i-PIU를 이용하여 설치 지점에서의 전력 정보를 상위 시스템으로 전송한다. 이때 취득 되는 정보는 전압, 전류 정상분 페이저 데이터와 해당 지역의 실시간 전압 안정도 지수, 기타 CB 정보와 같은 기본 전력 정보 데이터이며, 전송되는 모든 데이터는 GPS 기반의 시각 동기화된 데이터 이다. 또한, i-PIU는 자체 임계치 설정을 통해 취득 된 데이터의 상태를 별도로 이벤트로 전송해 준다. 이 정보는 취득 된 데이터의 건전성 및 신뢰성을 보장해 주는 역할을 한다.

### 2.2.2 전단처리 장치 (FEP: Front-End Processor)

전단처리 장치인 FEP은 RTOS 기반의 임베디드 시스템으로 [그림5]와 같이 구성되어 있다. FEP은 상위 시스템 및 하위 i-PIU로부터 전달 되는 정보를 수신하고, 이를 분석하여 적절한 응답 및 처리를 수행 한다. 또한 전

송 선로와 i-PIU 장치와의 통신상태를 관리하는 기능을 수행한다. 주요 기능으로는 자체진단(Self Diagnostic), 구성(configuration) 관리, 전송 데이터베이스 관리, 통신 스케줄 관리, Protocol 변환, 상위 시스템 및 하위 i-PIU와의 통신 기능이 있다.

[그림 5] FEP H/W 구성도



데이터 전송을 위한 데이터 링크 기능은 전송방법에 따라 분리 구성하여 별도의 프로세서로 처리하고, 각각의 데이터 링크에 대해 멀티태스킹이 가능하다. FEP의 규격은 [표 1]과 같다.

[표 1] 통신규격

통신 규격	
FEP ↔ 상위 시스템	Ethernet(TCP/IP, FTP), 10/100Base-T
FEP ↔ 하위 i-PIU	T1/E1 전송로 : Ethernet(TCP/IP, UDP), 10/100Base-T Async 전송로: RS-232C, ~ 56Kbps 장치내부 프로세서 : 산업표준 VME Bus(IEEE-1014)

FEP은 i-PIU와 최초로 통신 연결이 설정되면 주기적으로 i-PIU와 연결상태를 확인하기 위하여 Polling 방식을 이용하였다. FEP과 상위 시스템 사이의 통신 방법은 주기적으로 취득되는 실시간 데이터에 대해서는 Polling 방식을 이용하고, 계통에 이상상황이 발생되었을 때만 생성되는 외란 데이터는 생성즉시 전송하도록 하였다.

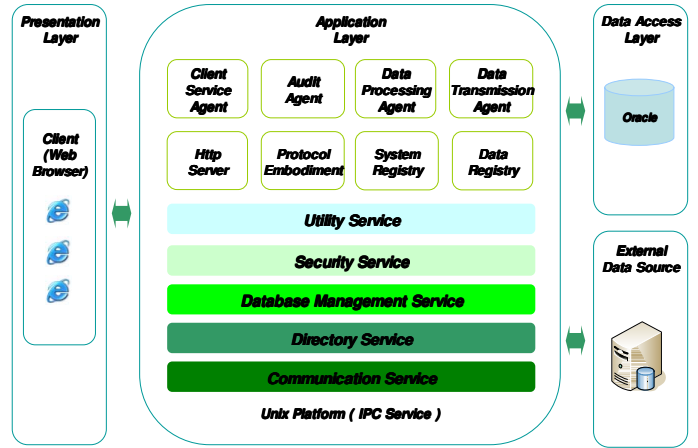
2.2.3 상위 시스템 (i-PIS / i-PIM / i-PIE)

상위 시스템은 하위 취득부에서 데이터를 전송받아 프로세싱하여, 데이터 저장소에 저장하고, 전력 계통 해석 알고리즘을 평가하는 i-PIS, i-PIM, i-PIE로 구성되어 있다. [그림 6]은 상위 시스템에 관한 논리적인 기능 구성도 이다.

i-PIS(Intelligent Power Information System)는 FEP에서 전송된 실시간 데이터를 전력계통 알고리즘이나 프로세

스에서 사용할 수 있도록 가공하고, 사용자가 지정한 데이터 임계치와 비교하여 알람 이벤트 데이터를 생성한다.

[그림 6] 상위 시스템 구성도



i-PIM(Intelligent Power Information Management)은 i-PIS에서 생성된 데이터를 데이터 타입에 따라 효율적으로 저장 관리하고, 외부 어플리케이션이나 내부 프로세스에서 데이터를 요청하는 경우에는 연계인터페이스를 통해 입력 데이터를 제공한다.

i-PIE(intelligent Power Evaluator)는 실시간으로 광역 전력계통을 감시하기 위해 실시간 광역계통의 전압안정성을 판단하는 VIP++ 알고리즘, 전력계통의 진동 모드를 추출하는 미소신호 안정도 알고리즘, 중부하시 거리계전기 오/부동작을 방지하는 적응형 거리계전기의 Zone-3 알고리즘과 실시간 정보를 이용하여 전력계통에 외란발생시 전력계통을 모델링 할 수 있는 동적 모델링 알고리즘을 탑재하였다.

3. 전송 데이터 처리

K-WAMS의 전송 데이터는 현장에서 취득되는 실시간 Raw 데이터와 상위 시스템에서 처리 및 관리되는 가공 데이터로 나눌 수 있다. 실시간 취득 데이터는 Analog, Phasor, Digital, Frequency, DFrequency, i-PIU Status로 구성된 데이터로 재구성되어 1초에 최대 30 samples를 상위로 전송 한다.

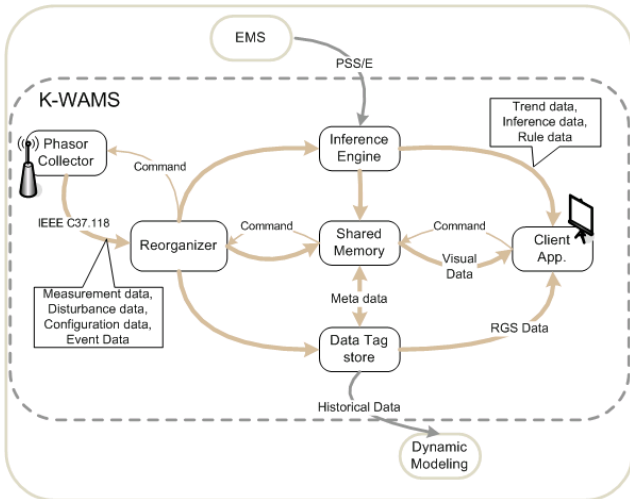
상위 시스템에서는 실시간 취득데이터를 입력으로 추론 결과를 생성하고, 클라이언트 그래픽 툴과 연계하여 비주얼 데이터로 가공한다. 또한 실시간 Raw 데이터는 데이터 압축이나 샘플링 없이 데이터 태그 저장소에 저장하여 동적 모델링 툴과 같은 전력 계통 해석을 위한 어플리케이션의 입력 데이터로 활용한다.

특정 기간 동안 수집된 데이터들은 주기별 자동 배치 작업을 통해 이력 데이터 관리를 용이하게 하였다. 이와 같은 통계 분석 데이터들은 사용자 요청 시 리포트를 생

성하여 제공하였다.

K-WAMS는 앞서 언급한 하위취득 장치에서 상위 시스템으로 전송되는 Bottom-Up 데이터뿐만 아니라 상위 모니터링 시스템에서 부터 하위 취득 장치로 전송되는 Top-Down 데이터로 나눌 수 있다. Top-Down 데이터는 i-PIU가 신규 설치되거나 제거 되었을 때 i-PIU 구성 정보를 요청하거나 사용자가 i-PIU의 메타 정보를 요청하기 위한 명령 정보이다.

[그림 7] K-WAMS 데이터 흐름도

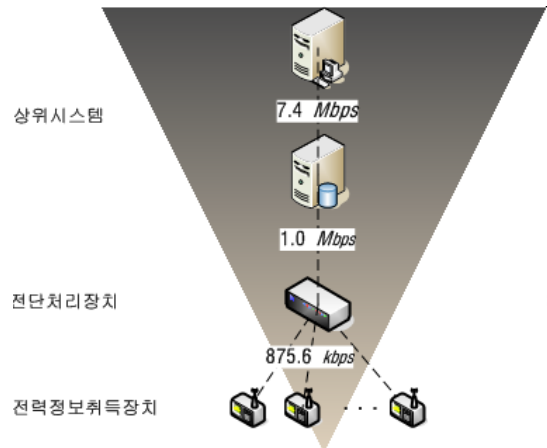


K-WAMS는 [그림 7]에서 외부시스템으로 표현되어 있는 EMS(Energy Management System)로부터 PSS/E(Power System Stability For Engineering) 데이터를 받아 전압 안정도 평가를 위한 알고리즘 및 방어도 지수 계산을 위한 입력 값으로 활용 하고자 한다. EMS 데이터뿐만 아니라 외부 SCADA 시스템 데이터는 K-WAMS 시스템 결과의 정확도를 높이고 시스템의 신뢰성을 보장받기 위해 꼭 필요한 정보라고 할 수 있다. 그러나, EMS 데이터를 K-WAMS에 연계하는 것은 현실상 직접 외부 인터페이스가 어렵기 때문에 연계 방안을 모색하고 있는 중이다.

#### 4. 확장 설계 방안

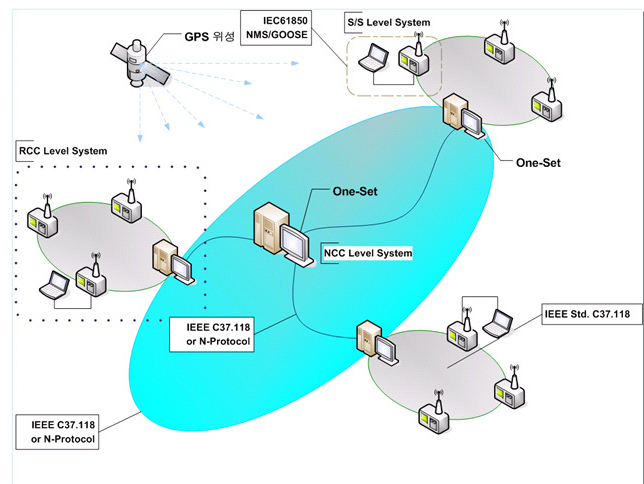
현재 개발된 프로토타입 시스템은 데이터가 중앙 집중화 되는 형태로 [그림 8]과 같이 하위 i-PIU들로 부터 취득된 실시간 데이터와 각 단계에서 생성된 이벤트 데이터가 추가되어 상위 단계로 갈수록 데이터가 집중되는 형태이다. [그림 8]의 데이터 트래픽은 취득주기가 1초에 30샘플링, i-PIU 12대에 대해서 처리되는 논리적인 태그 숫자를 기본으로 계산한 용량이다. 이는 실제 통신 시 발생하는 패킷 헤더와 같은 데이터가 제외된 수치이므로 실제 통신 시에는 이보다 10% 이상이 증가할 것이다[4].

[그림 8] 중앙급전소 레벨의 트래픽 용량



추후, i-PIU가 전국적으로 100개소 이상 설치되는 경우 현재의 중앙 급전소 대상의 K-WAMS가 지역 급전소 대상으로 분리, 확장 될 것이다. 현재 인프라스트럭처에 최적화 된 아키텍처로는 확장 된 시스템의 요구사항을 만족할 수 없다. 따라서, [그림 9]와 같은 확장 설계를 통해 실시간 데이터 처리 시스템을 지역별로 분산시켜 실시간으로 취득되는 Raw 데이터는 지역별로 취합하도록 설계하였다. 지역별 실시간 데이터들은 중앙 급전소에서 필요로 하는 데이터들로 선별하여 상위 시스템으로 전송함으로써 중앙 급전소 레벨로 향하는 과중한 통신 트래픽을 줄이고, 데이터의 병목현상을 해결할 수 있다. 또한, 데이터 처리 프로세스를 지역별 분산 처리함으로써 프로세스 처리 시간을 단축시켜 실시간 데이터 처리 성능이 향상되고 지역별로 데이터를 관리함으로써 대용량 데이터 관리가 용이해 질 것이다.

[그림 9] GCC/RCC 레벨의 확장



한편, 운영자 감시 화면은 각 지역별로 보는 대상이 다르기 때문에, 감시 대상 및 감시 용도에 따라 논리적으로 분류하여 해당 지역에 필요한 기능들만으로 구현할 수 있도록 컴포넌트화 하여야 할 것이다.

## 5. 결론

본 논문에서는 각 지역 변전소 12개소에서 발생하는 대용량의 시각 동기화 된 데이터를 상위 시스템으로 전송하여 실시간으로 광역 전력 계통의 안전도(Security)를 평가하는 K-WAMS의 전반적인 내용을 서술하였다.

본 연구는 시각 동기화 된 전력 데이터를 실시간 전송하기 위한 통신 프레임워크 설계 및 고속 대용량 데이터 처리 및 관리 방안을 연구하는 데 목적이 있으며, 전력 도메인을 업무 기반으로 하여 IT 기술을 접목시킨 차세대 신기술 연구수행 결과이기도 하다. 본 연구 결과로써 전력 계통 분야에서 세계적으로 주목을 받고 있는 WAMPAC(Wide Area Monitoring, Protection And Control) 기술을 적용한 기초 프로토타입 시스템 구현을 통해 실제 우리나라 전력계통 적용 가능성을 타진해 볼 수 있었으며, 전력 계통 운영 현업에 대한 요구사항 및 기능을 분석해 볼 수 있었다.

현재는 프로토타입 기술을 기반으로 실제 현장 적용을 위한 확장 개발이 진행 중 이다. 본 논문에서 언급한 많은 기술적 사안들을 초석으로 하여 우리나라 전기의 안정적 공급에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

## 6. 참고문헌

- [1] D. Cirio and et. al, "Wide Area Monitoring and Control System: the Italian Research and Development", C2-208, CIGRE2006
- [2] 김상태 외, 광역 전력계통 감시를 위한 상위 Master System 설계, 2006.11 대한전기학회 추계학술대회
- [3] Sang-Tae, Kim. Defencibility Index (DI) : An Evaluation Methodology of Wide Area Power System Security based on Theory of Evidence using Multi-Agent-Factors, APAP, 2007.4
- [4] "Multi-Agent 기반의 지능형 전력정보 시스템 개발" 2단계 기획보고서, 2007.10