

# 시스템 통합을 위한 IEC 61970/61968 기반의 CIMToolkit 개발

논 문
60-8-4

## Development of CIMToolkit based on IEC 61970/61968 for System Integration Study on the Design of Testable CAM using MTA Code

허 동 옥\* · 서 정 일\*\* · 한 주 현\*\*\* · 손 성 용†  
(Dong-Uk Heo · Jeong-II Seo · Ju-Hyun Han · Sung-Yong Son)

**Abstract** - Since IT technology was combined with the power system, many systems and applications have been developed and also Integration between systems has been followed in order to meet much higher level. Further more to reduce the cost of system integration there were needs standardized data model and interfaces among systems or applications. so IEC has reached to establish standard interfaces and data model. Most of the current distribution automation system in South Korea, each operating independently in an enclosed environment, are managed. As time goes by, however, because of reasons that the system is increasingly complex by implenting new kind of power source and demand for electricity is rapidly increasing, it became difficult to predict with a independent data from one system. In this paper, In order to apply common infomation model and standard interfaces which are defined in IEC 61970/61968 to the existig distribution automation system in KEPCO, several software tools and applications which have been created will be introduced.

**Key Words** : IEC 61970/61968, Distribution automation system, DAS CIM

### 1. 서 론

최근 들어 전력 산업분야의 새로운 개념인 스마트 그리드에 대한 관심이 높아지는 가운데 이에 맞추어 전력 시스템들의 연계와 통합에 대한 관심 또한 높아지고 있다. 스마트 그리드는 기존 전력망에 정보기술을 접목해 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환할 수 있도록 통신망을 연결하고 이러한 정보를 분석할 수 있는 관리시스템을 구축함으로써 에너지 효율을 극대화 한다.

독립된 형태로 운영되고 있는 시스템을 하나의 통합된 시스템으로 만들기 위해서는 데이터 연계를 위한 인터페이스 정의와 연계 데이터 모델을 설계하여야 하며 일반적으로 통합해야 할 시스템의 크기와 개수에 따라 많은 시간과 비용을 소모한다. 이러한 통합 작업에 소모되는 비용과 시간을 줄이고자 데이터 연계를 위한 공통 인터페이스와 표준 데이터 모델에 대한 노력은 최근에 큰 관심을 가지고 진행되고 있다.

이러한 전력 계통에서의 표준 데이터 모델과 공통 인터페이스에 대한 연구는 EPRI(Electric Power Research Institute)의 CCAPI(Control Center Application Program Interface) 프로젝트로부터 시작하였으며 현재는 국제전기기술크위위원회(IEC, International Electrotechnics Commission)의

61970/61968 표준을 통하여 전력계통의 표준 데이터 모델에 해당하는 공통정보모델 (CIM, Common Information Model) 과 공통 인터페이스에 해당하는 CIS(Component Interface Specification)를 제공하고 있다.

이에 따라 본 논문을 통하여 전력 시스템 통합을 위해 IEC 61970/61968에서 명세 하는 표준 데이터 모델인 CIM 기반의 DB(Database) 구축 방법을 제안하고 다양한 외부 전력 시스템들의 데이터 접근 및 활용을 위하여 공통 인터페이스를 제공할 수 있는 통합 아키텍처를 제안하며 또한 실제 이를 위해 개발된 CIMToolkit을 이용하여 한전 배전 자동화 시스템(TDAS, Total Distribution Automation System)을 CIM 호환 시스템으로 만들어 보고자 한다.

- IEC 61970/61968 CIM(Common Information Model) 기반의 DB(Database) 구축
- IEC 61970/61968 기반의 GID (Generic Interface Definition) Interface
- M/W (Middle Ware)를 이용한 표준 Interface 제공 및 CIM Data 교환

### 2. 본 론

#### 2.1 개발 범위

IEC 61970/61968 표준에 맞추어 외부 시스템에 데이터를 제공하기 위해서는 다음과 같은 개발이 이루어져야 한다. 첫 번째로 기존 시스템에서 사용하는 데이터의 모델을 IEC 61970/61968에서 명세 하는 표준 전력 모델(CIM)을 이용하

\* 정 회 원 : (주) 애니게이트 대리  
\*\* 정 회 원 : (주) 애니게이트 대표이사  
\*\*\* 정 회 원 : (주) 애니게이트 과장  
† 교신저자, 정회원 : 경원대학교 IT대학 정보통신학과 조교수  
E-mail : xtra@kyungwon.ac.kr  
접수일자 : 2010년 9월 28일  
최종완료 : 2011년 6월 14일

여 데이터 모델을 재구성해야 한다. 두 번째는 IEC61970 CIS 파트에 정의된 GID(Generic Interface Definition) Client/Server Interface 정의를 바탕으로 표준 Interface를 개발해야 하며 세 번째는 CIM 메시지 교환을 위한 Message전송 용도인 메시지 버스의 개발이다.

표 1 상세 개발 범위

Table 1 Particular developing a rang

개발 범위	세부 사항
IEC 61970/61968 CIM 기반 DB 구축 연구	- UML을 이용한 IEC 61970/61968의 CIM 구조 연구 - CIM 기반의 Profile 구성 - Profile을 바탕으로 DB 구축
GID Client/Server API 개발	- CIM 데이터 교환을 위한 CIS 명세 연구 - GDA (IEC 61970-403) interface 연구 - HSDA (IEC 61970-404) interface 연구 - GES (IEC 61970-405) interface 연구 - TSDA (IEC 61970-407) interface 연구
메시지 버스 개발 설계	- Publish/Subscribe 기능 지원하는 메시지 버스 분석 - Publish/Subscribe 기능 구현을 위한 Component 설계 - 3rd Party 프로그래밍 API 설계

2.2 CIMToolkit 개발

대부분의 전력 계통 시스템에서 사용하고 있는 DB의 Data Model들은 IEC 61970/61968에서 제공하는 CIM 으로 Modeling 되어 있지 않고 각 시스템에 따라 서로 다른 Data Model을 사용해왔다. 그렇기 때문에 표준 Interface를 통하여 Data를 교환하기 위해서는 기존에 사용하던 Data Model과 CIM 과의 관계를 파악하여 기존의 DB를 재구축하거나 새로운 DB를 생성하는 등의 추가적인 개발이 필요하다.

2.2.1 IEC 61970/61968 CIM 기반의 DB 구축

CIM기반의 DB 생성은 IEC 61970/61968에서 정의한 CIM 을 물리적인 DB에 어떤 구조로 저장할 것인지 결정하는 것이다. 이 작업은 실제로 DB Schema 를 생성하는 작업인데 이러한 작업이 필요한 이유는 CIM이 단순히 데이터로 이루어진 것이 아닌 추상화된 메타 정보로 이루어져 있기 때문이다. 즉 각각의 모델 개체에 대한 정보는 물론 각 모델의 상관관계 까지 DB에 저장할 수 있는 구조를 가져야 한다.

이를 위해서 선행되어야 하는 작업은 IEC 61970/61968에서 정의하는 CIM 중 사용할 Model Class 및 Property 등을 선택하여 CIM DB를 위한 Profile을 만드는 일이다. (이 작업은 CIM User group에서 제공하는 공개 애플리케이션인 ‘CIMTool’ 을 이용하여 수행할 수 있다.) 만약 기존에 사용하던 DB를 변환하려고 한다면 우선적으로 기존 사용하고 있는 시스템의 DB를 분석하여 어떤 항목들이 IEC의 CIM 에 해당하며 어떤 식으로 서로 대응할 수 있는지 알아야 한다. 그리고 이를 바탕으로 Profile을 만들어야 한다. 이 후 기존 시스템의 DB로부터 실제 정보(이하 Instance)들을 추출해야 하며 이러한 Model 및 Instance 정보들을 바탕으로 CIM DB를 생성해야 한다.



그림 1 CIM DB 생성  
Fig. 1 Creating a CIM DB

이를 위해 두 종류의 애플리케이션이 개발되었다. 첫 번째 애플리케이션은 모델 DB를 생성하는 기능을 가진 “CM Importer(Common Model Importer)”로 ‘CIMTool’ 로부터 생성된 표준 RDF Profile(IEC 61970-501)을 읽어 이를 바탕으로 MS SQL Database에 테이블과 모델에 관한 정보를 생성하는 기능을 가진다. 또한 기존 DB로부터 추출된 데이터를 생성된 CIM DB에 입력하는 기능도 가지고 있다.

두 번째 애플리케이션은 기존 DB로부터 데이터를 추출하는 기능을 가진 “CM Exporter(Common Model Exporter)”로 기존에 사용하는 있는 Database로부터 데이터를 추출하여 IEC 61970-501 표준을 따르는 XML파일로 저장한다. 하지만 이 애플리케이션은 각 시스템에 따라 Database의 구성이 다르기 때문에 각 시스템에 맞추어 다르게 개발 되어야 한다.

2.2.2 GID(Generic Interface Definition) Client/Server API 개발

2.2.2.1 인터페이스의 정의

GID Client/Server API 는 IEC 61970 표준에 정의되어 있는 PIM(Platform Independent Model) 에 따라 c++ 언어로 작성 되었으며 GID API는 다음과 같은 인터페이스를 제공한다.

- GDA : Generic Data Access (IEC 61970-403)
  - HSDA: High Speed Data Access (IEC 61970-404)
  - GES: Generic Eventing and Subscription (IEC 61970-405)
  - TSDA : Time Series Data Access (IEC 61970-407)
- 위와 같은 인터페이스를 이용하여 CIM의 모델 및 데이터 교환을 할 수 있도록 개발 하였다.

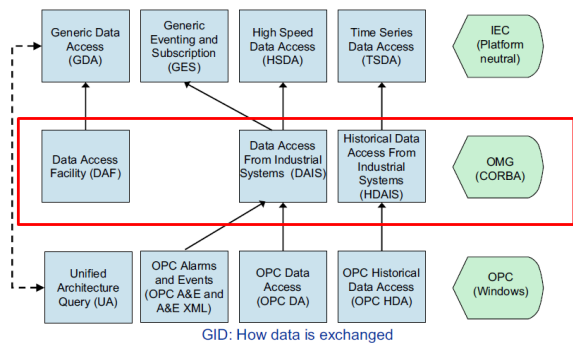


그림 2 GID의 구성  
Fig. 2 Configuration of GID

IEC 61970 표준 정의된 인터페이스의 명세에 따르면 IEC에서 채택한 인터페이스는 기존에 많이 사용되고 있는 인터페이스로부터 채택되었으며 OMG(Object Management Group)나 OPC(OLE for Process Control)에서 정의한 인터페이스를 이용하여 구현할 수 있도록 명세하였다. 이에 따라 현재 개발된 GID API는 OMG에서 정의한 IDL(Interface Definition Language)에 기반 하여 개발되었다.

**2.2.2.2 API의 구성**

GID API에서 포함되어 있는 범위는 다음과 같은 구성으로 이루어졌다.

- Client Layer - 외부 시스템에서 사용하는 API로 GID 서비스에 대한 데이터 요청과 응답을 받는 역할을 담당한다. GDA의 경우 OMG DAF 인터페이스 기반으로 작성하였으며 HSDA/TSDA는 OMG의 DAIS/HDAIS 기준으로 작성되었다.
- Proxy Layer - Server에 위치하여 외부 시스템의 메시지 버스 접속 연결 관리, Client 요청 수신/응답, Server Component의 실행의 역할을 담당한다.
- Server Layer - Server측에 위치하며 실제적인 요청에 따라 데이터를 수집 및 검색하여 응답 해주는 역할을 한다. GID서버를 구현 할 경우 서버 API를 사용하여 서버 컴포넌트를 구현을 해야 하며 구현이 완료된 후 다른 Application에서는 Client API를 이용하여 서버에 데이터를 요청한다.

아래는 Layer별 역할과 전체 흐름도를 그림으로 표현하였다.

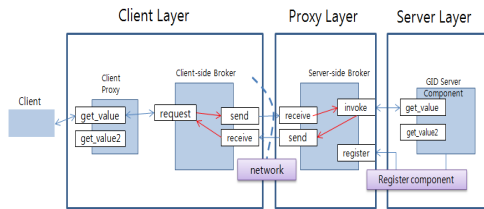


그림 3 API Layer 역할  
Fig. 3 Role of API Layer

**2.2.3 M/W(Middle Ware)를 이용한 데이터 교환**

메시지 버스를 통해 데이터를 전송하기 위해서는 메시지 버스에서 제공하는 API를 이용해 데이터를 송수신 한다. GID API는 M/W API를 링크하여 메시지 전송 시 메시지에 데이터를 넣는다. M/W를 통해 교환하는 구조는 다음과 같다.

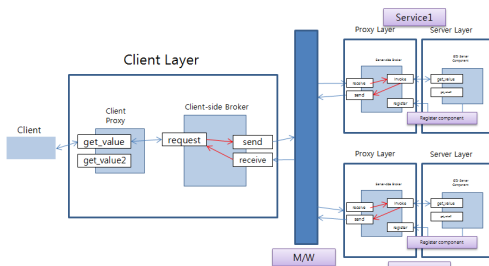


그림 4 M/W를 이용한 데이터 교환  
Fig. 4 Exchange data with using M/W

M/W를 통해 메시지를 전송하기 때문에 GID API는 데이터 교환 관련 처리를 M/W에 맡길 수 있게 되며 이는 메시지 전송의 신뢰성을 보장한다. 또한 메시지 전송에 관한 에러 처리와 QOS등의 요소를 메시지 버스에서 담당하기 때문에 구현이 쉬워진다. 또한 M/W를 이용해 교환한다면 GID 클라이언트와 서버 간 서로의 위치 정보 없이 M/W의 위치 정보만을 안다면 서로 통신이 가능하기 때문에 시스템 구성이 간결해진다.

**2.3 CIMToolkit 적용 사례**

한전 배전 자동화 시스템(TDAS)에 IEC 61970/61968 표준을 적용시키기 위해 CIMToolkit을 사용하였다. CIM DB 생성을 위한 CMImporter/Exporter, CIM DB 탐색을 위한 CMExplorer, GDA 인터페이스를 제공하기 위한 CDA Server, HSDA 인터페이스를 제공하기 위한 agHSDA Server, TSDA Interface를 제공하기 위한 agTSDA Server 그리고 외부 사용자들이 이러한 서비스를 이용할 수 있도록 Client API(Application Programming Interface)를 제공한다.

본 논문의 GID Interface 개발 범위 중 GES(Generic Eventing and Subscription, IEC 61970-405)는 개발 범위에 포함이 되었으나 GDA, HSDA, TSDA 만으로도 외부 시스템에서 필요한 모든 데이터를 제공할 수 있으므로 실제 적용에서는 제외 시켰다.

**2.3.1 Framework의 구성**

아래 그림은 CIMToolkit 전체 시스템 구성도이다. IEC61970에서 정의한 표준 GID Client/Server Interface를 제공하며 M/W 메시지 버스를 이용해 Client와의 CIM 메시지 교환을 한다.

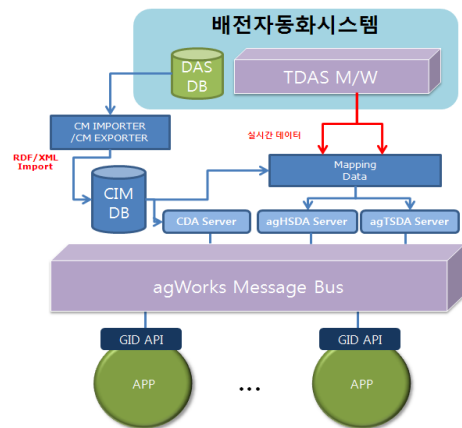


그림 5 시스템 구성도  
Fig. 5 System configuration

**2.3.2 TDAS를 위한 CIMToolkit의 구성**

아래 표는 TDAS를 CIM 호환 시스템으로 만들기 위해 사용된 CIMToolkit의 애플리케이션에 대한 설명이다.

표 2 CIMToolkit 구성

Table 2 CIMToolkit configuration

프로그램 이름	설 명
CMExporter	CMExporter는 표준 RDF Profile(IEC 61970-501)을 기반으로 TDAS Database로 부터 모델의 인스턴스 정보를 추출하여 CIM DB에 입력할 수 있는 형태로 변환하는 작업을 담당한다. 변환된 결과는 IEC 61970-501 을 따르는 XML 형식의 파일로 저장되며 CMImporter를 통하여 CIM Database에 입력된다.
CMImporter	CMImporter 는 세 가지 기능을 가지고 있다. 첫 번째 기능은 CIMTool 통하여 만들어진 표준 RDF Profile(IEC 61970-501)을 바탕으로 MS SQL과 같이 실제 Database에 Table 및 View 등을 만들고 모델 데이터를 입력하여 모델 DB를 생성하는 것이며 두 번째 기능은 CMExporter를 통하여 추출된 TDAS 인스턴스 데이터를 앞서 만들어진 CIM DB에 맞추어 입력하는 기능이다. 마지막은 Increment 기능으로 변경된 데이터에 한해 추가적으로 CIM Database에 입력할 수 있도록 도와주는 역할을 한다.
CMExplorer	CMExplorer CIM Database를 관리하는 툴이다. 이 툴은 CIM 모델 Database에 접속하여 모든 모델 정보 조회가 가능하며 모델 정보 추가, 수정, 삭제 또한 가능하다.
CDAServer	CDA(Common Data Access) Server 는 CIM(Common Information Model) DB 에 저장되어 있는 모델 및 인스턴스 데이터를 검색할 수 있는 인터페이스를 제공하며 사용자는 인터페이스를 이용하여 특정 모델에 관련된 데이터를 검색 및 업데이트 작업을 수행할 수 있다. 그리고 CDA Server에서 제공하는 인터페이스는 IEC 61970-403의 GDA(Generic Data Access) 기반으로 개발된 표준 인터페이스이므로 다른 호환 시스템을 개발하는데 편리한 점을 제공한다.
agHSDA Server	agHSDA Server는 CIM 모델과 매핑되는 TDAS 의 데이터를 실시간으로 외부 사용자에게 제공하기 위해 개발된 애플리케이션으로 CIM의 모델 정보도 함께 제공한다. agHSDA Server에 접속하여 사용하는 Client의 Interface는 IEC 61970-404 HSDA(High Speed Data Access) 기반으로 개발된 표준 인터페이스를 제공한다.
agTSDA Server	agTSDA Server는 CIM 모델과 매핑되는 TDAS의 데이터의 이력을 외부 사용자에게 제공하기 위해 개발된 애플리케이션이다. agTSDA Server에 접속하여 사용하는 Client의 Interface는 IEC 61970-407 TSDA(Time Series Data Access) 기반으로 개발된 표준 인터페이스를 제공한다.
HSDA ModelEditor	HSDA ModelEditor은 agHSDA Server에서 실시간 데이터를 제공해주기 위해 M/W의 포인트와 CIM의 데이터를 매핑해주기 위한 애플리케이션이다. 실시간 데이터는 TDAS의 M/W에 존재하지만 이러한 데이터가 CIM과 어떻게 연관이 있는지는 사용자가 알 수 없기 때문에 이러한 애플리케이션이 필요한 것이다. 또한 IEC 61970/61968을 보면 HSDA는 CIM의 모델 구조를 제공할 수 있어야 하는데 IEC 61970-402 에 나오는 TC57 PhysicalView와 같이 사용자가 연관 관계를 구성할 수 있도록 view의 편집 기능을 개발 하였다.

2.3.3 단계별 CIMToolkit 사용 테스트

아래 그림은 한전 배전자동화 시스템(TDAS)을 CIM 호환 시스템으로 만드는 과정에서 CIMToolkit 을 사용하는 단계를 도식화 한 것이다. ‘CIMTool’ 애플리케이션을 이용하여 TDAS 용 CIM Profile 을 추출한 후 CMImporter/Exporter 를 이용하여 TDAS CIM DB를 생성하고 CDA Server, agHSDA Server, agTSDA Server를 이용하여 외부 시스템에 필요한 데이터를 제공한다.

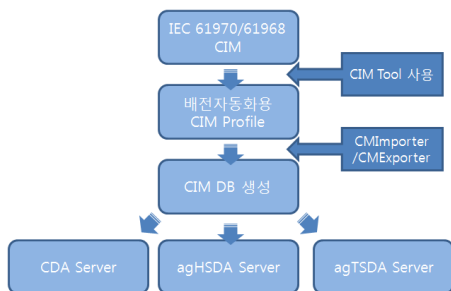


그림 6 단계별 Tool 사용  
Fig. 6 Using a step-by-step tool

2.3.3.1 배전 자동화 CIM Mapping

아래 그림은 CMImporter/CMExporter를 이용하여 CIM DB를 구축할 때 사용되는 CIM Model 과 TDAS DB table 과의 관계를 예를 들어 나타낸 것이다. 이러한 방법을 이용하여 TDAS DB에 존재하는 변전소, 선로, 수용가, 개폐기 등의 정보를 IEC 61970/61968 의 CIM Model에서 찾아 CIM DB 구축하였다.

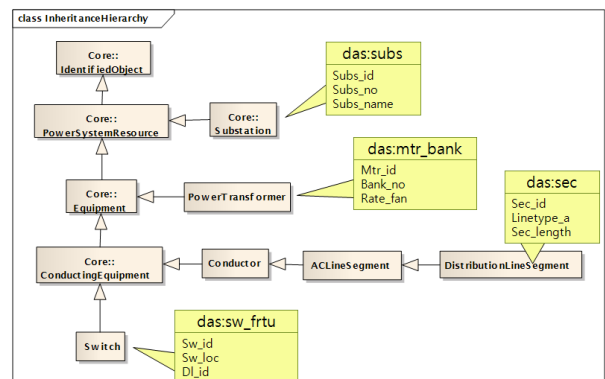


그림 7 CIM Model과 TDAS의 테이블  
Fig. 7 CIM Model and Tables of TDAS

### 2.3.3.2 배전 자동화 GID Service의 Data Model

IEC 61970의 GID 명세에 따르면 GDA는 CIM DB 내용을 탐색하기 위한 Interface이기 때문에 내부에 따로 Data Model이 존재하지 않지만 HSDA와 TSDA는 CIM Data를 표현하기 위해 별도의 Data Model을 사용하고 있다. 그렇기 때문에 HSDA/TSDA의 Data Model에 따라 TDAS의 Data를 매핑해야 한다. 이때 사용하는 TDAS의 데이터는 M/W에 있는 실시간 값을 이용한다.

아래 그림은 이러한 HSDA/TSDA Data Model과 TDAS의 M/W Data를 서로 매핑하는 모습을 나타낸다.

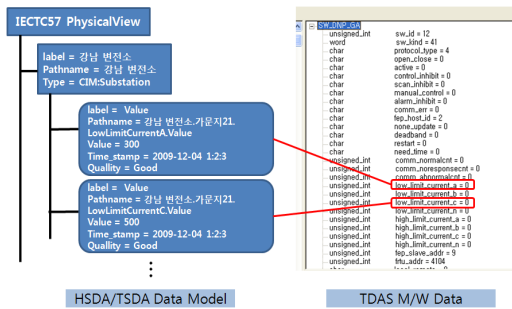


그림 8 HSDA/TSDA Data Model과 TDAS Data  
Fig. 8 HSDA/TSDA Data Model and TDAS Data

### 2.3.3.2 GID Client API를 이용한 Test

GID Client API는 외부 시스템에서 IEC 61970의 GID Interface를 이용하여 Data를 가져갈 수 있도록 개발된 라이브러리로 아래 그림과 같은 구성으로 동작한다. 해당 Test를 통하여 상기 개발된 GID Client API 들이 IEC 61970에서 명세하는 표준 GID 동작 방식과 동일한지 확인하였다.

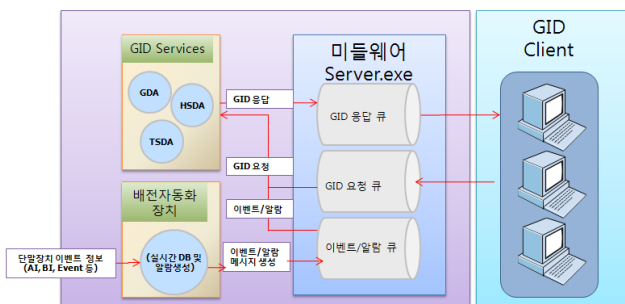


그림 9 Client Test 구성도  
Fig. 9 Configuration of Client Test

## 3. 결론

본 논문을 통하여 CIM DB 구축 방법과 GID 개발 및 M/W를 이용한 데이터 교환 방법 그리고 실제 운용중인 시스템에 IEC 61970/61968의 표준 인터페이스와 CIM을 도

입하기 위해 개발된 애플리케이션들의 사례를 보았다. 개발된 CIMToolkit은 보다 손쉽게 IEC 61970/61968 호환 시스템으로 변환할 수 있도록 도와줄 것이며 CIM DB 제작 도구인 CMImporter, CMExplorer 및 CDA Server를 개발 시 사용한 일부 라이브러리는 다른 시스템에서도 재사용이 가능하므로 다른 CIM DB 및 GDA 서비스 개발 시 실제적인 시간 및 노력이 감소할 것으로 기대된다.

그러나 현재는 실제 한전 시스템에 도입하기 위한 연구 단계에 있기 때문에 그 이상의 실제 효과에 대해 언급하기 힘들며 또한 이번에 개발된 공통 인터페이스들은 IEC 61970의 GID들로만 구성되어 있기 때문에 배전 분야에서도 효과적으로 쓰일 수 있을지는 아직 미지수이다.

하지만 IEC 61970/61968의 도입을 위한 다양한 연구에 따르면 전기 계통 표준 모델의 CIM 도입을 적극 권장하고 있으며 기대효과에 대해 긍정적으로 평가하고 있으므로 현재 개발된 애플리케이션들의 도입 효과는 기대해 볼만하다. 또한 앞으로 타 시스템에서 개발될 IEC 61970/61968을 위한 애플리케이션에 좋은 예가 될 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] IEC International Standard, "IEC 61970-1, Energy management system application interface(EMS-API) -Part 1 : Guidelines and general requirements, 2003.
- [2] IEC International Standard, "IEC 61970-2, Energy management system application interface(EMS-API) -Part 2: Glossary", 2004.
- [3] IEC International Standard, "IEC 61970-301, Energy management system application interface(EMS-API) -Part 301: Common Information Model(CIM) base", 2003.
- [4] IEC International Standard, "IEC 61970-401, Energy management system application interface(EMS-API) -Part 401: Component interface specification (CIS) framework", 2005.
- [5] IEC International Standard, "IEC 61970-402, Energy management system application interface(EMS-API) -Part 402: Common services", 2008.
- [6] IEC International Standard, "IEC 61970-403, Energy management system application interface(EMS-API) -Part 403: Generic data access(GDA)", 2008.
- [7] IEC International Standard, "IEC 61970-404, Energy management system application interface(EMS-API) -Part 404: High Speed Data Access(HSDA)", 2008.
- [8] Object Management Group (OMG), "Utility Management System (UMS) Data Access Facility (DAF) Specification", 2005
- [9] Object Management Group (OMG), "Data Acquisition from Industrial System (DAIS) Specification", 2005
- [10] CIM UserGroup : <http://cimug.ucauiug.org>
- [11] CIM Tool : <http://www.cimtool.org/>

저 자 소 개



**허 동 옥 (許 東 旭)**

성균관대학교 정보통신공학부 학사  
(주) 애니게이트 대리



**서 정 일 (徐 正 一)**

부산대학교 전기공학 졸업  
부산대학교 대학원 전기공학 졸업  
부산대학교 대학원 전기공학 박사과정  
수료  
(주) 애니게이트 대표이사



**한 주 현 (韓 柱 鉉)**

중부대학교 컴퓨터공학 학사  
(주) 애니게이트 과장



**손 성 용 (孫 晟 榕)**

Univ. of Michigan 박사  
LG 소프트웨어 (1992~1995년)  
포디홈넷 (2000~2004년)  
아이크로스테크놀로지 (2004~2005년)  
경원대학교 IT대학 정보통신학과 조교수  
(2006년~현재)