

원격 제어 감시 시스템에서의 EMS 응용 기능 개발을 위한 Data Mapping 구조

최철환 · 김필석 · 방순정 · 신용학
LG산전 중앙연구소

Data Mapping Structure for EMS Application Function Development in SCADA

Chul-Hwan Choi, Pil-Suk KIM, Soon-Jeong Bahng, Yong-Hark Shin
LG Industrial Systems Central R&D Center

Abstract - 실시간 데이터를 대상으로 하는 전력 계통 응용 프로그램을 개발하기 위해서는 SCADA 시스템이 다루는 Point Data를 Device Level의 속성으로 해석할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 이러한 관계를 나타낼 수 있는 Mapping 기법을 제안하고 실제 응용 프로그램에 적용한 사례를 소개하고자 한다.

운영 화면으로서, 별도의 MMI(Man-Machine Interface) 없이 Graphic Page를 통해 각종 설정값 및 결과값을 Point Data 형태로 나타낼 수 있고 사용자는 Point를 Access하는 방법으로 ED 기능을 수행할 수 있다.

1. 서 론

원격 제어 감시 시스템(Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA)은 전력 계통 감시 제어 시스템의 기반 기술이며 국내에서는 변전소를 대상으로 하는 시스템에 많이 적용되어 왔다[1].

그러나 Harris 및 DNP Protocol에 기반 하는 기존 시스템에서 주로 다루고 있는 Point Data는 통신에 의해 취득된 단일 값만을 의미하기 때문에 화면상의 표시 및 경고 발생 기능에는 문제가 없으나 취득 Data에 대한 Domain 상의 의미를 부여할 수가 없어 응용 기능 개발 시 많은 어려움을 겪어 왔다.

이에 본 논문에서는 현장에서 취득된 Point Data를 Device Level의 속성으로 해석 할 수 있는 Mapping 기법을 소개하고자 한다. 이 Mapping 기법은 국내 기술로 개발되어 현재 운영되고 있는 제주 EMS의 응용 프로그램의 개발에 적용되었다.

2. 본 론

2.1 제주 EMS 응용 기능

급전 자동화 설비(Energy Management System : EMS)는 전력 전체를 실시간으로 감시하고 분석하는 중요한 시스템이다. 따라서 전력 계통을 안정적이고 경제적으로 운영하고 전력 산업 구조 개편에 따라 계통 운영 환경이 변화 되어도 즉시 운영할 수 있는 운영체계를 가져야 한다[2].

제주도의 전력 계통은 일반 육지 계통과 분리되어 독립적으로 운영되므로 KPX(Korea Power eXchange) 본사에 설치된 EMS외에 독립적으로 운영되는 EMS가 제주 지역에 설치되어 있으며 자동 발전 제어(Automatic Generation Control : AGC) 기능을 제공 한다.

AGC는 EMS에서 송출하는 발전기별 출력 시그널에 따라, 발전소에 설치된 제어 계통에서 자동으로 출력을 조정하는 방법을 제공하는데 제주 EMS에서는 AGC와 관련한 경제급전, 부하 주파수 제어와 상정사고 분석의 3가지 응용 기능이 제공된다.

경제급전(Economic Dispatch : ED) 기능은 주어진 부하에 대해 발전기의 운전비용이 최소가 되는 발전 배분량을 계산하는 기능으로서 연료 계수, 증발율, 감발율, 최대 출력, 최소 출력과 같은 정적 데이터와 계통의 현재 부하 및 발전기의 현재 출력과 제어 모드 현장 설정값과 같은 동적 데이터를 입력으로 하고 각 발전기의 Base Point를 출력으로 한다. 그림 1은 제주 경제 급전

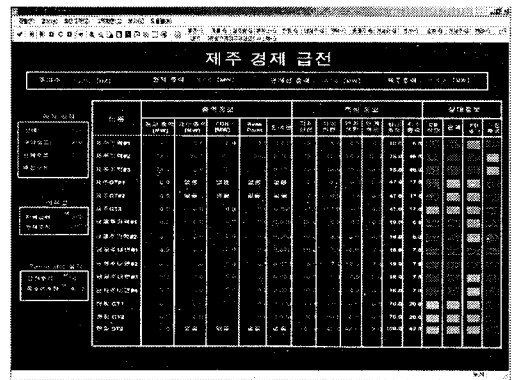


그림 1. 경제급전 운영 화면

부하 주파수 제어(Local Frequency Control : LFC)는 기존 주파수 혹은 연계선 전력망에 주파수 편차가 발생하는 경우, 이를 제거하기 위해 발전기의 출력량을 조절하는 것이다. 이를 위해 증발율, 감발율, 최대 출력, 최소 출력과 같은 정적 데이터와 발전기별 Base Point, 계통의 현재 주파수, 발전기의 현재 출력 및 제어 모드와 같은 동적 데이터를 입력으로 하고 각 발전기의 조정된 출력값을 출력으로 한다.

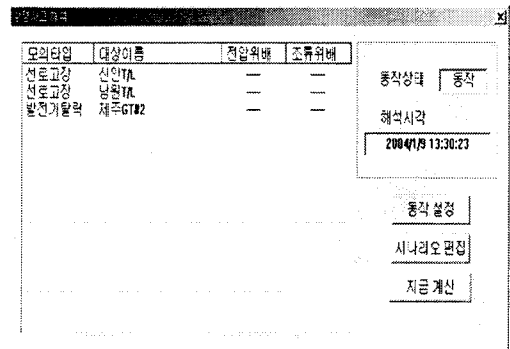


그림 2. 상정사고 해석 MMI

상정 사고 해석(Contingency Analysis : CA)은 특정한 선로 및 발전기의 탈락이 현재 계통에 발생하였을 경우 조류 해석을 통해 계통에 미치는 영향을 평가하는 기능이며 선로와 모선의 연결 관계 및 선로 임피던스와

같은 정적 데이터와 각 모선의 전압, 전류 및 주요 CB 개폐 상태와 같은 동적 데이터를 입력으로 한다.

그림 2의 상정 사고 해석 MMI를 살펴보면 선택된 상정 사고에 대해 전압과 조류의 위배 사항 발생 여부가 나타나고 위배 사항 발생 여부가 없을 경우 “-”로 표시된다. 또한 상정 사고 해석의 동작 여부 및 현재 나타난 결과가 언제 계산된 것인지를 표시하며 사용자가 시나리오 편집 및 각종 관련 설정치를 입력할 수 있다.

제주 계통은 현행 CBP(Cost Based Pool) 및 향후 TWBP(Two Way Bidding Pool) 환경에서도 최적화된 발전기 배분량 제어를 수행할 수 있도록 지원해야 하고 각 환경에 대해서 NEMS(New Energy Management System)나 MOS(Market Operating System)와 같은 상위 시스템과의 연계를 통한 ED 기능 수행과 제주 EMS 자체 계산을 통한 ED 기능 수행이 사용자에게 선택적으로 수행 되어야 한다.

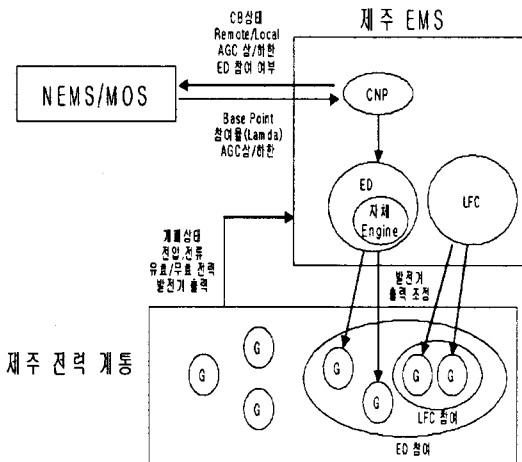


그림 3. AGC Data Flow Diagram

그림 3과 같이 제주 EMS는 사용자의 설정에 따라, 연계 Mode인 경우에 상위 시스템에서 전송된 Base Point를 해당 발전기에 전송하게 되며 자체 Mode인 경우에는 상위 시스템에서 전송된 값과 상관없이 자체에 내장된 Engine을 구동하여 발전기 Base Point를 해당 발전기에 전송한다. 또한 경제 급진 계산에 사용되는 부하는 “현재 부하” 또는 “수동 입력”으로 사용자가 선택할 수 있다. 수동 입력의 경우에 해당 유효 전력을 Graphic Page를 통해 사용자가 입력할 수 있으며 현재 부하를 대상으로 하는 경우에는 다음 식에 따라 부하를 계산한다.

$$P = \sum P_i + (\Delta f \times B) / 10$$

여기서 P_i : 발전기 출력, Δf : 주파수 편차, B : 계통 정수 이다[3].

2.2 Device Editor

각각의 응용 기능마다 입력 데이터를 살펴보면, 설비에 따라 값이 정해지는 정적 데이터와 계통의 운영 상황에 따라 값이 변화되는 동적 데이터가 존재한다. 정

적 데이터는 응용 프로그램을 제작할 때 별도의 루틴을 통해 입력이 가능하지만, 동적 데이터는 SCADA를 통해 원격으로 취득된 Point 데이터들 중 일부를 선택적으로 받아들여야 한다.

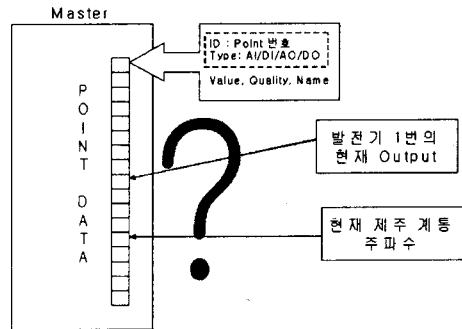


그림 4. 포인트 정보의 내용

그러나 Point 데이터는 통신을 위한 설정값 및 실제 취득된 값만을 정보로 갖고 있으므로 응용 프로그램에서는 임의의 포인트가 전력 계통에서 어떤 의미를 가지는 데이터인지를 전혀 알 수가 없다.

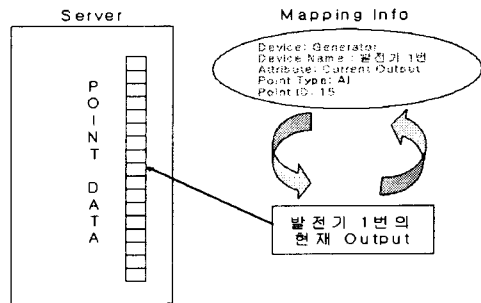


그림 5. 포인트/설비 속성 Mapping

따라서 Point와 응용 프로그램에서 사용되는 Device와의 속성 관계를 추적할 수 있는 데이터 구조를 다루는 도구로써 Meta Mapper라는 데이터 관리 도구를 개발하여 제주 EMS의 응용프로그램에 적용하였다.

Meta-Mapper는 Device의 속성을 임의로 정의 할 수 있으며 해당 설비 추가 시 정의된 속성에 사용자가 기록한 포인트 ID를 저장할 수 있다.

그림 6은 범용으로 개발된 Meta-Mapper를 제주 EMS의 응용 프로그램의 기능에 맞춰 사용자가 사용할 수 있도록 MMI를 추가하여 제작한 Device Editor이다.

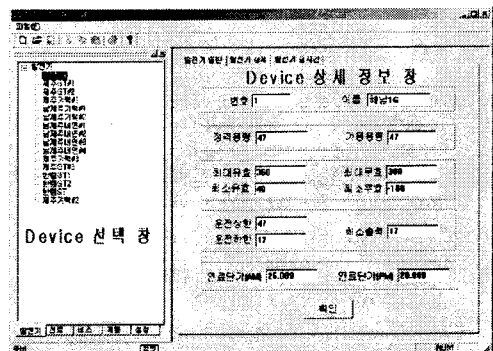


그림 6. Device Editor MMI

Device Editor는 제주 EMS의 응용 프로그램에서 사용되는 입력들을 모두 취급할 수 있도록 “발전기”, “선로”, “버스”, “계통”, “설정”의 5가지 Category에 대해 DB 작업을 수행할 수 있도록 설계 되었다. 각 부류에서 수행중인 값이 바뀌지 않는 정적인 성격의 Data는 사용자가 직접 값을 입력할 수 있도록 되어 있고 수행 중에 값이 바뀌는 동적인 성격의 Data는 모두 Point로 처리되나 Data에는 해당 Point의 Key(Type 과 ID)를 입력할 수 있도록 되어있다. Category마다 Data들이 나열되고 Tree 창에서 데이터를 선택하면 상세 정보가 나타난다. 상세 정보의 내용이 많을 경우에는 성격에 따라 별도의 Tab으로 제공되며 사용자는 이를 통해 편집 작업을 수행할 수 있다. 동적인 성격을 가지는 Model Data의 현재값이 필요한 경우, 사용자가 Device Editor를 통해 미리 입력해 놓은 해당 Data의 Point 정보를 참조하여 Point의 현재값을 Model Data의 현재값으로 사용할 수 있다.

2.3 Meta Mapper 구현

Meta Mapper는 원격 Point와 Device의 속성 연결 정보를 나타내는 Mapping 기능을 제공하는 프로그램 Module이다.

```

GENERATOR //형식 Attribute 'Comment'
CURRENT_OUTPUT      : '현재출력'
CURRENT_Q_OUTPUT    : '현재무효출력'
CONTROL_POINT       : '실제어포인트'
BASEPOINT           : '자체 BP'
EXTERN_BP           : '연계 BP'
FINAL_BASEPOINT     : 'BasePoint최종'
.....
0 ..... /속성 종료
    
```

그림 7. 발전기 속성 정의 (DeviceInfo)

그림 7과 같이 범용적인 사용을 위해, 사용자는 DeviceInfo라는 텍스트 파일을 편집하여 Device의 속성을 정의한다. DeviceInfo 파일에 정의된 내용을 기반으로 Device 속성과 원격 포인트의 연결 관계 정보는 MappingInfo라는 텍스트 파일에 저장된다.

```

GENERATOR#제주기력#2
CURRENT_OUTPUT      1          9
CURRENT_Q_OUTPUT    1          10
CONTROL_POINT       1          102
BASEPOINT           2          9302
EXTERN_BP           2          9304
FINAL_BASEPOINT     2          9313
.....
    
```

그림 8. 발전기 속성 입력값 (MappingInfo)

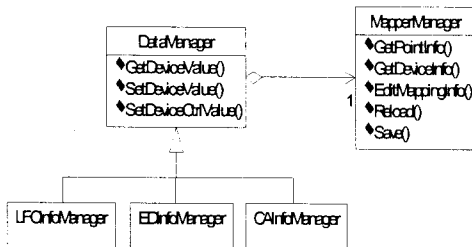


그림 9. Mapping 관련 Class Diagram

그림 9에서 살펴보면 MapperManager Class는 두가지 입력 파일을 내부 데이터로 Loading 한다. 그리하여 기기 속성이 주어진 경우, 이에 해당하는 포인트의

Key를 리턴하는 함수를 제공하며 반대로 포인트가 주어진 경우, 기기 속성을 리턴하는 함수를 제공한다.

```

int DataManager::SetDeviceValue(DeviceInfo obj)
{
    MapperManager* Ptr;
    Ptr = MapperManager::Instance();
    .....
    Ptr->GetPointInfo(DeviceType, DeviceName, DeviceAttr,
        PointType,PointID);
    .....
    TargetValue = obj.GetValue();
    CtrlSetAO(PointID,PointType,TargetValue);
    return 1;
}
    
```

그림 10. MetaMapper를 이용한 제어 Code

MapperManager는 Singleton Pattern으로 작성되었는데, DataManager는 MapperManager를 이용하여 기기 속성과 포인트 정보의 관계를 파악하고 이를 참조하여 설정값의 Get/Set이나 계산된 제어 결과를 그림 10의 Code 내용과 같이 실제 제어 출력 포인트로 나타낸다 [4].

3. 결론

통신을 위한 Point Data만으로는 Domain 영역의 응용 기능을 개발하는데 한계가 있다. 따라서 설비의 속성과 실시간 취득값의 관계를 다룰 수 있는 도구를 만들고 이를 제주 EMS의 응용 기능 개발에 적용해 본 결과, Domain 영역에서의 논리로 프로그램을 작성하고 이를 SCADA 시스템에 적용한 Interface를 만들어 통합하는 과정이 훨씬 수월하였으며 사용자의 다양한 요구 사항 변화에 대처할 수 있는 폭이 훨씬 넓어졌다. 그 결과, 프로그램의 신뢰성이 향상되었고 현재 제주 지역에 안정적인 전력 공급을 수행하는데 있어서 EMS의 응용 기능들이 많은 역할을 수행하고 있다.

현재의 기술 추세는 통신 Protocol Level 단계에서 전력 계통 Domain상의 의미를 부여하기 위해 많은 연구가 진행된 상태이다. 그러나 기존의 시스템에 대해 한꺼번에 표준을 적용 하는 것이 어려울 것이며 신규 시스템을 중심으로 한 점진적인 교체가 예상된다.

현대 산업 사회는 전력에 대한 의존도가 늘어남에 따라 전력의 안정적 공급뿐만 아니라 전력 계통의 효율적 운영에 대한 필요성이 점차 증대하고 있다[5]. 이러한 관점에서 본다면 기존의 SCADA 시스템에 대해서도 지능화된 기능이 요구되리라 예상되며 본 논문에서 제안하는 Mapping 방법은 이러한 요구 사항을 수행하는데 있어서 유용할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] URL : <http://www.kpx.or.kr>
- [2] URL : <http://www.kpxj.or.kr>
- [3] Allen J.Wood, " Power Generation, Operation, and Control", Bruce F.Wollenberg, 1996
- [4] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, " Design Patterns", 127 ~ 135, Foreword by Grady Booch, 1995
- [5] 송길영, "신뢰 전력 계통 공학", 동일 출판사, 562 ~ 654, 1999